

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научно-инновационной
деятельности ФГБОУ ВО «Тамбовский



государственный технический
университет», д.т.н., профессор

Д.Ю. Муромцев

2019 г.

ОТЗЫВ

ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию **Бакасова Сабира Румовича "Управление технологической безопасностью процесса селективной очистки газов на основе нечётких импульсных моделей"**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности)»

Актуальность избранной темы

Представленная на рассмотрение диссертационная работа решает задачу управления технологической безопасностью потенциально опасным процессом селективной очисткой газов производства неконцентрированной азотной кислоты.

В работе развивается одно из научных направлений – управление промышленными объектами, которые характеризуются наличием рисков ведения технологических процессов, высоким уровнем динамики изменения параметров, неопределённостью в знаниях о происходящих физико-химических механизмах в реакторе.

Решение этой проблемы автор предлагает осуществлять с помощью иерархической автоматизированной системы управления, методологию построения которой и разрабатывает в диссертации.

Актуальность данной работы очевидна и опирается на разработанную правительством Российской Федерации стратегию развития до 2020 года. Без использования современных проблемно-ориентированных автоматизированных систем управления и научных подходов, реализованных в них, невозможно находить оптимальные решения сложных задач, определенных в данном документе¹.

В связи с вышеизложенным тема данной кандидатской диссертации является актуальной для науки и практики по специальности 05.13.06.

¹ Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. от 29.07.2018) "О промышленной безопасности опасных производственных объектов"

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Давая оценку диссертации по этим показателям нужно отметить, что:

- автор объективно произвел фактическую оценку современного состояния методов разработки автоматизированных систем управления для такого класса систем, что дало ему возможность четко сформулировать проблему, задачи и методы исследований;
- данные имитационного моделирования показывают реальную картину изученных процессов;
- разработанные модели, алгоритмы и программы обосновали полезность для науки и практики решенных задач диссертации;
- разработанная подсистема автоматизированной системы управления процессом селективной очистки производства неконцентрированной азотной кислоты, практически показала применимость научных разработок диссертации для аналогичных химико-технологических процессов;
- материалы, представленные в работе, могут с успехом применяться для разработки метода построения автоматизированных систем управления потенциально-опасных химико-технологических процессов, так как апробированы на данном процессе и открыты для дальнейшего перспективного наполнения. Они базируются на системном подходе к рассматриваемой проблеме, использовании теории иерархических систем, методов математического моделирования.

Результаты экспериментальных расчетов и позитивные результаты внедрения показали достоверность научных положений, выводов и рекомендаций.

Научная новизна полученных результатов

Научная новизна работы проистекает из новых достаточно бурно-развиваемых направлений науки:

- теории систем и системного анализа;
- нечёткой математики.

Применяя теорию современных систем, автор разработал иерархическую многоуровневую систему управления, которая является результатом применения современных научных предположений о строении систем и взаимосвязи компонентов системы. В работе предложена иерархическая многоуровневая система, которая отражает существующие физико-химические механизмы. Это позволило учесть возникающие при работе, как постепенные, так и внезапные отказы оборудования, систем управления, технологические отказы, влияние нагрузки на постепенные отказы. Исследование возможностей возникновения внезапных отказов привело к необходимости использования критерия риска.

Таким образом, в работе выделены три основных уровня в иерархической системе управления:

- уровень оценки состояния технологической системы по критерию риска ведения

процесса. На основе оценки состояний определяется изменение нагрузки по аммиаку и газо-воздушной смеси на реактор;

- следующий уровень определяет нагрузку по аммиаку и газо-воздушной смеси;
 - на третьем уровне управления осуществляется коррекция коэффициентов уравнений математической модели реактора, которая учитывает постепенное изменение свойств химико-технологической системы.
1. Данная архитектура взаимосвязи основных процессов в технологической системе и системе управления обладает существенной научной новизной, которая отражена в критерии управления верхнего уровня – риск ведения технологического процесса. Данный критерий выделяет состояния в технологической системе, на основе которых определяются управляющие воздействия.
 2. Другая составляющая научной новизны состоит в том, что на основе импульсов значений функции риска строится прогнозное управление технологической системой.
 3. В работе широко применяются мягкие вычисления для учёта постепенных и внезапных отказов. Применение данных методов позволяет существенно повысить качество управления реактором.

