

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.479.04,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 26 октября 2023 г. № 17

О присуждении Мифтахову Эльдару Наилевичу, гражданину РФ, ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Исследование физико-химических закономерностей процессов синтеза полимеров методами компьютерного и имитационного моделирования» по научной специальности 1.4.4. Физическая химия принята к защите 29 июня 2023 года (протокол № 8) диссертационным советом 24.2.479.04, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (450076, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32), приказ № 519/нк от 24.03.2023 г.

Соискатель, Мифтахов Эльдар Наилевич, 14 января 1986 года рождения. В 2008 году окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Стерлитамакская государственная педагогическая академия» по специальности «Прикладная математика и информатика» с присуждением квалификации «Математик, системный программист».

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-

математических наук на тему «Кинетическое моделирование процессов сополимеризации бутадиена со стиролом в эмульсии» по научной специальности 02.00.04 – Физическая химия защитил в 2011 году в диссертационном совете Д 212.013.10 при Башкирском государственном университете.

Работает в должности младшего научного сотрудника научно-инновационного управления Стерлитамакского филиала Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре математического моделирования Стерлитамакского филиала Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный консультант – Мустафина Светлана Анатольевна, доктор физико-математических наук, профессор, проректор по развитию филиальной сети, заведующая кафедрой математического моделирования Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий».

Официальные оппоненты:

1. Цыбенова Светлана Батожаргаловна, доктор физико-математических наук (02.00.04 – Физическая химия), доцент, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН», ведущий научный сотрудник лаборатории компьютерного моделирования биомолекулярных систем и наноматериалов;

2. Кольцов Николай Иванович, доктор химических наук (02.00.15 – Кинетика и катализ), профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашский

государственный университет имени И.Н. Ульянова», заведующий кафедрой физической химии и высокомолекулярных соединений;

3. Коледина Камила Феликсовна, доктор физико-математических наук (02.00.04 – Физическая химия), доцент, Институт нефтехимии и катализа – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Уфимский федеральный исследовательский центр РАН», старший научный сотрудник лаборатории математической химии

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «МИРЭА - Российский технологический университет», г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном Пестовым Сергеем Михайловичем – доктором химических наук, профессором кафедры физической химии имени Я.К. Сыркина, Кацманом Евгением Александровичем – доктором химических наук, профессором, профессором кафедры общей химической технологии, указала, что по своей актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости, количеству и качеству публикаций представленная диссертационная работа является научно-квалификационным исследованием, совокупность результатов которого можно квалифицировать как научное достижение, определяющее инновационный подход к исследованию сложных физико-химических процессов и способствующее более глубокому их изучению и отвечает требованиям п.п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а автор представленной работы заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по научной специальности 1.4.4. Физическая химия.

Соискатель имеет 96 научных работ, из них 33 научные работы в журналах, рекомендованных перечнем ВАК РФ при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, а также в изданиях, входящих в международные базы цитирования Web of Science и Scopus, 4 монографии, 50 работ в сборниках трудов конференций различного уровня. Получено 9 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ

Общий объём публикаций по теме диссертации 57,8 п.л., авторский вклад – 43,6 п.л. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Mustafina S., Miftakhov E., Akimov A., Podvalny S., Gabelashvili K. Assessing the hydrodynamic effect on the molecular parameters of the isoprene polymerization product in the presence of a neodymium-based catalytic system // ACS Omega. – 2022. – V. 7. – P. 17652–17657.

2. Miftakhov E., Mustafina S., Akimov A., Larin O., Gorlov A. Developing methods and algorithms for cloud computing management systems in industrial polymer synthesis processes // Emerging Science Journal. – 2021. – V. 5, № 6. – P. 964-973.

