

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 04.2.002.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «АКАДЕМИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ
ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ
СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ
БЕДСТВИЙ», МЧС РОССИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 30.06.2026 г. № 4

О присуждении Мухиной Анастасии Геннадьевне, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Модели и алгоритмы адаптивного автоматизированного управления пожаровзрывобезопасностью объектов производственно-технического обслуживания газодобывающего комплекса» по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки) принята к защите 22 апреля 2026 года, протокол № 7, диссертационным советом 04.2.002.01 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» (ФГБОУ ВО «Академия ГПС МЧС России»), МЧС России, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, дом 4, приказ Минобрнауки России о создании диссертационного совета № 714/нк от 02.11.2012 г.

Соискатель Мухина Анастасия Геннадьевна, 10 декабря 1988 года рождения, в 2012 году окончила Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина» (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина) по направлению «Информатика и вычислительная техника», программе «Интеллектуальные системы» с присуждением степени магистра техники и технологии. В период подготовки диссертации обучалась в аспирантуре РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина по очной форме обучения. Справка об обучении, включающая сведения о сдаче кандидатского экзамена по специальности № СП-948-156106 выдана 18 февраля 2025 г. в РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина. Справка об обучении, включающая

сведения о сдаче кандидатских экзаменов по дисциплинам «Иностранный язык» и «История и философия науки» № СП-948-131382 выдана 20 марта 2025 г. в РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина. С 2017 года работала в РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в должности ассистента, с 2021 года по настоящее время работает в РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в должности старшего преподавателя кафедры автоматизированных систем управления.

Диссертация выполнена на кафедре автоматизированных систем управления РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Степин Юрий Петрович, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, кафедра автоматизированных систем управления.

Официальные оппоненты:

Сагдатуллин Артур Маратович, доктор технических наук, доцент, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)», профессор;

Абрамкин Сергей Евгеньевич, кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)», доцент;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - Общество с ограниченной ответственностью «Газпром ВНИИГАЗ» в своем положительном отзыве, подписанном Ишковым Александром Гавриловичем, доктором химических наук, профессором, ученым секретарем ООО «Газпром ВНИИГАЗ», советником заместителя Председателя Правления-начальника Департамента ПАО «Газпром», Ложниковым Павлом Сергеевичем, доктором технических наук, главным научным сотрудником отдела разработки Информационных систем Центра разработки цифровых технологий ООО «Газпром ВНИИГАЗ» указала, что диссертация Мухиной Анастасии Геннадьевны является самостоятельной завершенной научно-квалификационной работой, содержащей решение новой актуальной задачи, которая заключается в разработке моделей, алгоритмов и программно-вычислительного комплекса многоагентной адаптивной сетевцентрической системы поддержки принятия решений по адаптивному управлению пожаровзрывобезопасностью объектов производственно-технического обслуживания газодобывающего комплекса (ПТО ГДК). Результаты,

полученные соискателем, представляют научный и практический интерес. Диссертация соответствует требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. Автор диссертации Мухина Анастасия Геннадьевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности: 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки).

Соискатель имеет 20 опубликованных работ по теме диссертации, 11 из них включены в перечень рецензируемых изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (ВАК России). Получены 4 свидетельства Роспатента о государственной регистрации программ для ЭВМ, в которых реализованы модели и алгоритмы, предложенные автором. Результаты по теме диссертационной работы апробированы на 18-ти научно-технических и научно-практических конференциях и семинарах.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Мухина, А.Г. Разработка расчетного модуля для управления многокомпонентными системами добычи нефти и газа / А.Г. Мухина // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2021. – № 6(575). – С. 6–12. – DOI: 10.33285/0132-2222-2021-6(575)-6-12.

2. Мухина, А.Г. Моделирование и оптимизация выбора технологии комплексной подготовки газа / А.Г. Мухина, Ю.П. Степин, А. Жаманкина // Автоматизация и информатизация ТЭК. – 2023. – № 9(602). – С. 20–33. – DOI: 10.33285/2782-604X-2023-9(602)-20-33.

3. Мухина, А.Г. Модели и алгоритмы адаптивного автоматизированного управления пожаровзрывобезопасностью объектов подготовки газа и газового конденсата нефтегазоконденсатных месторождений Крайнего Севера / А.Г. Мухина // Автоматизация и информатизация ТЭК. – 2025. – № 7(624). – С. 21–31.

