

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.063.05,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ИВАНОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА МИНИСТЕРСТВА
НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 21 декабря 2020 г., №17

О присуждении Алексееву Евгению Алексеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Анализ, оптимизация и управление процессом твердофазного дополиамидирования» по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в химических технологиях, нефтехимии) принята к защите 19 октября 2020 года, (протокол заседания № 14), диссертационным советом Д 212.063.05, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный химико-технологический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 153000, г. Иваново, пр.-т Шереметевский, 7, приказ о создании совета № 105/нк от 11 апреля 2012 года.

Соискатель Алексеев Евгений Алексеевич, 1990 года рождения.

В 2013 году соискатель с отличием окончил Ивановский государственный химико-технологический университет с присвоением квалификации магистра по направлению подготовки 220400 Управление в технических системах.

В 2016 году соискатель освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в очной аспирантуре ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Работает старшим преподавателем кафедры технической кибернетики и автоматики в ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре технической кибернетики и автоматики ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-

технологический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Лабутин Александр Николаевич, ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет», кафедра технической кибернетики и автоматизации, профессор.

Официальные оппоненты:

Холоднов Владислав Алексеевич, доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)», кафедра системного анализа и информационных технологий, профессор;

Тихомиров Сергей Германович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», кафедра информационных и управляющих систем, профессор дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» (г. Москва) в своем положительном отзыве, подписанном Глебовым Михаилом Борисовичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой кибернетики химико-технологических процессов и Писаренко Еленой Витальевной, доктором технических наук, доцентом, профессором кафедры кибернетики химико-технологических процессов указала, что диссертация Алексеева Евгения Алексеевича является завершенной научно-квалификационной работой, в которой представлены научно обоснованные технические и технологические разработки по моделированию и оптимизации процесса твердофазного дополиамидирования, структурному и параметрическому синтезу алгоритмов управления реактором-дополимеризатором на базе динамических полиномиальных регуляторов и регуляторов состояния, являющиеся вкладом в развитие методологических основ и практических подходов к созданию эффективных комплексов «реактор – подсистема управления».

Результаты исследований рекомендуются к использованию в учебном процессе при подготовке магистров по направлению «Управление в технических системах».

Программное средство для определения оптимальных режимных параметров процесса дополиамидирования и алгоритмы управления

процессом рекомендуются к использованию в исследовательских организациях, занимающихся разработкой и проектированием технологических процессов синтеза полиамида-6, а также на предприятиях химической промышленности при проведении модернизации производственного процесса получения полиамида-6, например, ПАО «КуйбышевАзот» г. Тольятти и др.

Соискатель имеет 21 опубликованную работу, в том числе по теме диссертации опубликована 21 работа, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 3 работы, и одна статья в зарубежном журнале *Technical Transactions. Mechanics*, а также получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Личный вклад соискателя в опубликованных работах по теме диссертации не менее 50% и состоит в участии в обосновании идеи работы и ее реализации путем постановки цели и задач исследования и непосредственного участия в выполнении теоретических, аналитических и прикладных исследований, их обработке, проведении вычислительных экспериментов, а также в обобщении результатов исследований и разработке рекомендаций по их использованию, во внедрении результатов исследований.

Недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах в диссертации отсутствуют.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Алексеев, Е.А. Моделирование процесса получения полиамида-6 / Е.А. Алексеев, Б.А. Головушкин, А.Н. Лабутин, Е.В. Ерофеева // Изв. вузов. Химия и хим. технология. – 2015. – Т.58. – Вып. 1. – С. 65-68.
2. Алексеев, Е.А. Имитационное моделирование стадии синтеза поликапроамида для управления процессом его промышленного получения / Е.А. Алексеев, Б.А. Головушкин, А.Н. Лабутин, Е.В. Ерофеева // Изв. вузов. Экономика, финансы и управление производством. – 2014. – Т.22. – Вып. 4. – С. 108-112.
3. Алексеев, Е.А. Оценка общесистемных и структурных свойств реактора-дополимеризатора как объекта управления / Е.А. Алексеев, Б.А. Головушкин, А.Н. Лабутин, Е.В. Ерофеева // Изв. вузов. Экономика, финансы и управление производством. – 2015. – Т.24. – Вып. 2. – С. 182-184.

На диссертацию и автореферат поступили 6 отзывов, все положительные.