3. Мифтахов Э.Н., Мустафина С.А., Насыров И.Ш., Фаизова В.Ю. Исследование кинетической неоднородности каталитической системы на основе сольвата хлорида гадолиния в производстве 1,4-цис-полиизопрена // Журнал прикладной химии. – 2022. – Т. 95, № 3. – С. 375-381 (Miftakhov E.N., Mustafina S.A., Nasyrov I.S., Faizova V.Y. Kinetic heterogeneity of the catalytic system based on gadolinium chloride solvate in 1,4-cis-polyisoprene production // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2022. – V. 95, № 3. – P. 423-429).

4. Мифтахов Э.Н., Насыров И.Ш., Мустафина С.А., Захаров В.П. Исследование кинетики процесса полимеризации изопрена в присутствии неодимсодержащих каталитических систем, модифицированных в

турбулентных потоках // Журнал прикладной химии. – 2021. – Т. 94, № 1. – С. 81-87 (Miftakhov E.N., Nasyrov I.S., Mustafina S.A., Zakharov V.P. Study of kinetics of isoprene polymerization in the presence of neodymium-containing catalytic systems modified in turbulent flows // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2021. – V. 94, № 1. – P. 77-83).

5. Мифтахов Э.Н., Мустафина С.А., Подвальный С.Л., Насыров И.Ш., Захаров В.П. Исследование гидродинамического влияния на молекулярные параметры продукта полимеризации изопрена в присутствии неодимсодержащего каталитического комплекса // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Естественные науки. – 2022. – № 5(104). – С. 120-138.

6. Мифтахов Э.Н., Мустафина С.А., Спивак С.И. Моделирование и численное исследование физико-химических закономерностей 1,4-цис-полиизопрена, полученного в присутствии модифицированных каталитических систем // Вычислительные технологии. – 2020. – Т. 25, № 3. – С. 7-17.

7. Мифтахов Э.Н., Мустафина С.А., Насыров И.Ш., Мустафина С.И. Модифицированный метод решения обратных задач формирования молекулярно-массового распределения в условиях интервального характера исходных экспериментальных данных // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Химия. – 2022. – № 1(47). – С. 102-112.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Ведущая организация – ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет». Отзыв положительный. Имеются замечания: 1) Насколько правомерно говорить о соблюдении условий изотермичности для исследуемых процессов? В частности, при исследовании процесса получения 1,4-цис-полиизопрена в присутствии титансодержащей каталитической системы, протекающей в каскаде из 2 реакторов, достаточно четко указано, что в первом полимеризаторе достигается более чем 50-процентная степень превращения!!! (рис.4.15) Очевидно, что такой рост конверсии сопровождается значительным

тепловыделением. Данный факт требует пояснения. 2) В работе достаточно подробно описаны результаты влияния гидродинамики на характер кинетической неоднородности титан- и неодим- содержащих катализаторов на примере трубчатого аппарата при турбулентном режиме. Не проводились ли подобные испытания для каталитической системы на основе сольвата хлорида гадолиния, позволяющие оценить эффективность гидродинамического воздействия? 3) В работе не уточняются детали проведения хроматографического анализа, предполагающего предварительную калибровку по образцам полиизопрена с заданной молекулярной массой. При описании условий проведения эксперимента дается лишь ссылка на ГОСТ Р 57268.1-2016 (ИСО 16014-1:2012), определяющий общие требования к определению средней молекулярной массы и молекулярно-массового распределения полимеров методом эксклюзионной хроматографии. 4) Не указаны погрешности экспериментальных данных на представленных в работе рисунках, которые бы позволили оценить точность расчетных результатов, полученных с помощью кинетических моделей. 5) В тексте диссертации исходные данные часто приведены в разных размерностях (массовые и мольные концентрации). Не ясно, что являлось входными данными для организации расчетов и как осуществлялся расчет мольной концентрации используемых реагентов? 6) При моделировании реальных производственных процессов и их исследовании возникает проблема, которая связана с обработкой и хранением достаточно больших объемов данных. Соискатель указывает на то, что для организации подобных расчетов разработана система облачных вычислений, подробно описанная в главе 5. Однако, не совсем ясно, насколько эффективно она показала себя при организации вычислений в рамках реализации как кинетического, так и статистического подхода. И позволяет ли подобный подход получить качественно иные результаты? Удалось ли в ходе исследования получить какие-либо ценные рекомендации для промышленного производства? 7) Работа была бы более информативной, если бы лабораторные и промышленные данные были

представлены в виде таблиц. 8) Единство терминологии в тексте не всегда выдерживается. Например, вычислительный эксперимент (принятый термин) иногда называется вычислительными испытаниями.

