

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертационную работу Арапова Дениса Владимировича «Проблемно-ориентированные системы управления базовыми производствами в пищевой и химической индустрии», представленную к защите на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (пищевая и химическая промышленность)

Актуальность темы. Управление сложными химико-технологическими системами в условиях перехода на эксплуатацию аппаратов большой единичной мощности, требует существенного обновления математического аппарата и управленческих решений вследствие возникновения новых эффектов при масштабном переходе. Это направление в настоящее время недостаточно развито. Поэтому тема диссертационной работы является актуальной.

Соответствие работы паспорту специальности. Диссертация соответствует следующим пунктам паспорта специальности 05.13.06:

Разработан комплекс математических моделей для исследования, оптимизации и управления ключевыми технологическими процессами базовых сложных химико-технологических систем: производства винилацетата, пластичных мыльных смазок, сахара и этилена. Математические модели отличаются от известных нелинейностью, стохастичностью, учётом конструктивных особенностей аппаратов, учётом характера движения моделируемых потоков и взаимодействия их компонентов. Это положение соответствует **пункту 4:** *«Теоретические основы и методы математического моделирования организационно-технологических систем и комплексов, функциональных задач и объектов управления и их алгоритмизация».*

Сформулированы и решены задачи идентификации параметров математических моделей базовых сложных химико-технологических систем: производства винилацетата, пластичных мыльных смазок, сахара и этилена с использованием разработанной интерактивной системы идентификации и оптимизации. Это положение соответствует **пункту 6:** *«Научные основы, модели и методы идентификации производственных процессов, комплексов и интегрированных систем управления».*

Поставлены и решены задачи оптимизации ключевых технологических процессов проблемных сложных химико-технологических систем: производства винилацетата, пластичных мыльных смазок, сахара и этилена. Это положение соответствует **пункту 8:** *«Формализованные методы анализа, синтеза, исследования и оптимизация модульных структур систем сбора и обработки данных в АСУТП, АСУП, АСТПП и др.».*

Разработан программно-алгоритмический комплекс интерактивной системы идентификации и оптимизации, позволяющий в диалоговом режиме реализовывать оптимизационные задачи при построении АСУТП сложных химико-технологических систем, отличающийся набором разработанных эффективных вычислительных методов. Это положение соответствует **пункту 16:** *«Теоретические основы, методы и алгоритмы построения экспертных и диалоговых подсистем, включенных в АСУТП, АСУП, АСТПП и др.»*

Общая характеристика работы. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованных источников и приложений.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационного исследования и сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведен системный анализ сложных химико-технологических систем как объектов автоматизированного управления. В качестве примеров сложных химико-технологических систем выбраны производства винилацетата, пластичных мыльных смазок, сахара и этилена, что обосновывается вхождением их в базовые производства в РФ. На основе литературного обзора выявлены недостатки существующих систем управления. Формулируются цель и задачи диссертационной работы.

Во второй главе разработана универсальная интерактивная система идентификации и оптимизации, включающая в себя эффективные численные методы, обладающая простым интерфейсом и не требующая длительного обучения. Разработанная система предназначена для параметрической идентификации математических моделей и оптимизации базовых сложных химико-технологических систем, исследуемых в работе: производств винилацетата, пластичных мыльных смазок, сахара и этилена. При этом для повышения эффективности работы численных методов модифицированы метод Хука и Дживса; классический метод Дж. Холланда.

В главах 3 – 6 рассмотрены вопросы разработки систем управления сложными химико-технологическими процессами при эксплуатации аппаратов большой единичной мощности, а именно: производством сахара (глава 3); производством этилена (глава 4); производством винилацетата (глава 5) и производством пластичных мыльных смазок (глава 6). Для всех этих базовых процессов решены задачи построения и параметрической идентификации математических моделей, учитывающих ранее не рассматриваемые эффекты, а также поставлены и решены задачи оптимизации. Для всех задач использован единый математический аппарат универсальной интерактивной системы идентификации и оптимизации, разработанной в главе 2.

Научная новизна. Главным научным результатом диссертации является разработанная универсальная интерактивная система идентификации и оптимизации базовых сложных химико-технологических систем.

Практическая значимость. В диссертации создана программная реализация алгоритмов оптимального управления производствами винилацетата, пластичных мыльных смазок, сахара и этилена. Основные результаты работы были внедрены в ЗАО «АТ-ПРОМ», г.Воронеж, в Воронежском филиале ФГУП НИИСК, в ЗАО «ИСА-ПРОМ», г.Воронеж, в ПАО «Автоматика», г. Воронеж, в ПАО «НИЖНЕКАМСКНЕФТЕХИМ» и других с общим экономическим эффектом более 9500 тыс. руб. Кроме того, результаты работы внедрены в учебный процесс в Воронежском государственном университете инженерных технологий и Ухтинском государственном техническом университете.

