

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Директор Федерального  
государственного бюджетного  
учреждения науки Институт проблем  
управления им. В.А. Трапезникова  
ВАН, доктор технических наук,  
член-корреспондент РАН

Новиков Д.А.

2017 г.

### **ОТЗЫВ**

ведущей организации – Федерального государственного бюджетного  
учреждения науки

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова  
на диссертационную работу Гончарова Антона Александровича на тему:  
«Разработка методов идентификации виртуальных анализаторов для АСУ ТП  
ректификации нефти», представленную на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – «Автоматизация и  
управление технологическими процессами и производствами  
(промышленность)»

#### **Актуальность темы.**

Технологическая информация, содержание архива (с возможностью восстановления производственных ситуаций прошедших периодов) и содержание базы знаний предприятия предоставляют возможность построения в режиме реального времени моделей любого звена всей цепочки производства и создания на основе этих моделей интегрированной системы управления производством, охватывая как технологический цикл, так и административно-хозяйственный и маркетинговый процессы, относящиеся к логистическому циклу. Результаты моделирования различных участков производственного процесса не становятся элементами сложной модели на более высоком уровне, а лишь формируют для нее значения вектора входной информации. Недостаточность априорной информации об исследуемом процессе компенсируется дополнительными (виртуальными) измерениями. Этот подход к разработке интегрированных систем управления на базе виртуальных анализаторов (ВА) получил название идентификационного анализа.

Реальностью сегодняшнего дня на отечественных предприятиях становится сопровождение перевода предприятий на новые технические средства автоматизации разработкой и внедрением систем усовершенствованного управления, таких, которые бы использовали все

возможности микропроцессорной техники и приносили заведомо большой технологический и экономический эффект.

Под системами усовершенствованного управления технологическими процессами (СУУТП) понимается широкий класс систем от расширенного регулирования (компенсаторы, системы управления соотношением, упредители Смита и др.) до систем многомерного управления крупными технологическими объектами. В состав последних включают наборы виртуальных анализаторов, что позволяет непосредственно управлять товарными качествами продуктов в автоматическом режиме. Среди многочисленных подходов к усовершенствованному управлению наибольшее распространение во многих отраслях промышленности получила технология, основанная на применении прогнозирующих моделей, как эффективнее всего приспособленная для робастного управления крупными объектами со множеством перекрестных связей. Одна из основных тенденций развития СУУТП состоит в распространении более совершенных технологий разработки и поддержки виртуальных анализаторов, использующих современные достижения прикладной статистики, робастного управления и др.

В современных ВА могут быть применены как широкий спектр традиционных алгоритмов и методов анализа данных и теории управления, так и нейронные сети, нечеткая логика, генетические алгоритмы. Если точность и эффективность идентификационного анализа оказываются удовлетворительными согласно выбранному критерию, то полученные с помощью ВА модели могут быть использованы в реальных системах управления.

Эффективность управления технологическим процессом зависит от качества полученных моделей виртуальных анализаторов, точности оценки показателей качества продукта. В условиях малой обучающей выборки данных, когда данных измерений целевого параметра процесса недостаточно для получения удовлетворительной оценки параметров модели ВА, традиционные методы для определения параметров модели ВА не дают удовлетворительного результата.

Изложенное позволяет заключить, что тема идентификации моделей виртуальных анализаторов для оценивания качества продуктов процесса ректификации нефти является актуальной.

#### **Структура и содержание диссертационной работы.**

Диссертационная работа включает в себя введение, 5 глав основного текста, выводы по диссертации, список литературы из 126 наименований и 5 приложений. Работа изложена на 133 страницах, содержит 22 рисунка, 21 таблицу.

В первой главе рассматривается задача оценивания качества продуктов процесса первичной переработки нефти с помощью ВА. Описывается роль ВА в АСУ ТП. Рассматривается традиционная схема определения модели ВА.

Во второй главе рассматриваются вопросы обработки данных

контрольно-измерительных приборов, структурная идентификация модели, задача формирования набора входов для модели ВА, метод получения модели динамического ВА на основе вейвлет-преобразования. Приводятся результаты исследования выбора параметров методов идентификации статической и динамической моделей ВА.

В третьей главе диссертационной работы описывается процедура подготовки данных моделирования процесса на основе строгой модели процесса ректификации нефти. Приводится полученная математическая модель атмосферного блока установки первичной переработки нефти ЭЛОУ АВТ-2 Киришского НПЗ.