2. Официального оппонента, доктора физико-математических наук, доцента, ведущего научного сотрудника лаборатории компьютерного моделирования биомолекулярных систем и наноматериалов Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН» Цыбеновой Светланы Батожаргаловны. Отзыв положительный.

Имеются замечания: 1) При моделировании непрерывных процессов автор в силу технологических условий организации производства относит используемые полимеризаторы к реакторам идеального перемешивания. Очевидно, что начиная со второго реактора, в силу достаточно высокой концентрации полимера и большого молекулярного веса, вязкость растет. Выполняются ли условия идеального смешения в этом случае? 2) Из описания работы следует, что представленная методология ведения расчетов не ограничивается набором типовых схем элементарных реакций. Однако не ясно, чем обоснован выбор конкретных процессов для апробации методологии – процессов полимеризации изопрена в присутствии каталитической системы на основе титана, неодима, гадолиния, а также процесса сополимеризации бутадиена со стиролом. 3) В главе 4.1 автор достаточно подробно изложил принципы по определению характеристик продукта в пусковых и статических режимах непрерывного производства. Однако, из результатов вычислений не совсем ясно – насколько отличаются получаемые результаты в рамках реализации кинетического подхода. Подобных сравнений не приведено. 4) Несмотря на достаточно подробное описание структуры разработанной информационной системы в главе 5, автор не приводит ни одного параметра используемого высокопроизводительного оборудования, позволяющего оценить масштаб и эффективность системы. 5) В работе имеются мелкие

замечания: а) стр.58 уравнение (2.7) и стр.71 уравнение (2.16), выражение для нормы нигде не определено; б) предпочтительно использовать экспоненциальную форму чисел, например, на стр. 170:  $1.77 \cdot 10^{-4}$  моль вместо 0.000177 моль; в) не ясна роль коэффициентов  $i, j, s$  в описании начальных условий (4.31) для системы дифференциальных уравнений (4.30) на стр. 216; г) отсутствует параметр функции  $\beta$  в выражениях (2.12)-(2.13) на стр.71.

3. Официального оппонента, доктора химических наук, профессора, заведующего кафедрой физической химии и высокомолекулярных соединений Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова» Кольцова Николая Ивановича. Отзыв положительный.

Имеются замечания: 1) Для кинетических параметров, характеризующих скорость основных элементарных реакций процесса получения полиизопрена в присутствии неодимового катализатора, неправильно указана размерность: вместо л/(моль·сек) указано л/(моль·мин) (в частности, на стр. 173, 224 и 278). 2) В результатах вычислительного эксперимента на стр. 204 автор отмечает, что «... 30 часов имитации модельного времени позволяют получить качественные расчетные результаты». Чем обусловлен именно такой временной период и не даст ли проведение вычислений до 40 или 50 часов более качественные результаты? 3) Чем руководствовался соискатель при решении обратных задач с целью идентификации кинетических параметров, задавалась ли область поиска и что определяло ее выбор, чтобы избежать проблем с единственностью решения обратной задачи? На мой взгляд, это требует дополнительного пояснения. 4) Не совсем ясно, чем объясняется отличие молекулярно-массового распределения двух образцов полимера на рис.2.8? Было бы логичнее представить исходные данные по молекулярно-массовому распределению в табличном виде для каждого из образцов полимера. 5) Имеются более мелкие замечания: нет единого стандарта при описании условий организации лабораторных экспериментов, что ухудшает



чтение и восприятие работы; присутствие в тексте диссертации терминов, характерных только для технологии производства (шихта, каскад, полимеризатор, мешалка, стоппер, сырье и т.д.).

