

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Д 212.204.16, созданного на базе Российского химико-технологического университета имени Д. И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета  
от 19 июня 2018 года, протокол № 10

О присуждении **Кохову Тимур Александровичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Топологическо-эвристическо-вычислительные алгоритмы и комплекс программ оптимизации энергоресурсоэффективности трассировки систем обогрева сложных технологических трубопроводов» в виде рукописи по специальностям 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, технические науки, и 05.17.08 – Процессы и аппараты химических технологий, технические науки, принята к защите 17 апреля 2018 года, протокол № 7, диссертационным советом Д 212.204.16, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева» Министерства образования и науки Российской Федерации (125047, Москва, Миусская площадь, 9, приказ о создании диссертационного совета от 12 октября 2015 года № 1238/нк).

**Соискатель Кохов Тимур Александрович**, 04 октября 1991 года рождения, в 2013 году окончил Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации.

**Освоил программу подготовки** научно-педагогических кадров в очной аспирантуре Российского химико-технологического университета имени Д. И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации в период с 01 августа 2013 года по 01 сентября 2017 года.

Работает в должности ведущего специалиста группы выполнения проектов Общества с ограниченной ответственностью «АВЕВА».

Диссертация выполнена на кафедре информатики и компьютерного проектирования Российского химико-технологического университета имени Д. И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, профессор **Гартман Томаш Николаевич**, заведующий кафедрой информатики и компьютерного проектирования Российского химико-технологического университета имени Д. И. Менделеева.

**Научный консультант** – академик Российской академии наук, доктор технических наук, профессор **Мешалкин Валерий Павлович**, заведующий кафедрой логистики и экономической информатики Российского химико-технологического университета имени Д. И. Менделеева.

### Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор **Холоднов Владислав Алексеевич**, гражданин Российской Федерации, профессор кафедры системного анализа и информационных технологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)», Санкт-Петербург;

доктор технических наук, профессор **Филаретов Геннадий Федорович**, гражданин Российской Федерации, профессор кафедры управления и информатики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт», Москва,

дали *положительные отзывы на диссертацию*.

**Ведущая организация** – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И. М. Губкина», Москва, в своем положительном заключении, подписанном заведующим кафедрой «Прикладная математика и компьютерное моделирование», доктором технических наук, профессором **Каневской Региной Дмитриевной**; доктором технических наук,

наук, профессором той же кафедры Сухаревым Михаилом Григорьевичем и кандидатом технических наук, доцентом той же кафедры Иткиным Виктором Юрьевичем, указала, что автор диссертации Кохов Тимур Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ и 05.17.08 – Процессы и аппараты химических технологий (отзыв заслушан и одобрен на научном семинаре кафедры «Прикладной математики и компьютерного моделирования» 17 мая 2018 года, протокол № 4).

Соискатель имеет **8 опубликованных работ** по теме диссертации, в том числе по теме диссертации опубликовано **8 работ**, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано **2 работы**. Недостоверные сведения об опубликованных работах в диссертации отсутствуют. Общий объем работ по теме диссертации составляет **56 страниц**. Соискателем опубликовано **2 работы** в материалах всероссийских и международных конференций, получено **1 свидетельство о государственной регистрации программы** для электронно-вычислительных машин. Две статьи **написаны лично**, 6 публикаций сделаны в соавторстве.

**Личный вклад соискателя** в опубликованных работах по теме диссертации **не менее 80 %** и состоит из следующих результатов: изложены научно-обоснованные технические и технологические разработки по созданию математического, программно-информационного обеспечения оптимизации энергоресурсоэффективной трассировки систем обогрева сложных технологических трубопроводов; предложена аппроксимационная математическая модель и алгоритм расчета процесса теплообмена в сложной теплотехнической системе из нескольких параллельных технологических трубопроводов в едином изоляционном кожухе с неподвижным изотермическим продуктом.

**Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:**

– **Кохов Т.А.** Автоматизированное проектирование обогрева технологических трубопроводов тепловыми спутниками // Химическая Промышленность сегодня. 2016. № 10. Москва. С. 44-51.

– **Кохов Т.А., Гартман Т.Н., Корельштейн Л.Б.** Программный комплекс проектирования обогрева технологических трубопроводов тепловыми спутниками для системы автоматизированного проектирования // Программные продукты и системы. 2015. № 4 (112). Тверь. С. 244-248.

На диссертацию и автореферат поступило **8 отзывов, все положительные**. В отзывах указывается, что диссертационная работа имеет высокий теоретический и экспериментальный уровень; большое научное и практическое значение; по своей научной новизне, практической значимости и актуальности соответствует требованиям Высшей аттестационной комиссии.

В отзыве **доктора технических наук, профессора Зиятдинова Надира Низамовича**, заведующего кафедрой системотехники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», **имеется замечание:** рассматривались ли автором другие способы проверки эффективности алгоритма теплогидродинамических расчетов и почему выбор автора пал на использование критерия минимизации нормы разности между аналитическими и численными значениями.

В отзыве **кандидата технических наук Перервы Олега Валентиновича**, старшего научного сотрудника Лаборатории крупнотоннажных кремнийорганических мономеров № 6 Государственного научного центра Российской Федерации акционерного общества «Государственный Орден Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт химии и технологии элементоорганических соединений» **указаны замечания:** несмотря на то, что в обосновании актуальности работы автор отметил отсутствие в публикациях исследований по точности расчётов температурного поля в конструкциях и отсутствие достаточной проверки результатов этих расчётов на соответствие реальности, в представленной диссертационной работе проверка адекватности аппроксимационной математической модели процесса теплообмена выполнена только на основе вычислительного эксперимента в сравнении с результатами расчёта в программном комплексе ELCUT. Сопоставление результатов работы аппроксимационной математической модели с данными, снятыми с реального производственного объекта, выполнено не было; неясно, возможна ли адаптация разработанного комплекса программ для его применения с помощью других известных систем автоматизированного проектирования при проектировании объектов нефтегазохимического комплекса.

В отзыве **доктора технических наук, профессора Слепцова Владимира Владимировича**, заведующего кафедрой «Радиоэлектроника, телекоммуникации и нанотехнологии» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет)» **имеется замечание**: неясно, рассматривался ли автором другой способ моделирования теплообмена - через эффективную теплопроводность среды.

В отзыве **доктора технических наук Васина Владимира Алексеевича**, генерального директора акционерного общества Научно-производственное предприятие «Полигон-МТ» **содержится замечание**: недостаточное внимание уделено оценке оперативности предложенных алгоритмов для программных комплексов реального времени, а также не вполне ясен ответ на вопрос, имеются ли возможности для снижения времени расчетов.

В отзыве **кандидата технических наук Ивановской Елены Владимировны**, ведущего инженера-технического писателя общества с ограниченной ответственностью «Интасис» **имеется замечание**: неясно, как программно реализована разработанная автором методика математического моделирования процесса теплообмена в сложной теплотехнической системе.

В отзыве **кандидата технических наук Продан Романа Константиновича**, руководителя отдела развития акционерного общества «Числовая механика» **содержится замечание**: недостаточное внимание уделено взаимосвязи процедуры трассировки с расчетами гидродинамических и тепловых процессов.

В отзыве **доктора технических наук, профессора Большакова Александра Афанасьевича**, профессора кафедры «Телематика (при центральном научно-исследовательском и опытно-конструкторском институте робототехники и технической кибернетики)» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» **содержатся замечания**: адекватность предложенной математической модели проверялась лишь по данным вычислительных экспериментов, без использования информации натуральных исследований; не приведены результаты повышения показателей энергоресурсосбережения при внедрении в Акционерном обществе «Гипрогазоочистка» для оптимальной трассировки систем теплового обогрева шести установок производства элементарной серы; не представлены постановка задачи оптимизации энергоресурсоэффективной трассировки систем теплового обогрева, исследование сходимости предложенных эвристических методов ее решения; не описана научная новизна разработанного проблемно-ориентированного комплекса программ оптимизации энергоресурсоэффективной трассировки систем теплового обогрева технологических трубопроводов.