Четвертая глава диссертационной работы посвящена получению моделей ВА с учетом ограничений на коэффициенты модели.

В пятой главе рассматривается разработанное приложение для определения параметров статического ВА с учетом ограничений, программа «Расчёт параметров модели виртуального анализатора с учетом ограничений».

#### **Основные научные результаты.**

К основным научным результатам относятся:

1. Алгоритм для определения набора входов модели ВА, исходя из данных пошагового тестирования, полученных на основе строгой модели процесса ректификации нефти.
2. Метод сглаживания переходных характеристик ВА с использованием вейвлет-преобразования.
3. Алгоритмы получения моделей ВА процесса первичной переработки нефти с учетом ограничений на параметры модели. Интервалы изменения параметров модели находятся в результате строгого моделирования процесса ректификации нефти.

#### **Практическая значимость.**

Практическая значимость результатов диссертационной работы заключается в том, что разработанные алгоритмы и методы идентификации модели ВА на основе аналитической модели процесса ректификации нефти позволяют в условиях малой обучающей выборки данных измерений целевого параметра процесса, погрешности показаний контрольно-измерительных приборов, малом диапазоне изменчивости величины входов ВА, воздействия внешних неизмеряемых возмущений, неточных данных о времени отбора проб продуктов для лабораторных анализов получать качественные модели ВА для оперативного оценивания характеристик продуктов.

Модели ВА, полученные на основе разработанных алгоритмов внедрены на:

1. Киришском нефтеперерабатывающем заводе (НПЗ) для их использования в управлении процессом первичной и вторичной переработки нефти на установке ЭЛОУ АВТ-2.
2. АВТ-8 Омского нефтеперерабатывающего завода.

Динамические модели ВА реализованы на программных средствах АСУ ТП, Profit Suite for Advanced Control & Optimization (APC-сервер Honeywell) на базе АСУ ТП Experion PKS.

#### **Достоверность и обоснованность основных результатов работы.**

Достоверность и обоснованность основных результатов работы подтверждается корректным использованием теоретических и экспериментальных методов исследования, результатами численных и практических экспериментов.

#### **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.**

Работа имеет определенную практическую направленность. Тестирование разработанных алгоритмов для объектов промышленной установки первичной переработки нефти показало, что снижение среднеквадратической ошибки на проверочной выборке может составлять не менее 43 %, что позволяет увеличить отбор светлых продуктов до 0,5 % за счет улучшения точности ВА.

Разработанные алгоритмы и методы идентификации моделей ВА рекомендуется использовать на нефтеперерабатывающих предприятиях, в первую очередь при пуско-наладочных работах на установках, в условиях наличия малого объема выборки данных измерений показателя качества продукта.

#### **Полнота опубликования научных результатов и апробация.**

По материалам диссертации опубликовано 17 печатных работ, из них 7 статей в изданиях, рекомендованных ВАК, 1 авторское свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. Основные положения и результаты работы докладывались и обсуждались на 9 международных и всероссийских научных и научно-практических конференциях. Все материалы диссертационной работы достаточно полно отражены в опубликованных работах.

#### **Замечания по диссертационной работе.**

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.

#### **Общая оценка работы.**

В целом, диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная задача оперативного оценивания качества продуктов процесса ректификации нефти

с помощью моделей ВА, полученных в условиях малой обучающей выборки данных измерений показателей качества. Структура и содержание диссертации соответствует цели и задачам исследования. Содержание автореферата полностью отражает материалы диссертации.

Диссертация Гончарова Антона Александровича на тему: «Разработка методов идентификации виртуальных анализаторов для АСУ ТП ректификации нефти», соответствует паспорту специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)» и удовлетворяет требованиям Положения о порядке присуждения учёных степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор диссертации, Гончаров Антон Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Диссертационная работа и отзыв были обсуждены и одобрены на семинаре лаборатории № 41 «Идентификации систем управления» «12» января 2017 г., протокол № 1.

Заведующий лабораторией № 41  
«Идентификации систем управления»  
ФГБУН Институт проблем  
управления им. В.А. Трапезникова  
РАН, доктор технических наук,  
профессор

Бахтадзе  
Наталья Николаевна

«12» января 2017 г

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук

Адрес: 117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 65

Телефон: +7 495 334-89-10, +7 495 334-92-01

E-mail: [bahfone@ipu.ru](mailto:bahfone@ipu.ru)