4. Мухина, А.Г. Разработка моделей и алгоритма многокритериального выбора аппарата адаптивного прогнозирования показателей пожаровзрывобезопасности объектов производственно-технического обслуживания газодобывающего комплекса. Модели аппроксимации показателей пожаровзрывобезопасности / Ю.П. Степин, А.Г. Мухина // Автоматизация и информатизация ТЭК. – 2025. – № 11(628). – С. 5–14.

5. Мухина, А.Г. Разработка моделей и алгоритма многокритериального выбора аппарата адаптивного прогнозирования показателей пожаровзрывобезопасности объектов производственно-технического обслуживания газодобывающего комплекса. Ансамбль фильтра Калмана / Ю.П. Степин, А.Г. Мухина // Автоматизация и информатизация ТЭК. – 2025. – № 12(629). – С. 7–19.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы из:

- ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России», к.т.н., профессора кафедры устойчивости объектов экономики и систем жизнеобеспечения, доцента Доброва А.В.;

- Академия гражданской защиты им. М. Габдуллина МЧС Республики Казахстан, к.т.н., начальника кафедры общетехнических дисциплин, информационных систем и технологий, подполковника гражданской защиты, А. Мусайбекова;

- ФГБОУ ВО «Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России», к.т.н., доцента кафедры пожарной безопасности объектов защиты (в составе учебно-научного комплекса «Государственный надзор») Салиховой А.Х.;

- Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь, к.ф.-м.н., доцента кафедры промышленной безопасности, Мартыненко Т.М.;

- ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)», заведующего кафедрой автоматизации процессов химической промышленности, д.т.н., профессора Русинова Л.А.;

- ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», декана экономического факультета, д.т.н., доцента Ильюшина Ю.В.;

- ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», заведующего кафедрой автоматизации технологических процессов и производств, к.т.н., доцента Ковалева Д.А.;

- ООО «Газпром добыча Иркутск», заместителя начальника производственно-диспетчерской службы, к.т.н. Рагимова Т.Т.

Все отзывы положительные.

Критические замечания, содержащиеся в отзывах на автореферат:

– при описании алгоритма многокритериального выбора модели адаптивного прогнозирования автор использует балльную оценку, но не поясняет, каким именно способом агрегированы критерии (метод взвешенной суммы, Парето-оптимизация);

- не приведены сведения об организации взаимодействия агентов при конфликте локальных оптимумов (например, снижение риска для одной группы объектов увеличивает риск для другой группы объектов);

- в тексте автореферата отсутствуют точные сведения об объеме промышленных данных для верификации моделей;

- неясен учет различий в характеристиках оборудования внутри одной группы в моделях динамики средних, к примеру, разные типы насосов или их износ в процессе эксплуатации;

- из текста автореферата не вполне очевидно проводилось ли сравнение модифицированного фильтра Калмана с другими нелинейными фильтрами;

- из текста автореферата неясно каким именно образом лицо, принимающее решение, выбирает, какие из уравнений Комогорова следует отнести к критериям, а какие – к ограничениям;

- в тексте автореферата не указана частота переобучения (адаптации) марковских моделей и ансамблевого фильтра Калмана при изменении свойств пласта (к примеру, при прорыве воды или падении пластового давления);

- из текста автореферата неясно предполагается ли интеграция разработанной МАССППР с автоматической системой пожаротушения и газового пожаротушения. Для объектов 1-й категории взрывоопасности автоматический вывод сигнала на отсечку и включения орошения критичен.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается: компетентностью оппонентов по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки), наличием у них достаточного количества научных публикаций в данной сфере исследований и давших согласие; ведущая организация выбрана как широко известный научно-исследовательский институт, занимающийся научно-прикладными задачами газодобывающей промышленности, и, соответственно, способный определить научную и практическую ценность представленной к защите диссертации, имеющий достаточное количество опубликованных научных работ в данной сфере и подтвердивший согласие.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана совокупность моделей и алгоритмов многокритериального выбора аппарата адаптивного прогнозирования на тактическом уровне показателей ПВБ системы ОПО «пласт-скважина», отличающаяся:

- модифицированной системой показателей пожаровзрывобезопасности;
- многокритериальным выбором моделей аппроксимации исходных данных с применением нечёткого логического вывода;

– многокритериальным выбором и применением модификаций множественного ансамбля фильтра Калмана для адаптивного прогнозирования показателей пожаровзрывобезопасности;

предложены модели и алгоритм для оценки на тактическом и оперативном уровне показателей пожаровзрывобезопасности системы ОПО «УКПГ», отличающиеся применением теории марковских случайных процессов в части динамики средних путем выделения однородных групп ОПО, блуждающих по одним и тем же состояниям и образующих взаимодействующие марковские случайные процессы;