4. Официального оппонента, доктора физико-математических наук, доцента, старшего научного сотрудника лаборатории математической химии Института нефтехимии и катализа – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Уфимский федеральный исследовательский центр РАН» Колединой Камилы Феликсовны. Отзыв положительный.

Имеются замечания: 1) В диссертации приводятся значения кинетических параметров, характеризующих скорости основных элементарных реакций. Но при этом не учитывается влияние температуры и из текста работы неясно, изменяется ли температура в течение всего процесса? 2) На стр.123 автор приводит выражения, позволяющие рассчитать величину дисперсии композиционного распределения. Однако в тексте диссертации не приведены результаты подобных расчетов. Аналогичное замечание можно применить к выражению для расчетов величины  $M_z$  в таблице (3.1) на стр.117-118. Не ясно, какую роль она выполняет, если статистические моменты 3-го порядка не рассчитывались. 3) Известно, что даже разбавленные растворы полимеров характеризуются достаточно высокой вязкостью реакционной смеси, однако автор при модельном описании процесса не учитывает диффузионные ограничения для протекания химических процессов. 4) Из текста диссертации неясно была ли проведена оценка погрешности при применении метода статистических моментов для решения системы дифференциальных уравнений процессов полимеризации? 5) В п. 5.1 диссертации, в таблицах 5.1-5.3 приведены отдельные файлы для решения прямой задачи полимеризации с числом активных центров 1, 2, 3, 4. Если в задаче будет 5 типов активных центров или более, то необходимо заново писать программу? Не автоматизирован процесс формирования системы дифференциальных

уравнений в зависимости от введенного числа активных центров. Также Web клиент разработанной информационной системы, находящийся в локальном доступе, пока не позволяет исследователям применить его для решения научных задач. б) В диссертации встречаются неточности и опечатки: в табл. 3.5 нет значения параметра  $k_{da}$  из схемы на стр. 167, но при этом приводится  $k_c$ , которого нет в схеме; стр. 64-65 диссертации на рис. 2.3 представлена зависимость от  $\ln M$ , а в табл. 2.2 приводится  $IgM$ ; в п. 2.1.1 не поясняется переход от уравнения (2.9) к (2.10), поскольку простое преобразование должно приводить к другому виду уравнения; рис. 2.7, 2.8 нет подписи осей.

5. Доктора физико-математических наук, профессора, заведующего кафедрой «Информатики и компьютерных технологий» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет» Кризского Владимира Николаевича. Отзыв положительный. Имеется замечание: решение оптимизационной задачи (2) с функционалами интегрального вида сводится к задаче (3)-(5) для уравнения Эйлера. При этом преобразовании была использована квадратурная формула трапеций. Из текста реферата не ясно, почему было отдано предпочтение именно этой формуле Ньютона-Котеса.

6. Доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Системотехника» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» Зиятдинова Надира Низамовича. Отзыв положительный. Имеются замечания: 1) Чем обусловлены допущения, принятые при проведении вычислительных экспериментов для оценки гидродинамического влияния, оказываемого непрерывным режимом организации производства, на молекулярные характеристики получаемого продукта (стр. 30)? 2) Не указаны мольные концентрации реагентов для процесса сополимеризации бутадиена со стиролом. Вместо этого соискатель руководствуется массовой нагрузкой, характерной для крупнотоннажного производства.

7. Доктора технических наук, профессора кафедры информационных и

управляющих систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» Тихомирова Сергея Германовича. Отзыв положительный. Замечаний нет.

8. Доктора химических наук, ведущего научного сотрудника кафедры физической химии химического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» Курамшиной Гульнары Маратовны. Отзыв положительный. Имеется замечание: при описании условий организации вычислительного эксперимента для процесса сополимеризации бутадиена со стиролом в каскаде реакторов соискатель определяет состав дозировки регулятора по механизму многоточечной подачи, однако при этом не уточняет, какие реакторы используются в рассматриваемом процессе. Имеются ли критерии выбора, которые могут оказать влияние на получаемые результаты?