В отзыве доктора технических наук, профессора Дворецкого Дмитрия Станиславовича, заведующего кафедрой «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» ФГБОУ ВО «Гамбовский государственный технический университет» отмечены следующие замечания: 1. Затруднительно определить корректность модели (5), описывающей процессы в грануле, в виду отсутствия размерности величин, входящих в правые части уравнений. 2. Из автореферата не ясно, как влияет значение среднегеометрического корня характеристического полинома ω_0 на показатели качества переходных процессов управления? 3. В автореферате отсутствует характеристика критерия выбора «подходящей» модели из совокупности рассматриваемых при проведении процедуры редукции исходной математической модели.

В отзыве кандидата технических наук, доцента Лопатина Александра Геннадиевича, заведующего кафедрой «Автоматизация производственных процессов» ФГБОУ ВО «Новомосковский институт (филиал) Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева» отмечены следующие замечания: 1. Не указан количественный показатель выбора размерности ячеечной модели процесса при проведении редукции (упрощения) исходной модели. 2. Из автореферата не ясна возможность использования алгоритма управления концентрацией на базе регулятора состояния при измерении только выходной переменной.

В отзыве кандидата технических наук, доцента Маланова Алексея Геннадьевича, заведующего кафедрой «Кибернетика» ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет» отмечены следующие замечания: из текста автореферата не ясно: каким образом выбирались регулирующие воздействия для управления температурой гранул и концентрацией мономера в гранулах; какой численный метод нелинейного программирования использовался при решении задачи оптимизации реактора.

В отзыве доктора технических наук, доцента Бобкова Владимира Ивановича, заведующего кафедрой высшей математики филиала ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске отмечены следующие замечания: 1. В автореферате отсутствует характеристика алгоритма технологической оптимизации реактора-дополимеризатора. Может ли использоваться этот алгоритм для решения задачи оптимизации если конструктивные параметры реактора не заданы? 2. Из автореферата не ясно как оценивалась степень соответствия

редуцированной ячеечной модели реактора и формализованной модели динамики исходной математической модели процесса?

В отзыве доктора технических наук, профессора Зиятдинова Надира Низамовича, заведующего кафедрой системотехники ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» отмечены следующие замечания: 1. Не указано, почему параметрическая идентификация модели кинетики проводилась только параметру k_2 ? 2. Из автореферата не ясно, почему в пилотном реакторе организовано прямоточное движение теплоносителя и реакционной смеси?

В отзыве проректора по научной работе, доктора технических наук, профессора Тютикова Владимира Валентиновича, заведующего кафедрой автоматизации технологических процессов ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» отмечены следующие замечания: 1. В работе отсутствует сравнение предложенных алгоритмов с классическими ПИ- и ПИД-алгоритмами, возможностей которых для объектов второго порядка обычно оказывается достаточно. 2. В работе отсутствует обоснование выбора порядка динамического полиномиального регулятора.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается высокой компетентностью Холоднова Владислава Алексеевича и Тихомирова Сергея Германовича в данной предметной области и наличием в ведущей организации ученых, являющихся безусловными специалистами по теме защищаемой диссертации (Глебов М.Б., Дорохов И.Н., Меньшутина Н.В.), что подтверждается значительным количеством публикаций в области системного анализа химико-технологических процессов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана математическая модель двухфазного реактора-дополимеризатора, отражающая иерархическую структуру явлений и процессов, протекающих в реакторе;

предложена и обоснована формализованная математическая модель динамики реактора в форме передаточных функций по различным динамическим каналам: расход гранул – концентрация мономера в гранулах, температура гранул, расход теплоносителя – концентрация мономера в гранулах, температура гранул, концентрация мономера в гранулах на входе - концентрация мономера в гранулах, температура гранул, температура

теплоносителя на входе в рубашку - концентрация мономера в гранулах, температура гранул;

предложена система конкурирующих гипотез о структуре алгоритма управления температурой твёрдых частиц и концентрацией мономера в гранулах, включающая: алгоритм на базе безынерционного регулятора состояния, регулятора состояния с интегральной составляющей, полиномиального динамического регулятора.

доказана работоспособность комплекса «реактор – управляющая подсистема» при выбранных алгоритмах управления температурой гранул и концентрацией мономера в гранулах путём математического моделирования и исследования свойств устойчивости, инвариантности к возмущениям и ковариантности с заданием.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: доказана эффективность интегрированного (совместного) проектирования (синтеза) химико-технологических процессов и систем управления на примере реактора-дополимеризатора с использованием принципов и методов системного анализа;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы структура и методы системного анализа, численные методы оптимизации, методы современной теории управления для синтеза алгоритмов управления сложными многомерными объектами;

изложены элементы теории и этапы структурного и параметрического синтеза алгоритмов управления температурой твёрдых гранул и концентрации мономера в гранулах;

изучены основные свойства комплекса «реактор – управляющая подсистема», определяющие эффективность его функционирования: устойчивость, инвариантность к возмущениям и ковариантность с заданием.

