

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 999.086.03 НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КОМСОМОЛЬСКИЙ-НА-АМУРЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ», ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»,  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» ПО  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 9 февраля 2017 г. № 19

О присуждении Гончарову Антону Александровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка методов идентификации виртуальных анализаторов для АСУ ТП ректификации нефти» по специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)» принята к защите 6 декабря 2016 г., протокол № 17 диссертационным советом Д 999.086.03 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего

образования «Амурский государственный университет», 681000, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, д.27, созданный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 773/нк от 24 июня 2016 г.

Соискатель Гончаров Антон Александрович 1987 года рождения, в 2010 году окончил Дальневосточный государственный технический университет (ДВПИ имени В.В. Куйбышева). Год окончания обучения в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт автоматике и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук - 2016. Работает младшим научным сотрудником в лаборатории систем управления технологическими процессами Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт автоматике и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук.

Диссертация выполнена в лаборатории систем управления технологическими процессами Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт автоматике и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук.

Научный руководитель - доктор технических наук, доцент Торгашов Андрей Юрьевич, главный научный сотрудник лаборатории систем управления технологическими процессами Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт автоматике и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук.

**Официальные оппоненты:**

Веревкин Александр Павлович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет», профессор кафедры «Автоматизация технологических процессов и производств»;

Благодарный Николай Семенович, кандидат технических наук, доцент,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ангарский государственный технический университет», заведующий кафедрой автоматизации технологических процессов;

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова, г. Москва в своем положительном отзыве, подписанном доктором технических наук, профессором Бахтадзе Натальей Николаевной, заведующей лабораторией № 41 «Идентификации систем управления» и утвержденном доктором технических наук, профессором Новиковым Дмитрием Александровичем, директором ФГБУН ИПУ РАН, указала, что диссертация соответствует паспорту специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)» и удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Гончаров Антон Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Соискатель имеет 17 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 17 работ, из которых 7 статей в изданиях, рекомендованных ВАК, 1 авторское свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. Общий объем публикаций по теме диссертации 6,26 п.л., авторских – 5,1 п.л.; публикаций в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК Минобрнауки России – 3,1 п.л., авторских – 2,4 п.л.

Наиболее значимые работы:

1. Идентификация параметров моделей динамических виртуальных анализаторов технологических объектов управления / А. А. Гончаров, Г. Б. Диго, Н. Б. Диго, А. Ю. Торгашов // Автоматизация в промышленности. – 2014. – № 7. – С. 31-33.

2. Использование системы ограничений на параметры прогнозирующих моделей при идентификации массообменных технологических объектов / А. А. Гончаров, Г. Б. Диго, Н. Б. Диго, А. Ю. Торгашов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2016. – № 1. – С. 25-34.
3. Гончаров, А. А. Идентификация массообменных технологических объектов с учетом ограничений на параметры модели / А. А. Гончаров, А. Ю. Торгашов, И. В. Жуков // Автоматизация в промышленности. – 2016. – № 6. – С. 34-38.
4. Гончаров, А. А. Использование имитационного моделирования в задаче идентификации массообменного технологического объекта / А. А. Гончаров, А. Ю. Торгашов // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2016. – № 2. – С. 23-30.
5. Торгашов, А. Ю. Современные методы построения систем усовершенствованного управления технологическими процессами. / А. Ю. Торгашов, А. А. Гончаров, С. А. Самотылова // Вестник ДВО РАН. – 2016. – № 4 (188). – С. 102-107.
6. Goncharov, A. Application of active set method for soft sensor model identification of crude oil distillation process / A. Goncharov, A. Torgashov // Proc. DOOR 2016. – 2016. – CEUR-WS, Vol. 1623. – P. 723-732.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы (все положительные):

1. Отзыв ведущей организации Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова, г. Москва в своем положительном отзыве, подписанном доктором технических наук, профессором Бахтадзе Натальей Николаевной, заведующей лабораторией № 41 «Идентификации систем управления» и утвержденном доктором технических наук, профессором, Новиковым Дмитрием Александровичем, директором ФГБУН ИПУ РАН. Замечания: 1) Не рассматриваются адаптивные модели ВА, в частности, «локальные» модели, используемые для описания сложных нелинейных динамических объектов. 2) Не приводится сравнение с моделями ВА, полученными с помощью

традиционных методов, используемых при малой выборке данных (бутстреп). 3) Недостаточно полно исследована задача выбора структуры модели ВА. При выборе структуры модели необходимо в большей степени основываться на аналитической модели процесса. 4) Не исследована возможность получения нелинейных моделей с использованием данных моделирования технологического процесса.