В отзыве **доктора технических наук, профессора Панарина Владимира Михайловича**, заведующего кафедрой «Охрана труда и окружающей среды» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тульский государственный университет» **имеется замечание**: недостаточный объем приведенных данных о преимуществах разработанной аппроксимационной модели по сравнению с традиционным подходом по оперативности получения результатов и ее универсальности.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации **полностью обоснован их высокой компетентностью в данной предметной области, подтвержденной значительным количеством публикаций** по математическому моделированию, методам численного анализа и оптимизации химико-технологических процессов и сложных химико-технологических систем как объектов химической технологии, в том числе, трубопроводных и гидравлических систем, проектированию и разработке программных комплексов имитационного моделирования, систем управления технологическими процессами и систем позиционирования объектов, использованию интеллектуальных методов обработки и анализа данных, что **позволяет объективно оценить научную и практическую значимость диссертации**.

**Диссертационный совет отмечает**, что на основании выполненных соискателем исследований: – **разработаны** аппроксимационная математическая модель и алгоритм расчета процесса теплообмена в сложной теплотехнической системе из нескольких параллельных технологических трубопроводов в едином изоляционном кожухе с неподвижным (период остановки продукта) изотермическим продук-

том;

- **проверена** точность аппроксимационной математической модели процесса теплообмена с применением численного моделирования температурных полей на стационарных моделях теплопередачи методом конечных элементов с помощью универсального программного комплекса ELCUT;
- **сформулирована** содержательная, или инженерно-технологическая, постановка неформализованной задачи оптимальной энергоресурсоэффективной трассировки систем теплового обогрева сложных технологических трубопроводов;
- **созданы** на основе изучения и систематизации большого числа инженерно-технических исследований, наборы эвристических правил энергоресурсоэффективной трассировки;
- **предложен** декомпозиционный топологическо-эвристический алгоритм оптимальной энергоресурсоэффективной трассировки систем обогрева сложных технологических трубопроводов;
- **разработаны** архитектура и режимы функционирования комплекса программ оптимизации энергоресурсоэффективной трассировки систем обогрева сложных технологических трубопроводов.

**Теоретическая значимость исследования** обоснована тем, что применительно к проблематике диссертации результативно использованы методы термодинамики, теории теплообменных и гидродинамических процессов, методы математического моделирования, вычислительной математики, математической физики; методы теории графов; численные методы решения систем дифференциальных уравнений; современные методы теории искусственного интеллекта; универсальные программные средства разработки комплексов программ.

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

- **применены** разработанные аппроксимационная математическая модель и алгоритм расчета процесса теплообмена в сложной теплотехнической системе для выполнения расчетов по тепловым потокам от обогреваемых трубопроводов с учетом различных конструкций изоляционного кожуха и влияния диаметров, толщин и свойств материалов стенки на перепад температур по сечению трубопровода с достаточной степенью точности;
- **применен** разработанный комплекс программ (свидетельство о государственной регистрации программы для электронных вычислительных машин № 2017663546) оптимальной энергоресурсоэффективной трассировки систем теплового обогрева сложных технологических трубопроводов для решения нескольких сложных практических задач проектирования установок: утилизации сероводорода на Акционерном обществе «Славнефть-Ярославнефтеоргсинтез»; производства серы в составе комплекса гидрокрекинга на Акционерном обществе «Мозырский нефтеперерабатывающий завод»; производства элементарной серы на Публичном акционерном обществе «Акционерная нефтяная компания «Башнефть»; очистки дымовых газов регенерации от катализаторной пыли и очистки образующих стоков на Обществе с ограниченной ответственностью «ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез»; производства элементарной серы на Акционерном обществе «Сызранский нефтеперерабатывающий завод»; производства элементарной серы на Акционерном обществе «Куйбышевский нефтеперерабатывающий завод».
- **определены** с использованием разработанного комплекса программ на стадии проектирования оптимальные энергоресурсоэффективные трассы системы теплового обогрева сложных технологических трубопроводов шести установок производства элементарной серы;
- **получен** акт об использовании научных и прикладных результатов работы в решении задач проектирования промышленных производств, выполненных Акционерным обществом «Гипрогазоочистка».