разработан алгоритм многокритериального выбора предпочтительной технологии подготовки газа на пожароопасных производственных объектах системы УКПГ;

доказано, что предлагаемые автором совершенствования АСУТП ПВБ снижают риски недополучения дохода при заданных затратах на обеспечение пожаровзрывобезопасных состояний объектов ПТО ГДК на основе моделей и алгоритма многокритериальной оптимизации рисков;

предложена архитектура и технологии взаимодействия программных агентов многоагентной адаптивной сетевцентрической СППР по управлению пожаровзрывобезопасностью объектов ПТО ГДК.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана работоспособность разработанных моделей и алгоритма многокритериального выбора и адаптивного прогнозирования на тактическом уровне показателей ПВБ системы ОПО «пласт-скважина» (с применением аппарата множественного ансамбля фильтра Калмана), являющихся основой для разработки программного модуля для решения задач адаптивного прогнозирования показателей ПВБ объектов ПТО ГДК;

подтверждена необходимость разработки моделей функционирования групп однородных (находящихся в одних и тех же состояниях) элементов системы «установка комплексной подготовки газа – система охлаждения газа – установка подготовки нестабильного конденсата» (на базе теории марковских случайных процессов в части динамики средних) для обеспечения адаптивного прогнозирования пожаровзрывобезопасности (тактический и оперативный уровни);

раскрыты возможности разработанных моделей и алгоритма многокритериальной оптимизации рисков недополучения дохода при заданных затратах на обеспечение пожаровзрывобезопасных состояний объектов ПТО ГДК;

изложены этапы алгоритма многокритериального выбора предпочтительной технологии подготовки газа на пожароопасных производственных объектах системы УКПГ с учетом технологических и экономических критериев выбора технологии подготовки газа **применительно к проблематике диссертации** для решения задач повышения эффективности управления ПВБ опасных производственных объектов ГДК;

использованы методы сетецентрического управления и многоагентного моделирования для разработки модулей (программных агентов) программно-вычислительного комплекса МАСППР для адаптивного управления ПВБ объектов ПТО ГДК.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены модели и алгоритмы, способствующие реализации адаптивного автоматизированного управления пожаровзрывобезопасностью объектов ПТО ГДК с учетом неопределенности и рисков;

определены и обоснованы отношения зависимости между интенсивностями переходов из состояния в состояние для ведущих групп объектов и средними численностями состояний зависимых групп объектов. Показано, что средние численности работоспособных состояний применительно к функционированию объектов ведущей группы УКПГ, для которых значения показателей ПВБ близки к критическим или характеризуются работой на максимально допустимую мощность, оказывают влияние на интенсивность перехода зависимых групп объектов в неработоспособное состояние;

разработан программно-вычислительный комплекс, позволяющий формировать рекомендации по адаптивному управлению ПВБ по результатам решения задач многокритериального выбора предпочтительного аппарата адаптивного прогнозирования показателей ПВБ, с учетом многокритериального выбора предпочтительной модели аппроксимации показателей ПВБ, определить пожароопасные неработоспособные состояния объектов «пласт-скважина» (или выявить объекты подсистем ГДК, для которых значения ПВБ близки к критическим);

результаты работы рекомендованы к использованию:

- в целях расширения перечня оказываемых услуг «Центра мониторинга новых технологий» в части разработки комплекса рекомендаций по проведению производственно-технического обслуживания оборудования газовых промыслов ГДК для предотвращения крупных пожаров;

– в части разработки рекомендаций по адаптивной диагностике оборудования газовых промыслов в случае смены температурных режимов, условий среды эксплуатации нефтегазоконденсатных месторождений и модернизации установок комплексной подготовки газа, систем охлаждения газа и установок подготовки нестабильного конденсата;

– в целях расширения инжиниринговых услуг ООО «П2Т Инжиниринг» в части постановки и описания процессов и сопровождения выполнения проектно-изыскательных работ для систем подготовки газа и газового конденсата, в особенности применительно к обнаружению проявлений неработоспособных пожароопасных режимов функционирования оборудования (в первую очередь, для объектов, выполненных с применением блочных и блочно-комплектных устройств в районах Крайнего Севера);

– в части обнаружения опасных производственных режимов и состояний объектов системы «пласт-скважина-газосборный коллектор» при решении задач моделирования в зонах развития опасных геологических процессов;

