

Отзыв официального оппонента

доктора технических наук Порошина Александра Алексеевича на диссертационную работу Самарина Ильи Вадимовича на тему: «Методы, модели и алгоритмы автоматизации организационного управления пожаровзрывобезопасностью объектов топливно-энергетического комплекса», представленную к защите на соискание учёной степени доктора технических наук по специальностям 2.3.4. Управление в организационных системах (технические науки) и 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки)

Объекты топливно-энергетического комплекса (далее - ТЭК) представляют собой сложную иерархически организованную систему взаимосвязанных элементов, каждый из которых отвечает за какую-то часть основного или вспомогательного производственных процессов. Для эффективного управления объектами ТЭК используются автоматизированные системы, построенные на современных принципах интеллектуализации производственных процессов.

В связи с этим, вопросы планирования и проведения мероприятий обеспечения пожаровзрывобезопасности на объектах ТЭК необходимо рассматривать с учётом применения современных цифровых технологий, используемых для контроля производственного процесса и его управления. Следует отметить, что отечественные компании, которые используют заимствованные информационные системы, значительно зависят от зарубежных программных продуктов, их финансирования, технического обслуживания и сертификации. Результатом этого стала большая уязвимость объектов ТЭК при применении зарубежных информационных технологий. Такие условия функционирования объектов ТЭК соискатель определил как «особые».

Ежегодно в мире происходят десятки крупных аварий с гибелью людей и существенными потерями материальных ресурсов. Меры предотвращения пожаров, взрывов и чрезвычайных ситуаций являются важной частью вспомогательных процессов на объектах ТЭК. От их выполнения зависит

Вх №1171 от 06.09.2022

предупреждение нештатных ситуаций, способных стать причиной пожаров и чрезвычайных ситуаций. Возникновение пожара на объектах ТЭК может привести к каскадной аварийной остановке значительной части объектов энергетического сектора, что приведет к проблеме производства различных видов энергий, с учетом их поставки потребителям.

Наиболее значимым инструментом обеспечения безопасности на объектах ТЭК являются автоматизированные системы пожаровзрывобезопасности (далее - АСПВБ). В этой связи, важным и актуальным является необходимость создания новых и совершенствование существующих интеллектуальных систем поддержки управления АСПВБ с учетом введенного соискателем понятия «особые условия». Научные исследования, направленные на разработку методов, реализованных в виде интеллектуальной информационной технологии организационного управления эффективностью АСПВБ объекта ТЭК в особых условиях, являются своевременными и научно значимыми. Это обуславливает актуальность разработанных Самариным И.В. методов, моделей и алгоритмов автоматизации организационного управления пожаровзрывобезопасностью объектов ТЭК.

Практической значимостью и научной новизной диссертационной работы Самарина И.В. является выявление необходимости реализации автоматизированного организационного управления технологическими процессами пожаровзрывобезопасности на объектах ТЭК с учетом современных вызовов для российской энергетики. Так как ограничения, возникшие при воздействии «особых условий» могут поспособствовать в развитию новых возможностей в научно-технологическом развитии энергетических систем.

В этой связи, диссертационная работа Самарина И.В. актуальна, имеет научную новизну и практическую значимость.

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

Во **введении** обоснована актуальность темы диссертации и степень ее разработанности, сформулированы цель, задачи, объект и предмет

исследования, показана научная новизна работы ее теоретическая и практическая значимость, представлены методология и методы исследования, а также степень достоверности и апробация результатов.

Отмечается, что состав, структура и механизм применения АСПВБ, а также описание методологии планирования мероприятий по обеспечению пожаровзрывобезопасности содержатся в исследованиях многих зарубежных и отечественных учёных. Тем не менее, специфика новых условий, усиливающих негативные факторы, снижающие эффективность существующих систем управления пожаровзрывобезопасностью, требуют дальнейших исследований.

В главе 1 **«Анализ проблемы повышения эффективности работы автоматизированной системы пожаровзрывобезопасности в особых условиях на объектах топливно-энергетического комплекса. Постановка проблемы. Задачи исследования»** приведены результаты исследования особенностей процессов планирования и управления мероприятиями по обеспечению пожаровзрывобезопасности на объектах ТЭК в современных условиях. Показана необходимость научного обоснования повышения качества планирования данных мероприятий. Сделан акцент на изучении рассогласованности мероприятий плана, выраженного как результат возможных финансовых потерь за счёт простоя или повторных избыточных операций, так и снижения эффективности систем обеспечения безопасности. Доказана необходимость получения информации более высокого качества для лиц, принимающих решения, задействованных в контуре управления АСПВБ. Обоснована проблема наличия субъективного фактора в принятии решений по обеспечению пожаровзрывобезопасности на объектах защиты. Исследованы особенности применения специального программного обеспечения, на основе применения которого осуществляется комплексный анализ пожаровзрывобезопасности объектов ТЭК. Исходя из исследования особенностей применения программных продуктов определено, что в особых условиях снижается эффективность АСПВБ на объектах ТЭК при отсутствии обратной связи в их подсистемах. В связи с чем, сделан вывод о необходимости разработки новых методов, связанных с агрегированием целей планирования для отдельных подсистем АСПВБ, направленных на

отбор компенсирующих мероприятий по повышению эффективности АСПВБ.