Соответствие содержания диссертации паспорту специальности:

В целом, представленная диссертация отвечает паспорту специальности 05.13.06 – автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности). Конкретно представленные положения и результаты можно отнести к следующим пунктам критерия «Область исследования»:

1. *п.3. «Методология, научные основы и формализованные методы построения автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) и производствами (АСУП), а также технической подготовкой производства (АСТПП) и т.д.»* Содержание проведённого исследования опирается на современную методологию решение основных задач разработки многоуровневых систем управления. В работе осуществлено построение модели технологического процесса и многоуровневой системы управления. В качестве основного критерия управления используется критерий риска ведения процесса. Проведён расчёт модели и различных вариантов системы управления, это соответствует *п.3.*
2. *п.6. «Научные основы, модели и методы идентификации производственных процессов, комплексов и интегрированных систем управления»* В работе проведено исследование математических моделей используемых в системе управления процессом селективной очистки, что соответствует *п.6.*
3. *п.10. «Методы синтеза специального математического обеспечения, пакетов прикладных программ и типовых модулей функциональных и обеспечивающих подсистему АСУТП, АСУП. АСТПП и др.»*. Для формирования критерия риска и моделей коррекции коэффициентов математических моделей разработано новое математическое и программное обеспечение для моделирования внезапных и постепенных отказов, что соответствует *п.10.*

В качестве новых научных результатов, полученных автором, следует отметить:

- построена иерархическая многоуровневая система предсказывающего управления процессом селективной очистки, которая отражает физико-химические механизмы протекающие в реакторе, что позволило повысить качество управления процессом;
- построены нечёткие модели постепенных и внезапных отказов, что повлияло на улучшение работы локальных систем управления и, в целом, всей системы;
- гибкое применение нейросетевых методов для реализации механизмов постепенных и внезапных отказов.

Значимость для науки и практики выводов, рекомендаций и результатов.

На основе предложенной методологии автором разработана автоматизированная система управления потенциально-опасным технологическим процессом на основе прогнозного управления. Научная и практическая значимость результатов подтверждена актом внедрения результатов работы, которая показала что положительный эффект от возможного использования и внедрения предлагаемых систем автоматического управления позволит разрабатывать комплекс мероприятий, нацеленных на управление безопасностью промышленных технологий и, соответственно, на снижение потерь и повышение эффективности работы обслуживающего персонала за счет улучшения состояния работоспособности и прогнозирования отказов основного оборудования производств.

Информационное, алгоритмическое и программное обеспечение, разработанное в работе, базируется на новых моделях и содержит новый математический аппарат. Внедрение результатов ускоряет и повышает эффективность процессов управления. Все это указывает на соответствие диссертации критериям практической значимости.

Краткий анализ содержания диссертации и ее завершенности:

Диссертация состоит из введения, пяти глав, вывода, списка используемой литературы и приложения. Общий объем работы составил 196 страниц, включая 33 рисунка и 37 таблиц, список литературы содержит 105 источников. Приложение к работе содержит 62 страницы машинописного текста с 19 иллюстрациями и 31 таблицей.

Во введение приведены обоснование актуальности, научной новизны и практической значимости диссертационной работы, положения выносимые на защиту, сформулированы цели и задачи исследования, описаны возможные методы их решения.

Первая глава посвящена анализу современного состояния в области разработок моделей направленных на решение обеспечения безопасности различных промышленных процессов. Вводится обобщённое понятие технологической безопасности. Приводится описание различных моделей диагностики состояний, показаны возможные инструментальные средства, которые применяются для моделирования химико-технологических систем. Рассмотрено описание технологии процесса селективной очистки, показаны основные свойства процесса, как объекта управления. Как результат формируется постановка задачи управления.