9. Доктора технических наук, профессора, директора Казанского научно-исследовательского института полимеров и спецкаучуков, заведующей кафедрой «Технология синтетического каучука» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» Зенитовой Любви Андреевны. Отзыв положительный. Имеются вопросы и замечания: 1) В автореферате соискатель достаточно избирательно подошел к вопросу описания исходных условий при описании вычислительных экспериментов - не везде приведены молярные концентрации. 2) Из кинетической схемы, которая представлена на с.19 не совсем ясно, чем руководствовался соискатель при игнорировании кинетических закономерностей реакции инициирования.

10. Доктора физико-математических наук, профессора кафедры математики физического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» Яголы Анатолия Григорьевича. Отзыв положительный. Замечаний нет.

11. Доктора химических наук, профессора, заведующего кафедрой химии

и химической технологии материалов ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» Рудакова Олега Борисовича. Отзыв положительный. В качестве замечаний отмечается отсутствие в автореферате подробностей организации имитационного подхода к решению задач, позволяющих оценить масштаб и трудоемкость проводимых вычислений. В частности, в автореферате не отражены результаты вычислительных экспериментов, выполненных на основе применения статистического подхода, представляют собой итог конкретного проведенного расчета или же усредненный результат нескольких расчетов, проведенных при одинаковых условиях? В автореферате не приведены методы и оборудование лабораторного экспериментального определения ММР и кинетических параметров полимеризации. Не приведены метрологические характеристики экспериментальных точек.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой профессиональной квалификацией, наличием публикаций по проблематике, связанной с темой диссертации, компетенциями в вопросах, имеющих отношение к теме работы. Ведущая организация и оппоненты не имеют совместных проектов и публикаций с соискателем.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- впервые создана методология, позволяющая для сложных процессов, протекающих по разным механизмам, решать задачи восстановления кинетической схемы; идентификации кинетических параметров; определения вида молекулярно-массового распределения, размер-состав и композиционного распределения; оценки влияния технологических параметров непрерывного производства на молекулярные свойства продукта;
- впервые разработан имитационный подход, позволяющий при выборе вида модельного распределения для каждого типа активных центров, решать обратную задачу оценки кинетической неоднородности и идентификации

кинетических параметров на основе первичной физико-химической информации;

- в рамках имитационного подхода разработаны методы числовой оценки молекулярно-массового распределения продуктов гомополимеризации в условиях существования нескольких типов активных центров, для процессов сополимеризации – методы числовой оценки размера и композиционного состава образующихся макромолекул;

- разработана методика модельного описания непрерывного режима ведения процесса, позволяющая представить молекулярно-массовое распределение в каскаде реакторов в виде суперпозиции распределений, которые формируются в каждом реакторе. Апробация методики на процессе полимеризации изопрена в присутствии неодимового катализатора с мольным составом  $\text{NdCl}_3 \cdot n\text{i-PrOH}/\text{Al}(\text{i-C}_4\text{H}_9)_3/\text{пиперилен} = 1/12/2$  показала, что с увеличением числа реакторов наблюдается устойчивый рост усредненных молекулярных характеристик при сохранении ширины молекулярно-массового распределения получаемого продукта;

- для процесса полимеризации изопрена в присутствии неодимового катализатора с мольным составом  $\text{NdCl}_3 \cdot n\text{i-PrOH}/\text{Al}(\text{i-C}_4\text{H}_9)_3/\text{пиперилен} = 1/13/2.6$  показано, что существенную роль в механизме ограничения роста полимерных цепей несет также триизобутилалюминий, присутствующий изначально в составе каталитического комплекса, несмотря на наличие в системе диизобутилалюминийгидрида, выполняющего роль регулятора молекулярной массы. Для восстановленного механизма решена обратная задача по идентификации константы передачи цепи на триизобутилалюминий;