Соискатель, ссылаясь на наличие неполноты разработки методов оценки эффективности функционирования АСПВБ для действующей системы безопасности объекта ТЭК, обосновывает необходимость совершенствования математического аппарата для моделирования функционирования подсистем оперативного прогнозирования деструктивных ситуаций на объектах ТЭК.

Наряду с этим в главе 1 приведено описание противоречий, возникающих при планировании противопожарных мероприятий на объектах ТЭК, которые определяют прикладную и научно-техническую проблемы, решаемые в диссертационной работе.

Глава 2 **«Совершенствование теоретических основ организационного управления технологическими процессами пожаровзрывобезопасности»** посвящена решению задачи о стратегическом планировании на объектах ТЭК мероприятий по обеспечению комплексной безопасности и достижению заданного уровня эффективности работы АСПВБ.

Рассмотрены варианты расчета агрегатного показателя эффективности АСПВБ в обычных и особых условиях с использованием моделей оценки диагностической информации, поступающей от систем информирования в АСУТП первого уровня. Приведено описание—комплекса математических моделей по функционированию пожарной автоматики на объектах ТЭК, в том числе:

- математическая модель оценки обеспечения комплексной безопасности в АСУТП пожарными извещателями на объекте защиты, в которой интегральный показатель качества функционирования характеризует общую эффективность покрытия «слепых зон» датчиков;

- математическая модель оценки эффективности функционирования системы оповещения о пожаре на объекте защиты без учёта координат (с предположением о том, что каждый датчик может представлять собой объект защиты);

- математическая модель оценки обеспечения комплексной безопасности на объекте защиты в обычных условиях с помощью пожарных извещателей с учётом координат их размещения;

- математическая модель оценки комплексной безопасности объектов защиты с учётом сроков работы пожарных извещателей и применения к ним стабилизирующих процедур (при рассмотрении датчика в качестве функции от нескольких переменных). Под стабилизирующими процедурами в работе понимаются процессы планового технического обслуживания, поверки, ремонта, замены и модернизации датчиков и иных источников информации первого уровня в АСУТП.

Рассмотрено применение методов стратегического планирования к вопросам обеспечения эффективности работы АСПВБ в особых условиях. Приведено решение задачи динамического планирования для повышения эффективности работы АСПВБ в особых условиях с использованием методов математического программирования. Предложены и обоснованы решения следующих задач:

- повышение эффективности работы АСПВБ в особых условиях с одним ограничением при полноценном и произвольном финансировании;

- повышение эффективности работы АСПВБ в особых условиях с несколькими ограничениями;

- общий случай решения оптимизационной задачи по повышению эффективности работы АСПВБ в особых условиях.

Для каждого из рассматриваемых вариантов решения повышения эффективности работы АСПВБ в особых условиях разработаны соответствующие алгоритмы.

Приведен вывод формулы для расчёта агрегатного показателя эффективности работы АСПВБ объекта ТЭК в особых условиях. Проведена формализация обобщённой математической постановки задачи исследования.

В главе 3 **«Интеллектуальная технология организационного управления эффективностью систем пожаровзрывобезопасности»**, для условно-расчётного предприятия ТЭК, приводится описание технологии решения типовой оптимизационной задачи с обозначенной целевой функцией - «обеспечение пожаровзрывобезопасности на объекте ТЭК».

Определены типы долгосрочных задач объекта ТЭК в соответствии с выбранной целью и значимостью данных задач, которые выражены решающей матрицей для 1-го иерархического уровня. Предложены алгоритмы по определению числовых показателей значимостей для факторов на шести уровнях рассматриваемой иерархии для реализации стратегической цели. Рассчитаны показатели согласованности матриц парных сравнений значимостей мероприятий на всех уровнях иерархии управления эффективностью систем пожаровзрывобезопасности объекта ТЭК.

Результаты проведенных расчетов позволяют оценить значимость отдельных мероприятий по обеспечению пожаровзрывобезопасности. На основе сведённых в таблицы расчетных данных производится оценка планируемых расходов временных, материальных и людских ресурсов для наиболее приемлемого уровня пожаровзрывобезопасности на объекте ТЭК при имеющихся ограничениях.

