

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.269.14,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»,
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 26.12.2018 №28

О присуждении Иванову Константину Александровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата **технических** наук.

Диссертация «Автоматизированная система стабилизации потока органической фазы в каскаде экстракционных колонн»

по специальности 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (химическая промышленность)»

принята к защите 18 октября 2018 г. (протокол заседания № 21) диссертационным советом Д 212.269.14, созданным на базе Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования (ФГАОУ ВО) «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, приказом Минобрнауки России № 944/нк от 17.08.2015 г.

Соискатель Иванов Константин Александрович, 1984 года рождения.

В 2007 году соискатель окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Томский политехнический университет».

В 2015 году соискатель окончил заочную аспирантуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Работает инженером по АСУ ТП на Радиохимическом заводе АО «Сибирский химический комбинат» Государственной корпорации «Росатом».

Диссертация выполнена в научно-образовательной лаборатории «Электроника и автоматика физических установок» Инженерной школы ядерных технологий ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, Горюнов Алексей Германович, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» Инженерная школа ядерных технологий, руководитель отделения ядерно-топливного цикла.

Официальные оппоненты:

Дмитриев Вячеслав Михайлович – доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», профессор кафедры «Компьютерные системы в управлении и проектировании»;

Макеева Инга Равильевна – кандидат физико-математических наук, Федеральное государственное унитарное предприятие «Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики имени академика Е.И. Забабахина», начальник лаборатории
дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Акционерное общество «Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов имени академика А.А. Бочвара», г.Москва в своем **положительном отзыве**, подписанном Кашеевым Владимиром Александровичем, кандидатом физико-математических наук, председателем секции научно-технического совета отделения П-220, директором отделения П-220, Шмидт Ольгой Витальевной, кандидатом химических наук, доцентом, ведущим экспертом, ученым секретарем научно-технического совета отделения П-220, Шадриним Андреем Юрьевичем, доктором химических наук, старшим научным сотрудником, главным экспертом, **указала**, что диссертационная работа Иванова Константина Александровича по своему науч-

ному уровню, актуальности, новизне результатов, их достоверности, обоснованности выводов, научной и практической значимости удовлетворяет требованиям п. 9, абзац 2 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор – Иванов Константин Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (химическая промышленность) за разработку математического обеспечения и технических решений системы автоматизированного управления каскада экстракционных колонн.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ все они по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 3 работы. Представленный перечень публикаций соискателя, и их тематика полностью отражают основные положения диссертационной работы и подтверждают их апробацию. Недостоверные сведения в тексте диссертации о работах, опубликованных соискателем, отсутствуют. Личный вклад автора в достижение результатов составляет не менее 70%. Общий объем опубликованных по теме диссертации работ составляет 2 печатных листа. **Наиболее значительные из них:**

1. **Иванов, К. А.** Система стабилизации потока органической фазы каскада колонн с частотным управлением насосами / К.А. Иванов, А.Г. Горюнов // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2011. – № 6. – С. 47–52.

2. **Иванов, К. А.** Двухканальная адаптивная система автоматического управления буферной ёмкостью с использованием частотного управления / К.А. Ивнов, А.Г. Горюнов // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2013. – №9. – С. 3–7.

3. **Иванов, К. А.** Система стабилизации потока органической фазы каскада экстракционных колонн с применением частотного управления погружными центробежными насосами / К.А. Иванов, А.Г. Горюнов, Э.Ю. Шенцов, А.В. Биянов // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2010. – Т.53. – №11. – С. 206–210.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: 1) **Генкина Аркадия Львовича**, доктора технических наук, ведущего научного сотрудника лаборатории № 41 ФГБУН «Институт проблем управления имени В.А. Трапезникова Российской академии наук» (г. Москва); 2) **Голецкого Николая Дмитриевича**,

кандидата химических наук, начальника лаборатории комплексных исследований по технологии топливного цикла АО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина» (г. Санкт-Петербург); 3) **Дурновцева Василия Яковлевича**, кандидата технических наук, доцента, доцента кафедры «Электроника и автоматика физических установок» Северского технологического института – филиала ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (г. Северск Томской обл.); 4) **Иванова Владимира Юрьевича**, кандидата физико-математических наук, и.о. директора физико-технического института, заведующего кафедрой экспериментальной физики ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (г. Екатеринбург); 5) **Каледина Валерия Олеговича**, доктора технических наук, профессора, заведующего научно-исследовательской лабораторией математического моделирования Новокузнецкого института (филиала) ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет» (г. Новокузнецк Кемеровской обл.); 6) **Кузина Руольфа Евгеньевича**, доктора технических наук, профессора, главного научного сотрудника испытательной лаборатории радиационного контроля АО «Ведущий научно-исследовательский институт химической технологии» (г. Москва); 7) **Потекаева Александра Ивановича**, доктора физико-математических наук, профессора, директора Сибирского физико-технического института и **Галсанова Солбона Владимировича**, кандидата технических наук, научного сотрудника Сибирского физико-технического института ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (г. Томск).