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

разработаны программные средства решения задач системного анализа реактора-дополимеризатора и технологической оптимизации (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019663488); программа параметрической идентификации модели кинетики при заданной температуре; программное средство для реализации вычислительного эксперимента при имитационном моделировании комплекса «реактор – управляющая подсистема»;

представлены рекомендации по структуре алгоритмов управления температурой твёрдых частиц и концентрацией мономера в гранулах при стабилизации данных параметров в условиях действия возмущений; разработана методика определения оптимальных значений нагрузки на аппарат по твёрдой фазе и расхода теплоносителя при заданных конструктивных параметрах реактора, обеспечивающие максимальную степень превращения капролактама и заданное значение температуры твёрдых гранул.

Результаты работы могут быть рекомендованы для использования в образовательных организациях при подготовке магистров по направлению «Управление в технических системах», в исследовательских организациях, занимающихся разработкой и проектированием технологических процессов синтеза полиамида-6, а также на предприятиях химической промышленности при проведении модернизации производственного процесса получения полиамида-6.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: идея базируется на анализе практики и обобщении опыта интегрированного проектирования (синтеза) химико-технологических процессов и систем управления; установлено, что результаты и выводы диссертации обоснованы квалифицированным использованием принципов и методов системного анализа химико-технологических процессов, методов математического моделирования сложных систем с использованием специализированного программного обеспечения, методов современной теории управления; достоверность полученных результатов подтверждается сравнением расчётных и экспериментальных данных по кинетике процесса твердофазного дополиамидирования; согласованностью результатов вычислительного эксперимента по исследованию работоспособности алгоритмов управления с теоретическими положениями; актом внедрения результатов работы в учебный процесс; свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019663488.

Личный вклад соискателя состоит в: выборе направления исследований и постановке конкретных задач исследования (совместно с руководителем), выборе методов решения задач, научном анализе и интерпретации полученных результатов, апробации результатов исследования, подготовке публикаций по выполненной работе

(совместно с соавторами), разработке математических моделей и алгоритмов управления процессом.

Квалификационная оценка диссертации

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи, соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием непротиворечивой методологической платформы и основной идейной линии интегрированного проектирования химико-технологических процессов и систем управления с использованием принципов и методов системного анализа.

По своему содержанию диссертация отвечает паспорту специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (в химических технологиях, нефтехимии)» в части формулы специальности:

«... специальность, занимающаяся проблемами разработки и применения методов системного анализа сложных прикладных объектов исследования..., включая вопросы анализа, моделирования и оптимизации, совершенствования управления..., с целью повышения эффективности функционирования объектов исследования»;

в части области исследований:

«Формализация и постановка задач системного анализа, оптимизации, управления...»;

«Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления...»;

«Разработка специального...алгоритмического обеспечения систем... управления».

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация Алексеева Е.А. представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, в которой представлены научно обоснованные технические и технологические разработки по моделированию и оптимизации процесса твердофазного дополиамидирования, структурному и параметрическому синтезу алгоритмов управления реактором-дополимеризатором на базе динамических полиномиальных регуляторов и регуляторов состояния, являющиеся вкладом в развитие методологических основ и практических подходов к созданию эффективных комплексов «реактор – подсистема управления».

Диссертационная работа «Анализ, оптимизация и управление процессом твердофазного дополиамидирования» соответствует критериям, установленным п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней»

(утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор Алексеев Евгений Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в химических технологиях, нефтехимии).

На заседании 21 декабря 2020 года диссертационный совет принял решение присудить Алексееву Е.А. ученую степень кандидата технических наук.

В соответствии с приказом Минобрнауки России от 22 июня 2020 года № 734 и согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 26 мая 2020 года №751 при проведении заседания диссертационного совета в удаленном интерактивном режиме по окончании защиты диссертации диссертационный совет проводит открытое голосование по присуждению ученой степени.

При проведении открытого голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.13.01 рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовал: за - 19, против – нет, воздержавшихся - нет.

Председатель
диссертационного совета

Бутман Михаил Федорович

Ученый секретарь
диссертационного совета

Зуева Галина Альбертовна

21.12.2020