- путем решения обратной задачи формирования молекулярно-массового распределения для процесса получения полиизопрена в присутствии каталитической системы на основе сольвата хлорида гадолиния с мольным составом  $\text{GdCl}_3 \cdot n\text{i-PrOH}/\text{Al}(\text{i-C}_4\text{H}_9)_3/\text{пиперилен} = 1/20/2.5$  идентифицировано наличие не менее 3 типов активных центров,

инициирующих процесс полимеризации: тип  $A_{Gd} - \ln M = 11.2$ , доля – 0.14; тип  $B_{Gd} - \ln M = 12.9$ , доля – 0.44; тип  $C_{Gd} - \ln M = 14.2$ , доля – 0.42;

- в результате решения обратных задач химической кинетики для процесса сополимеризации бутадиена со стиролом численно определены кинетические параметры, характеризующие скорости реакций обрыва цепи по механизмам рекомбинации и диспропорционирования;

- на основе представленной методологии разработана информационная система, обладающая пользовательским интерфейсом, которая позволяет в режиме постоянного сетевого доступа проводить оценку количественных параметров продукта в зависимости от состава реакционной смеси и условий протекания процесса.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- впервые разработана методология, позволяющая для сложных процессов, протекающих по разным механизмам, решать общие физико-химические задачи и учитывать влияние различных факторов на свойства и структуру получаемого продукта. Предлагаемая методология способствует глубокому пониманию кинетики и механизма молекулярных взаимодействий, позволяет установить механизм формирования молекулярно-массовых характеристик и неоднородность продукта по размер-составу/композиционному составу в непрерывном режиме производства при переменных внешних условиях;

- разработана база данных кинетического и статистического моделирования, позволяющая представить результаты вычислительных и лабораторных экспериментов в едином информационном пространстве, что способствует формированию ценного источника данных для глобального развития теории исследования сложных физико-химических процессов.

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

- создана информационная система для исследования процессов

промышленного синтеза полимеров, включающая разработанные методы и подходы, которые позволяют проводить исследование в условиях различного наполнения механизма сложного процесса физико-химической информацией и решать задачи подбора оптимальных условий синтеза полимеров в зависимости от требований к скоростям процессов и молекулярным характеристикам;

- расчетные модули информационной системы внедрены в работу лабораторий АО «Синтез-Каучук» (г. Стерлитамак, Республика Башкортостан) и используются в производстве полимерной продукции, позволяя технологам производства осуществлять плановый эмпирический контроль в направлении совершенствования основных циклов производства;

- разработанные методология и информационная система применяются в учебном процессе ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» при обучении студентов и аспирантов естественнонаучного профиля.

Оценка достоверности результатов обеспечена использованием в качестве основ фундаментальных законов математики, химии, физики и выбором теоретически обоснованных методов, а также подтверждается удовлетворительным согласованием результатов проведенных расчетов с экспериментальными данными и опубликованными данными других исследователей.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии во всех стадиях научно-исследовательского процесса: от постановки задачи до проведения экспериментальных работ и подготовки публикаций. Научные результаты, вынесенные на защиту, получены автором самостоятельно.

В ходе защиты диссертации было высказано критическое замечание, что в работе соискатель применяет разный стиль для обозначения одних и тех же химических формул.

Соискатель Мифтахов Э.Н. согласился с высказанным замечанием.

На заседании 26.10.2023 г. диссертационный совет принял решение за научное достижение, заключающееся в создании новой методологии на основе компьютерного и имитационного моделирования для исследования физико-химических закономерностей сложных процессов, протекающих по разным механизмам, присудить Мифтахову Эльдару Наилевичу ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 8 докторов физико-математических наук по профилю защищаемой диссертации, участвовавших в заседании; из 18 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 16, против – 0.

Председатель

диссертационного совета



*Mustafin Ahat Gazizyanovich* Мустафин Ахат Газизьянович

Ученый секретарь

диссертационного совета

*Ismagilova Albina Sabiryanovna*

Исмагилова Альбина Сабирьяновна

26 октября 2023 г.