Достоверность. Содержащиеся в диссертации результаты имеют достаточный уровень обоснованности. Приведённые в работе результаты подтверждены экспериментальными и теоретическими исследованиями автора.

Основные результаты работы опубликованы, неоднократно докладывались на Международных научных конференциях и известны достаточно широкому кругу специалистов в области автоматизация и управления технологическими процессами и производствами.

К положительным аспектам диссертации следует отнести регистрацию интеллектуальной собственности, полученной в результате выполнения работы: получено 9 патентов на изобретение; 3 свидетельства о регистрации программных продуктов.

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Замечания по диссертации.

1. В автореферате и диссертации используется большое количество аббревиатур, что сильно затрудняет выявление сути работы. Если для автореферата это может быть объяснено ограниченным его объёмом, то для диссертации это представляется нецелесообразным.

2. В диссертации заявлена цель: «разработка теоретических и практических основ синтеза проблемно-ориентированных автоматизированных систем управления базовыми сложными химико-технологическими системами». Существующие в настоящее время различные системы позволяют разрабатывать и проектировать автоматизированные системы управления. Поэтому непонятно, для чего требуется разрабатывать ещё одну. Возможно, для снижения затрат при разработке, но в заявленной цели это никак не отражено.

3. В выводах указано, что «получены научные результаты, позволившие решить проблему повышения эффективности и экологической безопасности получения этилена, сахара, винилацетата и мыльных смазок». При этом не расшифровывается, какими показателями оценивается эффективность и экологическая безопасность и не приведено ни одного количественного значения, насколько эти показатели повысились.

4. Отсутствует как словесная, так и математическая постановка задачи разработки интерактивной системы идентификации и оптимизации.

5. В главах 3 – 6 приводятся многочисленные математические модели производств сахара, этилена, винилацетата и мыльных смазок, никак не привязанные к задачам оптимизации, которые почему-то ставятся в самом конце глав.

6. В поставленной вариационной задаче для её решения используется прямой метод Рунге. Неясно, почему использован полином третьей степени.

7. В главе 4 указано, что «задача оптимизации крупнотоннажной этиленовой установки заключается в максимизации критерия (23)». При этом, по каким варьируемым переменным будет оптимизироваться критерий, выясняется существенно позже.

8. В главе 5 так же, как и в главе 4, задача оптимизации поставлена небрежно, без указания варьируемых переменных. Кроме того, указано, что «на критерий (39) накладываются ограничения (40)». Во-первых, ограничения (40) никакого отношения к критерию $R_{\text{ХС}}$ не имеют; во-вторых, в оптимизационных задачах не бывает ограничений на критерий.

9. Неясно, как отвечает паспорту специальности 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» заявленный в разделе «практическая значимость работы» результат: технологический регламент кристаллизации сахара охлаждением утфеля в вертикальных кристаллизаторах.

10. В диссертации имеются терминологические неточности, например «математическая модель оптимизации».

Отмеченные замечания несколько снижают качество исследований, но они не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации, поэтому оппонент считает возможным дать работе положительную оценку.

Выводы.

Диссертационная работа Арапова Дениса Владимировича является самостоятельно выполненным, законченным научным исследованием, развивающим теорию и практику автоматизации и управления технологическими процессами.

Основные результаты диссертации опубликованы в 61 печатной работе автора, в том числе 22 - в журналах из перечня ВАК, 7 - в научных изданиях, индексируемых библиографической и реферативной базой данных SCOPUS; получены 3 свидетельства об официальной регистрации программы для ЭВМ, 9 патентов на изобретение; имеется апробация на международных научных конференциях.

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Считаю, что работа отвечает требованиям пункта 9 "Положения о порядке присуждения учёных степеней", а её автор, Арапов Денис Владимирович, заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (пищевая и химическая промышленность).

Профессор кафедры «Системы автоматизированной поддержки принятия решений» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» д.т.н., проф. 392000, г. Тамбов, ул. Советская, 106 тел. 8(4752)632601 E-mail polychem@list.ru

Юрий Владимирович Литовка

Специальности, по которым защищена диссертация д.т.н. Литовки Ю.В.:
05.13.07 - Автоматизация технологических процессов и производств;
05.17.08 - Процессы и аппараты химической технологии.

Подпись Ю.В.Литовки заверяю
Учёный секретарь совета ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»



Г.В.Мозгова

03.12.2019