Глава 4 **«Прикладные аспекты применения интеллектуальной технологии организационного управления эффективностью систем пожаровзрывобезопасности в особых условиях»** посвящена описанию процедуры мониторинга пожаровзрывобезопасности по различным направлениям деятельности на объекте ТЭК. Обоснована необходимость оценки текущей степени реализуемости плановых мероприятий и степеней достижения промежуточных целей. Определена важность формирования прогноза на момент окончания планового периода. Сделаны оценки вероятности реализации заданных индикаторов по каждому включенному в план мероприятию обеспечения пожаровзрывобезопасности.

Рассмотрена задача определения стратегических рисков на основе прогнозирования значений агрегатного показателя качества для рассмотренной в главе 3 шестиуровневой иерархической схемы.

Дано описание механизма параметрического анализа среднесрочных бюджетных планов работы объекта ТЭК по пожаровзрывобезопасности. Обоснованы преимущества данного подхода в составе информационной системы, внедрённой в отдельные составные части АСПВБ. Показано, что лицо, принимающее решения, сможет более эффективно оценивать состояние всех обслуживающих технологический процесс систем и определять возможные недостатки функционирования подсистем АСПВБ.

Приведены рекомендации по технологии применения мониторинга и прогнозирования в таких подсистемах АСПВБ как: автоматизированная система предотвращения пожаров и взрывов; автоматизированная система пожаровзрывозащиты, автоматизированная система общего назначения.

В пятой главе **«Оценка практической реализуемости интеллектуальной технологии организационного управления пожаровзрывобезопасностью»** рассмотрены вопросы разработки моделей и алгоритмов подсистемы математического обеспечения АСПВБ для оценки и прогнозирования готовности систем противопожарной защиты объектов ТЭК в особых условиях.

На примере автоматизированной системы предотвращения пожаров и взрывов, также автоматизированной системы пожаротушения приведено описание практических рекомендаций по применению разработанной технологии в составе информационной аналитической системы стратегического планирования как средства поддержки управления в АСПВБ на объекте ТЭК.

Дано описание математической модели прогнозирования готовности систем противопожарной защиты АСПВБ для условно-расчетных объектов ТЭК в особых условиях. Описан алгоритм поддержки управления по оценке эффективности мероприятий по приведению в готовность оборудования АСПВБ. На основе применения алгоритма, в соответствии с графиком работ обслуживающего технического персонала объектов ТЭК, обеспечивается плановая работа по проведению восстановительных мероприятий на оборудовании, функционирующем в составе АСПВБ, с учётом ограничений в виде особых условий.

В **заключении** сформулированы основные выводы и рекомендации, полученные при выполнении диссертационного исследования.

В **приложениях** приведены акты внедрения результатов исследования, разработанные при участии соискателя проекты руководящих документов, свидетельство о регистрации программ для электронно-вычислительных машин.

Степень достоверности результатов, выводов и рекомендаций диссертации Самарина И.В. обусловлена корректным применением методов теории вероятности, теории графов, математической статистики,

математического программирования, численных методов, метода анализа иерархий.

Научная новизна диссертационных исследований Самарина И.В. заключается в следующем:

1. Впервые определен термин «особые условия» функционирования АСПВБ объектов ТЭК. Раскрыт его методологический смысл и связь с рассматриваемыми в работе практическими и научно-техническими проблемами.

2. Разработаны модели оценки эффективности мероприятий по обеспечению пожаровзрывобезопасности объекта ТЭК, которые отличаются от разработанных ранее моделей применением подхода на основе введенного агрегатного показателя эффективности АСПВБ.

2. Предложены методы решения задач динамического планирования функционирования подсистем АСПВБ объекта ТЭК и методы параметрического анализа среднесрочных бюджетных планов в особых условиях.

3. На основе предложенных моделей разработаны алгоритмы оценки работы управляющей и мониторинговой подсистем АСПВБ, алгоритмы повышения эффективности работы АСПВБ при различном характере финансирования планируемых мероприятий, алгоритмы интеллектуализации организационного управления с использованием обратного метода решающих матриц.

4. Предложена технология повышения эффективности работы АСПВБ объекта ТЭК в особых условиях.

5. Для практической реализации технологии повышения эффективности работы АСПВБ объекта ТЭК в особых условиях разработано специальное программное обеспечение в виде информационно-аналитической подсистемы планирования противопожарной защиты объекта ТЭК.

Научно-практическая значимость диссертационной работы состоит в создании математического аппарата и программного обеспечения, которые могут быть использованы для повышения эффективности работы автоматизированных систем управления технологическими процессами и эффективности оперативного управления ресурсами на объекте ТЭК. Разработаны рекомендации по развитию и совершенствованию нормативно-

правовой базы в области государственного стратегического планирования по пожаровзрывобезопасности объектов ТЭК в особых условиях. Эффективность практического применения результатов исследований подтверждается полученными актами о внедрении разработок.