2. Отзыв официального оппонента, профессора кафедры автоматизации технологических процессов и производств Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет», доктора технических наук, профессора Веревкина Александра Павловича. Замечания: 1) Недостаточно ссылок на работы в области аналитического моделирования массообменных процессов (работы Марушкина Б.К., например). 2) Недостаточно обоснована целесообразность применения дискретных аналогов ядер Вольтерра. Для каких условий это целесообразно? Как определить эти условия? 3) При подготовке экспериментальных данных для последующей обработки не очень четко выстроены процедуры подготовки: какие и как усреднялись данные (или не усреднялись), почему без усреднения лучше и насколько лучше, с чем проводилось сравнение. Материалы п. 2.7 исходят из того, что, во-первых, имеется только транспортная задержка (инерционное запаздывание учитывается кусочно-постоянной аппроксимацией транспортными запаздываниями). Во-вторых, задержки по всем входам принимаются одинаковыми! Последнее допущение очень сильное. В колонне с боковыми отборами, например, динамика изменения качества отборов и температур на тарелках отбора первого и четвертого погонов при изменении сырья различаются значительно. Обоснование допущений отсутствует. 4) В работе нет ответа на вопрос: как учитываются неизмеряемые параметры (качество сырья, изменение характеристик массообмена при изменении нагрузки колонны). Было бы

целесообразно дать какие-то оценки по диапазонам изменения динамических параметров в их связи с неизмеряемыми параметрами.

3. Отзыв официального оппонента, заведующего кафедрой автоматизации технологических процессов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ангарский государственный технический университет», кандидата технических наук, Благодарного Николая Семеновича. Замечания: 1) Отсутствует перечень допущений, принятых при составлении аналитической модели установки первичной переработки нефти. 2) Экспериментальным путем показано, что наложение ограничения на значения коэффициентов линейной регрессии ведет к существенному улучшению качества функционирования виртуальных анализаторов, однако отсутствует теоретическое обоснование этого явления. 3) Не ясен принцип выбора режимов работы установки для получения диапазона коэффициентов передачи (таблица 4.1). Не понятно, как подобрать режимы, соответствующие границам диапазона.

Отзывы на автореферат:

1. Отзыв Кривошеева Владимира Петровича, профессора кафедры химических и ресурсосберегающих технологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный федеральный университет», доктора технических наук, профессора. Замечания: 1) Не раскрыто получение ординат импульсной функции по каналу вход-выход. 2) Нет описания основ метода сглаживания переходных характеристик вейвлет-преобразованием. 3)

В автореферате присутствуют грамматические ошибки.

2. Отзыв Дворецкого Станислава Ивановича, советника при ректорате ТГТУ, профессора кафедры «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный технический университет», доктора технических наук. Замечания: 1) Из анализа зависимостей входных переменных виртуального анализатора на стр.

13 не вполне ясно, каким образом осуществлялся выбор величины  $\Delta t$ ? 2) В автореферате недостаточно полно описаны нелинейные модели виртуальных анализаторов, представляющие интерес с точки зрения повышения точности описания технологического процесса ректификации нефти.

3. Отзыв Першина Олега Юрьевича, профессора кафедры автоматизации технологических процессов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина», доктора технических наук, профессора. Замечания: 1) Не совсем корректно употребление словосочетания «идентификация модели». По сути, рассматривается идентификация процесса ректификации нефти для задач оценивания качества продуктов. 2) Не указан диапазон изменения внешних неизмеряемых возмущений по составу сырья.

4. Отзыв Жукова Игоря Викторовича, инженера-технолога Отдела автоматизированных систем управления технологическими процессами Общества с ограниченной ответственностью «Производственное объединение «Киришинефтеоргсинтез», кандидата технических наук. Замечания: 1) Из реферата не ясно, используются ли в качестве входов виртуального анализатора комбинации измеряемых параметров технологического процесса. 2) По интерфейсу разработанной программы не ясно, указываются ограничения на величину входов модели или на вычисляемый параметр при входе регрессионной модели.

5. Отзыв Прохорова Игоря Васильевича, заместителя директора по научной работе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт прикладной математики Дальневосточного отделения Российской академии наук, доктора физико-математических наук. Без замечаний.

6. Отзыв Дорохова Игоря Николаевича, профессора кафедры кибернетики химико-технологических процессов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования

«Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева», доктора технических наук, заслуженного деятеля науки РФ. Замечания: 1) Не ясно насколько изменится точность прогнозных значений виртуального анализатора при изменении состава сырья. 2) В тексте автореферата не приводится метод сглаживания переходных характеристик с использованием вейвлет-преобразования.

7. Отзыв Тугова Виталия Валерьевича, доцента кафедры управления и информатики в технических системах Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет», кандидата технических наук, доцента. Замечания: 1) Не понятно, решена ли вторая задача по определению класса моделей ВА, обеспечивающих более точную оценку качества продуктов. 2) Не раскрыта сущность методов идентификации моделей ВА в условиях малой обучающей выборки данных. 3) В работе введен новый термин «строгое моделирование», в чем его особенность, существует ли понятие «не строгое моделирование»?