Все отзывы **положительные** с замечаниями. В отзывах содержатся следующие критические замечания: 1) не отражено сравнение методов аппроксимации и не перечислены критерии, представлен только выбранный метод на основе нечеткой нейронной сети; 2) не представлены патенты, подтверждающие уникальность разработанного метода управления; 3) недостаточно четко обоснована необходимость двухканальной системы стабилизации расхода органической фазы; 4) из текста автореферата не следует применимость принятых допущений в математической модели; 5) не представлена структура разработанной нейронно-нечеткой сети и не приведены набор нечетких правил и функций принадлежности; 6) описанный алгоритм управления охватывает только первую экстракционную

колонну и буферную емкость, что оставляет открытым вопрос о взаимодействии агрегатов при моделировании работы всего каскада; 7) как многие авторы, не может избежать фетишизма компьютерного протокола при представлении численных значений.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается высокой квалификацией специалистов, достижениями в области управления, автоматизации и моделирования технологических процессов и производств и подтверждается публикациями в ведущих журналах.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны и реализованы математическая модель каскада экстракционных колонн, описывающая динамику прохождения органической фазы, базирующаяся на нейро-нечеткой сети; научная идея синтеза и анализа адаптивной системы управления с применением компьютерной модели процесса на основе нейро-нечеткой сети;

предложен оригинальный подход к моделированию процесса прохождения органической фазы по каскаду экстракционных колон с использованием нейро-нечеткой сети;

доказана перспективность и эффективность предложенной идеи синтеза и анализа адаптивной системы управления с применением компьютерной модели процесса на основе интеллектуальной технологии с нейро-нечеткой сетью;

введено понятие о «двухконтурной двухканальной САУ с адаптивной подстройкой», основной особенностью которой, является работа по принципу «грубо»-«плавно» с подстройкой структуры внешнего контура.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана состоятельность методики синтеза систем стабилизации расходов различных сред в промышленности с обеспечением увеличения точности модели объекта управления в условиях ограниченного количества экспериментальных данных на основе нейро-нечеткой сети;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс существующих базовых методов математического моделирования, автоматического управления, методики сбора и обработки исходной информации;

изложены аргументы, свидетельствующие о том, что разработанная автоматизированная система стабилизации потока органической фазы в каскаде колонн обеспечивает снижение высокочастотных и низкочастотных колебаний расхода органической фазы и в целом позволяет повысить производительность и надёжность работы каскада экстракционных колонн;

раскрыты проблемы неэффективного демпфирования расхода органической фазы по каскаду колонн, связанные с генерацией одноконтурными системами стабилизации уровней в буферных емкостях высокочастотных и низкочастотных колебаний расхода органической фазы;

изучены факторы, такие как показатели качества работы локальных систем автоматического управления технологическими переменными, влияющие на качественное протекание процесса экстракции в каскаде экстракционных колонн;

проведена модернизация автоматизированной системы управления каскадом экстракционных колонн установки аффинажа природного урана, обеспечивающая техническую возможность увеличения расхода органической фазы и в целом увеличение производительности в 2-3 раза;

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

разработаны и внедрены: алгоритм управления и адаптации параметров системы стабилизации расхода органической фазы в каскаде экстракционных колонн (акт АО «СХК» о внедрении №70-1445 от 22.05.2017);

определены перспективы практического использования предложенных моделей и алгоритмов для разработки и автоматизации аналогичных систем управления экстракционными каскадами (в атомной, химической и пищевой промышленности);

создана система практических рекомендаций в виде нормативных документов на АО «СХК» по ограничениям и совместной работе частотного привода с погружными центробежными насосами;

представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований эффективности разработанной автоматизированной системы стабилизации расхода органической фазы в каскаде колонн, а также рекомендации по ее эксплуатации и применению.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты проверены в условиях промышленной эксплуатации на Радиохимическом заводе АО «СХК»;

теория построена на известных положениях теории математического моделирования, автоматического управления, не противоречит уже имеющимся общепризнанным достижениям в рассматриваемой области и подтверждается представленными результатами экспериментальных исследований;

идея базируется на анализе практики и обобщении передового опыта в области теории математического моделирования и автоматического управления, а принятые в работе авторские решения основаны на известных проверенных методах и методиках разработки систем управления технологическими процессами;

использованы сравнения авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике, которые содержатся в опубликованных работах;

установлено качественное и количественное соответствие авторских результатов результатам из независимых источников по данной тематике;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, современные и эффективные методы автоматического управления, современный комплекс моделирования (Matlab / Simulink).

Личный вклад соискателя состоит в анализе литературы по теме диссертации, разработке и реализации математической модели процесса прохождения потока органической фазы в каскаде экстракционных колонн, синтезе системы стабилизации потока органической фазы, разработке адаптера для непрерывной настройки системы автоматического управления, в проведении экспериментальных исследований, обработке результатов экспериментальных исследований, анализе полученных результатов, оформлении и подготовке их к публикации.

Диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и алгоритмические решения и разработки в области моделирования и автоматизации технологических процессов, протекающих в каскаде экстракционных колонн, имеющие существенное значение для повышения эффективности и безопасности технологий аффинажа урана на базе каскада экстракционных колонн и соответствует п. 9, абз. 2 Положения о присуждении ученых степеней.

На заседании **26 декабря 2018 года** диссертационный совет принял решение присудить **Иванову К.А.** ученую степень кандидата **технических наук**.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 6 докторов наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (химическая промышленность), участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 19, против нет, недействительных бюллетеней нет.

И.о. Председателя
диссертационного совета

Вергун А.П.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Видяев Д.Г.

26 декабря 2018 г.