Во второй главе рассмотрена концептуальная модель системы управления технологической безопасностью. Это позволило сформировать архитектуру

управления технологической безопасностью. Рассмотрено определение области и центра безопасности. В работе на основе этих определений строятся расчёты критерия риска и коррекции коэффициентов математической модели.

В третьей главе проведён анализ существующей системы управления. Показана необходимость совершенствования модельных вычислений. Намечаются пути улучшения качества модели.

В четвёртой главе представлена разработка нечёткой модели для коррекции коэффициентов и построение нечёткого регулятора. Коррекция коэффициентов осуществлялась на основе применения ANFIS сети, при построении нечёткого регулятора применялся инструментарий пакета МатЛаб. Проведённая проверка адекватности по критерию дисперсии показала повышение точности работы системы управления. Дисперсия уменьшилась на пять процентов по сравнению с исходной дисперсией за счёт введения в модель нечётких элементов.

В пятой главе рассмотрено построение нечёткой модели риска работы технологического процесса. Проведён синтез нескольких структур и моделирование системы. Выбранная иерархическая САР показала значительное увеличение качества работы системы управления. В заключении главы приводится обоснование целесообразности модернизации системы управления на основе использования результатов работы. В приложение рассмотрено вычисление условного эффекта, основанного на использовании данного исследования.

Личный вклад соискателя

Автором работы выполнена основная часть представленной на рассмотрение работы:

1. Анализ существующих работ по диагностики состояний и обеспечению технологической безопасности промышленных технологий.
2. Анализ инструментария для проведения модельных вычислений различных вариантов систем управления процесса селективной очистки производства не концентрированной азотной кислоты.
3. Модельное исследование технологических режимов работы как существующей системы, так и разрабатываемых систем обеспечения технологической безопасности.
4. Оценка качества разработанных вариантов и сделан выбор наилучшего из них на основе имитационного моделирования.
5. Оценка условного эффекта от возможного применения результатов работы на действующем производстве.

Замечания по работе

1. Нет обоснования применения иерархической системы управления.
2. Неясна связь между уровнями иерархии.
3. Нет описания аналогичных методов, использующих технологический критерий риска для промышленных процессов.
4. Нет пояснения критериев, применяемых на различных уровнях иерархии.

5. Недостаточно подробно описаны алгоритмы формирования расчёта критериев риска.
6. Мало поясняется выбор функций принадлежности для различных лингвистических переменных.
7. Неясно, почему выбирается вид формы терма.
8. В работе присутствуют различные методы оценки параметров математической модели – ANFIS сеть, технология Мамдани. Не раскрыто как определялось применение этих различных подходов.
9. Диссертация напечатана в соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011, замечаний нет, однако в автореферате допущены досадные опечатки в формулах.

Заключение

Указанные замечания не снижают ценность рецензируемой работы. Общая оценка работы положительная.

По научной и практической значимости полученных результатов диссертация соискателя является научно-квалификационной работой, изложенной на достаточно высоком научном уровне, соответствует п. 9 Положения ВАК РФ о присуждении ученых степеней, а ее автор Бакасов Сабир Румович достоин присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.13.06 - «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности)»

Настоящий отзыв заслушан и обсужден на расширенном заседании кафедры "Информационные процессы и управление" протокол № 1 от 12 сентября 2019г.

Заведующий кафедрой "Информационные процессы и управление"

доктор технических наук, профессор

Матвейкин Валерий Григорьевич

тел: (4752) 639187

E-mail: ipu@ahp.tstu.ru



Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ТГТУ»)

392000 Тамбов, ул. Советская, 106

Телефон (4752) 63-10-19, факс (4752) 63-06-43, E-mail: tstu@admin.tstu.ru