8. Отзыв Затонского Андрея Владимировича, заведующего кафедрой «Автоматизация технологических процессов» Березниковского филиала Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», доктора технических наук, профессора. Замечания: 1) На стр. 8 «установлено выполнение следующих условий» – непонятно, кем и почему именно так установлено? 2) В формуле (2) совершенно непонятно, как из времени (размерность – секунда) вычитается номер момента времени (безразмерный)? 3) Содержание главы 3 («строгая модель атмосферного блока») в автореферате не раскрыто, модель не приведена. С моделями в тексте автореферата много странностей – их создание является одной из задач работы, однако в качестве предмета защиты они почему-то не фигурируют. 4) Есть и другие несогласования в тексте – например, на стр. 7 «метод получения модели на основе вейвлет-



преобразований», а на стр. 20 – «метод сглаживания ... на основе вейвлет-преобразования». Что же разработано на самом деле?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью официальных оппонентов в соответствующей отрасли науки, наличием у них публикаций по теме диссертационной работы и сферы исследования, наличием их согласия; широкой известностью ведущей организации своими достижениями в соответствующей отрасли науки и способностью определить научную и практическую ценность диссертационной работы, наличием ее согласия.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработаны** алгоритмы идентификации виртуального анализатора (ВА) процесса первичной переработки нефти с учетом ограничений на параметры модели и алгоритм определения набора входов модели виртуального анализатора, исходя из данных пошагового тестирования, полученных на основе аналитической модели процесса ректификации нефти;

**предложен** метод сглаживания переходных характеристик виртуального анализатора с использованием вейвлет-преобразования;

**доказана** эффективность использования ограничений на параметры модели виртуального анализатора в условиях малой обучающей выборки данных;

**введены** процедуры выполнения пошагового тестирования с использованием аналитической модели процесса ректификации нефти;

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказано**, что формирование набора входов модели виртуального анализатора должно основываться не только на статистических показателях, но и на данных строгого (аналитического) моделирования с учетом парожидкостного равновесия технологического процесса ректификации нефти, материального и энергетического балансов;

**использованы** теория идентификации объектов управления, теория ректификации, математическое моделирование, теория автоматического управления, методы оптимизации, теория вероятности, математическая статистика;

**изложены** алгоритмы обработки данных показаний контрольно-измерительных приборов, процедура подготовки данных вычислений параметров процесса, полученных на аналитической модели процесса;

**раскрыты** с помощью имитационного моделирования технологического процесса зависимости влияния измеряемых параметров процесса на показатели качества продуктов;

**изучено** влияние задаваемых параметров при определении статической и динамической модели виртуального анализатора;

**проведена модернизация** этапов процедуры определения модели виртуального анализатора.

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

**разработаны и внедрены** модели виртуальных анализаторов на Киришском и Омском нефтеперерабатывающих заводах для их использования в управлении процессом первичной и вторичной переработки нефти;

**определена** целесообразность использования ограничений при определении параметров модели виртуального анализатора;

**созданы** динамические модели виртуальных анализаторов на программных средствах АСУ ТП, Profit Suite for Advanced Control & Optimization (APC-сервер Honeywell) на базе АСУ ТП Experion PKS;

**представлены** рекомендации по получению ограничений на параметры модели виртуального анализатора на основе использования аналитической модели технологического процесса;

### **Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ** результаты получены на промышленном объекте и показывают эффективность предложенных методов и алгоритмов;

**теория** построена на известных, проверяемых данных, не противоречащих опубликованным экспериментальным данным по теме диссертации;

**идея базируется** на обобщении передового опыта в области разработки виртуальных анализаторов;

**использованы** сравнения результатов, полученных традиционными методами, и результатов, полученных с помощью предложенных автором методов;

**установлено** преимущество результатов, полученных с помощью предложенных автором методов, над результатами, полученными с помощью методов, представленных в публикациях в открытых источниках;

**использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации.

### **Личный вклад соискателя состоит в:**

проведении основного объема теоретических и экспериментальных исследований, включая обработку данных, анализ и оформление результатов для публикации;

обработке и интерпретации результатов моделирования;

обработке и интерпретации полученных экспериментальных данных;

разработке алгоритма для определения набора входов модели виртуального анализатора, исходя из данных пошагового тестирования, полученных на основе строгой модели процесса ректификации нефти;

разработке метода сглаживания переходных характеристик для модели виртуального анализатора с использованием вейвлет-преобразования;

разработке алгоритма идентификации виртуального анализатора процесса первичной переработки нефти с учетом ограничений на параметры модели.

