

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Мухиной Анастасии Геннадьевны «Модели и алгоритмы адаптивного автоматизированного управления пожаровзрывобезопасностью объектов производственно-технического обслуживания газодобывающего комплекса», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

**Актуальность работы** для производственной деятельности газодобывающих предприятий не вызывает сомнений. В реальных условиях эксплуатации Уренгойского, Заполярного и других северных месторождений мы постоянно сталкиваемся с тем, что технологические регламенты по обеспечению пожаровзрывобезопасности (ПВБ) носят, как правило, детерминированный и статический характер, тогда как фактическое состояние оборудования, свойства сырья и внешние условия непрерывно меняются. Особенно остро эта проблема стоит для объектов установок комплексной подготовки газа (УКПГ) первой категории взрывоопасности. Предложенный Мухиной А.Г. переход от жёстких регламентов к адаптивному, сетцентрическому управлению с прогнозированием рисков – это именно то, чего сегодня не хватает в типовых АСУ ТП промыслов.

**Научные и прикладные результаты**, важные с производственной точки зрения:

1. **Марковские модели взаимодействующих групп оборудования** (абсорберы, дегазаторы, фильтры, насосы) отражают реальную физическую картину на УКПГ: выход из строя или опасное состояние абсорберов закономерно увеличивает вероятность неработоспособных состояний обвязочного оборудования. Выражения (1)–(5), связывающие интенсивности переходов с численностью состояний ведущей группы, позволяют количественно оценивать каскадное развитие аварийных ситуаций – это ценный инструмент для производственных служб.

2. **Модифицированный ансамблевый фильтр Калмана (SHEnKF)** с коррекцией среднего по ансамблю апробирован на реальных промысловых данных (проекты УНГКМ и Заполярного НГКМ). Полученное снижение среднеквадратического отклонения прогноза по таким параметрам, как дебит флюида, обводнённость и загазованность, имеет прямое практическое значение – чем точнее прогноз, тем своевременнее можно корректировать режимы работы скважин и предотвращать опасные концентрации газа.

3. **Многокритериальная оптимизация рисков** (недополучение дохода в сравнении с затратами на ПВБ) с разделением уравнений Колмогорова на критерии и ограничения – это удобная для ЛПР постановка. На промысле мы постоянно балансируем между экономикой и безопасностью, и предложенный подход даёт численное обоснование для принятия решений. Цифры снижения риска (30% для сепараторов, 21% для абсорберов и насосов) выглядят реалистично и достижимо.

4. **Архитектура многоагентной СППР** на стандартах JADE и FIPA, реализованная в виде пяти программных агентов, теоретически может быть интегрирована в существующие SCADA-системы (например, на базе Sirius, Трейс Mode или отечественных аналогов). Наличие четырёх свидетельств о регистрации программ для ЭВМ подтверждает готовность разработки к практическому использованию.

**Практическая значимость** подкреплена не только расчётами, но и прямыми рекомендациями по внедрению на газодобывающем предприятии Западно-Сибирского региона, а также в учебном процессе Академии ГПС МЧС и РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина. Это говорит о востребованности результатов как в эксплуатации, так и при подготовке кадров.

**Замечания и вопросы**, не снижающие общей положительной оценки:

1. В автореферате не указано, как часто требуется переобучение (адаптация) марковских моделей и ансамблевого фильтра при изменении свойств пласта (например, при прорыве воды или падении пластового давления). На реальном месторождении такие изменения происходят постоянно, и алгоритм должен автоматически перестраиваться. Хотелось бы увидеть хотя бы оценочную периодичность или критерий запуска переадаптации.

6/89 от 19.06.2026

2. Не раскрыт вопрос устойчивости предложенных моделей к пропускам данных и грубым ошибкам измерений (выбросы по загазованности, сбой датчиков температуры и т. п.). На промысле это частая ситуация, и система поддержки принятия решений должна корректно на неё реагировать – например, не выдавать ложных тревог.

3. При многокритериальной оптимизации рисков (стр. 14–16) использованы детерминированные ограничения на интенсивности переходов и численности состояний. Однако на практике многие параметры имеют вероятностную природу. Учтена ли неопределённость самих исходных данных (коэффициенты восстановления оборудования, время ремонта) и как – например, через интервальные оценки или байесовский подход?

4. Из текста не ясно, предполагается ли интеграция разработанной МАССПР с автоматической системой пожаротушения и газового пожаротушения, или же она работает только в режиме «советчик» для оператора. Для объектов 1-й категории взрывоопасности автоматический вывод сигнала на отсечку и включение орошения критичен – было бы полезно уточнить.

**Заключение.** Несмотря на указанные вопросы, диссертационная работа Мухиной А.Г. представляет собой законченное, практически ориентированное исследование. Автором предложены и апробированы на реальных данных новые модели и алгоритмы адаптивного управления ПВБ, которые могут повысить уровень промышленной безопасности на газовых промыслах. Работа соответствует требованиям п. 9–14 «Положения о присуждении учёных степеней», а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

**Отзыв составил:**

Заместитель начальника  
производственно-диспетчерской службы  
ООО «Газпром добыча Иркутск»,  
кандидат технических наук

Рагимов Теймур Тельманович

« 08 » 06 2026 года

Телефон: +7(922) 095-44-95

E-mail: [teymur.ragimov@mail.ru](mailto:teymur.ragimov@mail.ru)

Место работы: Общество с ограниченной ответственностью «Газпром добыча Иркутск»

Адрес работы:

629306, г. Иркутск, ул. Нижняя Набережная, 14

Телефон: +7(3952) 25-59-59

E-mail: [irkutsk-dobycha.gazprom.ru](mailto:irkutsk-dobycha.gazprom.ru)

Подпись Теймура Тельмановича Рагимова удостоверяю

Начальник ОК и ТО

ООО «Газпром добыча Иркутск»

И.М. Скоромкина