– в части дополнения перечня задач, реализованных в программном комплексе СРРЕ, направленного на расчетно-технологические операции определения показателей работы оборудования с учетом взаимодействия со средой эксплуатации опасных производственных объектов ГДК;

– при проведении занятий по дисциплинам кафедры информационных технологий учебно-научного комплекса автоматизированных систем и информационных технологий Академии ГПС МЧС России «Моделирование процессов и систем», «Системы поддержки принятия решений»;

– в учебной деятельности РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина при разработке рабочих программ дисциплин «Проектирование автоматизированных систем управления. Интегрированные системы» и «Математическое моделирование объектов и систем управления» в части применения разработанных моделей и алгоритмов адаптивного прогнозирования показателей пожаровзрывобезопасности (ПВБ) объектов (ПТО ГДК) для системы «пласт-скважина», а также в виде описания и применения моделей оптимизации функционирования групп объектов установки комплексной подготовки газа (УКПГ), дисциплин «Проектирование автоматизированных систем управления. Промышленные реализации», «Многоагентные адаптивные интегрированные информационно-управляющие системы», «Управление и идентификация» в части применения разработанных алгоритмов многокритериального выбора предпочтительной пожаровзрывобезопасной технологии подготовки газа, применения алгоритма оптимизации рисков недополучения дохода при заданных затратах при

подготовке газа, а также выбора технологий взаимодействия агентов программно-вычислительных комплексов многоагентных адаптивных интегрированных систем.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теория основана на развитии научных подходов к повышению эффективности тактического и оперативного адаптивного автоматизированного управления пожаровзрывобезопасностью объектов ПТО ГДК;

идея разработки моделей и алгоритмов адаптивного автоматизированного управления ПВБ объектов ПТО ГДК основана на апробировании полученных результатов с применением аппарата обработки статистических данных, аппарата множественного ансамбля фильтра Калмана (АФК), аппарата марковских случайных процессов с дискретными состояниями, методов многокритериального анализа, методов оптимизации, методов многоагентного моделирования и сетецентрического управления;

проведено сопоставление результатов, полученных соискателем, с известными статистическими данными и итоговыми величинами показателей ПВБ в рамках проектирования автоматизированных систем управления пожаровзрывобезопасностью опасных производственных объектов ГДК, в особенности расположенных в осложненных условиях среды;

установлено, что результаты, полученные соискателем лично, апробированы на основе производственной информации проектов по разработке и эксплуатации нефтегазоконденсатных месторождений (НГКМ) Арктического региона, а также месячных эксплуатационных рапортов (МЭР) проектов эксплуатации НГКМ, Технологических регламентов.

Личный вклад соискателя состоит в:

– непосредственном получении результатов и выносимых на защиту научных положений диссертационного исследования;

– участии в постановке задач, анализе и проверке полученных результатов, верификации предложенных моделей и алгоритмов адаптивного управления ПВБ объектов ПТО ГДК;

– разработке и реализации новых моделей и алгоритмов адаптивного автоматизированного управления пожаровзрывобезопасностью ОПО ПТО ГДК, в том числе с учетом осложненных условий разработки и эксплуатации НГКМ Крайнего Севера;

– проведении анализа состояния газовых промыслов ГДК на объектах систем «пласт-скважина» и «УКПГ-СОГ-УПНК», особенностей ПТО пожароопасных объектов ГДК;

– подготовки публикаций по теме выполненной работы, включая разработку моделей, алгоритмов, программного обеспечения и способов решения задач, поставленных в диссертации;

– личном участии автора в апробации результатов исследования на международных и всероссийских научных, научно-технических, научно-практических конференциях и семинарах: Международной научно-практической студенческой конференции «Нефть и газ – 2011» (2011, 2014, 2021 гг.); научном семинаре «45. Institutskolloquium 2015» (г. Циттау, Hochschule Zittau/Görlitz, департамент IPM, январь 2015 г.); Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России» (г. Москва, 2016, 2018 гг.); IX Международной научной конференции «ИТ-Стандарт 2019» (МИРЭА – Российский технологический университет, 11–12 марта 2019 г.); 63-й Всероссийской научной конференции МФТИ, секция математического моделирования и вычислительного эксперимента (г. Москва, 23–29 ноября 2020 г.); Ежегодном семинаре «16th International EnKF Workshop» (8–11 июня 2021 г., дистанционный формат); Международной научно-практической конференции «Computational Methods & Ocean Technology (COTech)» (г. Москва, ноябрь 2021 г.); Международной конференции Maple Conference (дистанционное участие, ноябрь 2021 г.); Всероссийской молодежной научной конференции «Актуальные проблемы нефти и газа» (г. Москва, ИПНГ РАН, 20–21 октября 2022 г., 16–18 октября 2024 г.); II Всероссийской научно-практической конференции «Сжиженный природный газ: проблемы и перспективы» (г. Москва, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 8–9 ноября 2022 г.); XIV Всероссийской конференции «Новые технологии в газовой промышленности» (г. Москва, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 14–18 ноября 2022 г.); I Всероссийской научно-практической конференции «Цифровые технологии и платформенные решения для управления развитием электро-энергетики» (г. Севастополь, Севастопольский государственный университет, 23 марта 2023 г.); Международной научно-практической конференции молодых ученых «Искусственный интеллект – возможности практического применения» (AIPRA 2024), (г. Алматы, Caspian University, 10–11 октября 2024 г.); Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Проблемы техносферной безопасности» (г. Москва, Академия государственной противопожарной службы, 22 апреля 2025 г.).