По диссертационной работе есть замечания следующего характера:

1. В п. 1.2 главы 1, при описании подсистем АСПВБ, необходимо было указать примеры реально функционирующих подсистем на конкретных производственных предприятиях ТЭК. При иллюстрации функционирования АСПВБ в составе АСУ определённого технологического процесса конкретного объекта ТЭК была бы более очевидна важность разработанных соискателем методов по оценке состояния его защиты по пожаровзрывобезопасности.

2. В главе 1, при определении вводимого соискателем понятия «особые условия», следовало бы более полно описать процессы управления мероприятиями пожаровзрывобезопасности на объектах ТЭК в этих условиях.

3. Соискатель, один из разделов диссертации (глава 3), назвал как «Интеллектуальная технология организационного управления эффективностью систем пожаровзрывобезопасности». Однако из анализа содержания этой главы следует, что было бы более правильно вести речь, не только об интеллектуальной технологии, но и о цифровизации организационного управления функционированием АСПВБ объекта ТЭК.

4. В главе 3 приведены диаграммы, определяющие показатели согласованности матриц парных сравнений значимостей мероприятий по пожаровзрывобезопасности. При этом не приведён формализованный вывод данных показателей.

5. Процедуры работы с матрицами парных сравнений и решающими матрицами с использованием модельных данных довольно объёмны. При переходе от одного уровня иерархии к другому цепочка взаимозависимостей блоков различных уровней иерархии слабо прослеживается. В этой связи, желательно было бы в главе 3 привести схематично общую шестиуровневую иерархию управления эффективностью систем пожаровзрывобезопасности объекта ТЭК с указанием соответствующего числа её элементов на каждом уровне.

6. В главе 1 и в автореферате (стр. 12) , при определении эффективности АСПВБ (W_{max}) использованы два показателя: α_i - значимость i -го мероприятия; β_i – доля эффективности i -го мероприятия в общей целевой эффективности созидательного процесса. Вместе с тем, в модели оценки эффективности мероприятий по приведению в готовность оборудования АСПВБ (глава 5) и в автореферате (стр. 31), показатели α_i и β_i использованы с другим смысловым значением. В рассматриваемой модели α_i – это коэффициент важности элементов в цели; β_i – коэффициенты интенсивности использования ресурсов при проведении работ в соответствии с планами. В этой связи следовало бы определить иные обозначения используемых параметров.

Перечисленные замечания носят рекомендательный характер и могут быть учтены соискателем при дальнейшем развитии научных исследований в рассматриваемой предметной области научного знания. Выявленные недостатки не снижают положительной оценки диссертационной работы Самарина И.В., её научной и практической значимости.

Общее заключение по диссертационной работе Самарина И.В.

Работа выполнена на достаточно высоком уровне, изложена четким научным языком, содержание автореферата соответствует содержанию диссертации. В работе решены все задачи, поставленные в диссертационном исследовании. Результаты диссертационного исследования прошли апробацию на международных и всероссийских научно-практических конференциях. По теме диссертации соискателем опубликовано 81 работа, в том числе 63 статьи в изданиях, включенных в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий ВАК РФ, 3 научные монографии, получено 14 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Диссертационная работа Самарина И.В. является завершенным и целостным исследованием, которое можно квалифицировать как решение научной проблемы, имеющей важное социально-экономическое и хозяйственное значение для обеспечения пожаровзрывобезопасности объектов ТЭК, с целью сохранения жизни и здоровья людей, а также материальных ценностей.

Диссертационная работа соответствует паспортам научных специальностей: 2.3.4. Управление в организационных системах

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

Таким образом, можно заключить, что диссертационная работа Самарина Ильи Вадимовича «Методы, модели и алгоритмы автоматизации организационного управления пожаровзрывобезопасностью объектов топливно-энергетического комплекса» удовлетворяет требованиям и критериям ВАК Российской Федерации, предъявляемым к докторским диссертациям, согласно постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842, а её автор, Самарин Илья Вадимович, заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальностям 2.3.4. Управление в организационных системах (технические науки) и 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки).

Официальный оппонент:

главный научный сотрудник научно-исследовательский центра организационно-управленческих проблем пожарной безопасности федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

доктор технических наук

 Александр Алексеевич Порошин

«01» сентября 2022 г.

Подпись Порошина Александра Алексеевича заверяю.

Ученый секретарь диссертационного совета

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

кандидат технических наук

м.п.

 Елена Юрьевна Сушкина

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» (ФГБУ ВНИИПО МЧС России).

Адрес: 143903, Московская область, г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, д.12

Сайт: <http://www.vniipo.ru> Адрес электронной почты: vniipo@vniipo.ru

Телефон: +7 (495) 521-83-26