**Результаты работы** могут быть рекомендованы для изучения и применения в научных и образовательных организациях, а также в организациях по проектированию производств нефтегазохимического комплекса, в частности, в федеральных государственных бюджетных образовательных учреждениях высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет», «Казанский национальный исследовательский технологический университет», «Гамбовский государственный технический университет»; Публичном акционерном обществе «Газпром нефть», Акционерных обществах «НИПИгазпереработка», «ВНИПИнефть».

**Оценка достоверности, обоснованности научных результатов и выводов результатов исследования** подтверждаются корректным использованием апробированных научных положений и методов исследования; обеспечена строгостью используемого математического аппарата, корректным применением методов математического моделирования теплообменных и гидродинамических процессов, методов теории искусственного интеллекта и теории графов, согласованностью новых научных результатов с традиционными теоретическими разработками и подтверждается многочисленными вычислительными экспериментами и использованием при проектировании многих промышленных производств.

**Личный вклад соискателя** состоит в постановке цели и основных задач диссертации; в разработке аппроксимационной математической модели процесса теплообмена, топологическо-эвристическо-вычислительных алгоритмов и их программной реализации; в проведении, обработке, интерпретации и апробации результатов вычислительных экспериментов; в решении задач проектирования многих промышленных производств.

Диссертационный совет, на основании вышеизложенного, пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой **завершенную самостоятельно выполненную научно-квалификационную работу, в которой изложены новые инженерно-технические, научно-организационные и технологические решения** по оптимизации трассировки систем теплового обогрева сложных технологических трубопроводов, реализация которых обеспечивает повышение энергоресурсоэффективности производств химического и нефтегазохимического комплекса.

По своему содержанию диссертация **отвечает паспорту специальности 05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)** в части: **пункта 3** «Разработка, обоснование и тестирование эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий»; **пункта 5** «Комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента»; **пункта 8** «Разработка систем компьютерного и имитационного моделирования»; **паспорту специальности 05.17.08 Процессы и аппараты химических технологий (технические науки)** в части: **пункта 3** «Способы, приемы и методология исследования гидродинамики движения жидкости, газов, перемещения сыпучих материалов, исследование тепловых процессов в технологических аппаратах и технологических схемах, исследования массообменных процессов и аппаратов»; **пункта 9** «Методы анализа (расчета) и оптимизации показателей устойчивости, надежности и безопасности химико-технологических систем».

По актуальности, научной новизне и практической значимости **диссертационная работа соответствует требованиям**, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (с изменениями и дополнениями), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

На заседании 19 июня 2018 года, протокол № 10 диссертационный совет принял решение присудить Кохову Тимур Александровичу ученую степень кандидата технических наук по специальностям 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ и 05.17.08 – Процессы и аппараты химических технологий.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **18 человек**, из них **7 докторов наук** по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки), **3 доктора наук** по специальности 05.17.08 – Процессы и аппараты химических технологий (технические науки), участвовавших в заседании, из **22 человек**, входящих в состав совета, дополнительно введены в состав диссертационного совета 3 человека, проголосовали: **за присуждение ученой степени – 18**, против присуждения ученой степени – **нет**, недействительных бюллетеней – **нет**.

Председатель заседания диссертационного совета

Ученый секретарь диссертационного совета

Оли

Дударов