Программы для ЭВМ реализованы автором на основе разработанных моделей и алгоритмов.

Диссертация является структурированной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных экспериментов и проведенных исследований изложены новые научно обоснованные результаты, внедрение которых может способствовать развитию топливно-энергетического комплекса России.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. В качестве моделей аппроксимации показателей ПВБ, помимо известных полиномиальных моделей, Вы обращались к моделям Арпса. Поясните основания такого выбора.

2. Почему в качестве предпочтительного аппарата адаптивного прогнозирования применяется множественный ансамбль фильтра Калмана? Можно ли было использовать, например, модели экспоненциального сглаживания?

3. На слайде представлена схема взаимодействующих марковских случайных процессов для технологий комплексной подготовки газа. В работе Вы ещё упоминаете о системе охлаждения газа и установке подготовки нестабильного конденсата, сопровождающих процессы подготовки газа. Можно ли Вашу схему дополнить группами объектов всех приведенных в диссертации подсистем подготовки газа?

Соискатель Мухина А.Г. ответила на задаваемые в ходе заседания вопросы, согласилась с замечаниями и привела собственную аргументацию:

1. Применение моделей Арпса в качестве моделей аппроксимации обусловлено применением, в первую очередь, в целях прогнозирования изменения дебита, накопленной добычи и давления. Однако, в случае, если рассматривается эксплуатация нефтегазоконденсатного месторождения с высокой обводненностью анализ таких показателей, как обводненность, дебиты флюида, воды, жидкости, которые приняты в диссертации в качестве показателей пожаровзрывобезопасности для системы «пласт-скважина», применение моделей Арпса не всегда может предоставить точные результаты. В связи с этим в качестве моделей аппроксимации также рассмотрены полиномиальные модели.

2. Выбор множественного ансамбля фильтра Калмана (АФК) выбран ввиду рекуррентности, присущей аппарату, а также сильной зашумленности измерений показателей ПВБ. АФК способствует непрерывному обновлению (адаптации) моделей месторождения в соответствии с поступающими измерениями. Но поскольку АФК предполагает Гауссово распределение для

априорной модели, то в диссертации разработаны модификации множественного АФК, две из которых предполагают сглаживание множественного АФК (сглаженный множественный АФК и иерархический сглаженный множественный АФК).

3. Схема взаимодействующих марковских случайных процессов ориентирована на учет групп объектов системы охлаждения газа, включающей АВО, турбодетандерный агрегат и объекты системы подготовки импульсного газа, а также групп объектов установки подготовки нестабильного конденсата. Причем основные группы объектов, составляющие технологическую линию УКПГ, будут взаимодействовать с группами объектов СОГ и УПНК, для которых справедливы отношения между интенсивностями переходов из состояния в состояние, а также средними численностями работоспособных и неработоспособных пожаровзрывоопасных состояний для групп объектов УКПГ и СОГ, УКПГ и УПНК.

На заседании 30.06.2026 г. диссертационный совет принял решение за совокупность информационно-аналитических решений, имеющих существенное значение для повышения эффективности адаптивного управления пожаровзрывобезопасностью объектов производственно-технического обслуживания ГДК и снижения рисков затрат на обеспечение пожаровзрывобезопасности объектов ПТО ГДК присудить Мухиной А.Г. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 5 докторов наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки), участвовавших в заседании, из 16 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 13, против - нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета
д.т.н., профессор

Ученый секретарь
диссертационного совета
к.т.н., доцент

С.В. Соколов

Р.Ш. Хабибулин

«30» июня 2026 г.