

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. директора ФГУП «Сибирский государственный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт метрологии»



Г.В. Шувалов

МП

26

июня

2014 г.

ОТЗЫВ

Ведущей организации на диссертационную работу С.В.Артемовой «Методология построения интеллектуальных информационно-управляющих систем тепло-технологическими аппаратами», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.11.16-«Информационно-измерительные и управляющие системы» (технические науки)

1 Актуальность темы исследования

Одной из основных задач современного промышленного производства является повышение качества выпускаемой продукции с целью обеспечения ее конкурентоспособности. Наряду с этим актуальны вопросы экономии топливных и энергетических ресурсов, особенно для энергоемких тепло-технологических аппаратов, примерами которых являются печи, сушильные, холодильные и котельные установки, широко используемые в различных отраслях промышленности, сельском и жилищно-коммунальном хозяйстве.

Следует отметить, что управление тепло-технологическими аппаратами имеет ряд особенностей, требующих проведения исследовательских работ, выполнение которых позволит использовать готовые программные продукты типовых SCADA-систем или CALS-технологий. Несмотря на то, что многие SCADA-системы, используемые как в России, так и за рубежом, позволяют решать проблемы автоматизированной разработки программного обеспечения для систем управления, в характеристиках этих систем отсутствуют сведения об алгоритмах, синтезирующих в реальном времени энергосберегающие управляющие воздействия.

Основными показателями эффективности функционирования тепло-технологических аппаратов являются энергосбережение, качество получаемого продукта и производительность технологического процесса. Одним из подходов повышения эффективности функционирования тепло-технологических аппаратов является их модернизация с целью разработки и внедрения интеллектуальных информационно-управляющих систем, позволяющих оперативно вы-

рабатывать управляющие воздействия, минимизирующие энерго- или ресурсопотребление в динамических режимах и минимизирующие потери качества и производительности тепло-технологических процессов. Именно методологии построения таких систем посвящено диссертационное исследование С.В.Артемовой, что делает ее работу актуальной.

2 Основные научные результаты и их значимость для науки и производства

Результаты исследований, выполненных в диссертации, обладают новизной в созданной методологии построения ИИУС инвариантной различным ТТА, позволяющей в реальном масштабе времени синтезировать решения задач управления их режимами по качественным и энергетическим критериям. Новыми научными результатами являются разработанные диссертантом методы, методики, модели и алгоритмы составляющие эту методологию имеющие значимость как для науки так и для производства такие как:

- метод построения интегрированного графа алгоритмизации синтеза решения задач управления динамическими и статическими режимами функционирования тепло-технологических аппаратов;

- методика синтеза управления режимами тепло-технологических аппаратов с учетом множества состояний функционирования и применением описания аналитических и процедурных моделей, пригодных для решения задач управления, и метода синтезирующих переменных для оперативного получения вида функций оптимального управления и их параметров;

- методика построения альтернативных архитектур интеллектуальных информационно-управляющих систем тепло-технологическими аппаратами

- метод бесконтактного косвенного измерения влажности пастообразного материала в процессе его сушки;

- метод выбора параметров режима сушки пастообразных материалов в многокамерных сушильных установках вальцеленточного типа с изменением скорости движения пластинчатого конвейера.

- модели и алгоритмы управления для конкретных тепло-технологических аппаратов.

Созданная С.В.Артемовой методология является значимым вкладом в развитие теории интеллектуальных информационно-управляющих и информационно-измерительных систем и практики применения этих систем.

3 Обоснованность и достоверность полученных результатов и выводов диссертации

Все положения, выводы и заключения, сформулированные в диссертации, **обоснованы и достоверны**. Достоверность результатов диссертационной работы С.В.Артемовой основана на строгой математической постановке задач, решение которых доведено до конца в теоретическом плане и имеющего практическую реализацию. Степень достоверности обеспечивается корректным при-

менением научных концепций системного анализа, интеллектуальных и иерархических систем, теорий математического моделирования, анализа и синтеза систем на множестве состояний функционирования, методов искусственного интеллекта, использованием современных информационных технологий, учетом представительного количества факторов, влияющих на решение проблемы, а также удачным сочетанием теоретических исследований с необходимым объемом экспериментальных исследований, проведенных с целью получения исходных данных. Степень достоверности подтверждается согласованностью результатов теоретического исследования с результатами, полученными при последующем использовании ИИУС ТТА на практике.

Основные результаты работы С.В.Артемовой представлялись и обсуждались на следующих конференциях: IX Международной on-line конференции TRACE MODE, Москва, 2003; IV Международном конгрессе «Машиностроительные технологии`04», Варна, Болгария, 2004; Международной научно-технической конференции «Автоматический контроль и автоматизация производственных процессов», Минск, Беларусь, 2006; VI Международной теплофизической школе (МТФШ-6) «Теплофизика в энергосбережении и управлении», Тамбов, 2007; Международной научно-практической конференции «Vznik moderní vedecké-2012», Прага, Чехия, 2012; IX Международной научно-практической конференции «Strategiczne pytania światowej nauki», Прзимисл, Чехия, 2013, и других.

4 Теоретическое и прикладное значение результатов диссертационной работы

Теоретическая значимость научных положений, выводов, рекомендаций и целом результатов работы состоит в том, что они обобщают и расширяют существующие подходы к решению задач диссертационного исследования в теории интеллектуальных информационно-управляющих и интеллектуальных информационно-измерительных систем.

Практическая значимость результатов диссертации состоит в том, что применение созданных ИИУС позволяет увеличить при управлении режимом «Процесс» многокамерными сушильными установками вероятность выхода качественного материала до 0,98 и при этом повысить производительность процесса сушки на 5%, а при управлении режимом «Пуск» снизить ресурсопотребление на 5–10%. Использование созданных С.В.Артемовой алгоритмов при управлении установкой отжига магнитопроводов в режиме «Пуск» позволяет снизить затраты энергоресурсов на 5–10% без ухудшения качества выпускаемой продукции.

Созданные методы, алгоритмы, программы и результаты исследовательской работы С.В.Артемовой приняты к внедрению: на АСО «ЭЛТРА» завод низковольтной аппаратуры (г. Рассказово, 1998), АО ВНИИРТМАШ (Тамбов, 1995), ОАО «Пигмент» (Тамбов 2006, 2008), ОАО «Талвис» (Тамбов, 2012). Реализация полученных результатов исследования подтверждается соответствующими актами, утвержденными руководителями названных предприятий.

5 Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты диссертации могут найти применение в различных отраслях промышленности (металлургии, машиностроении, пищевой, легкой, химической, лесопереработке, авто- и авиастроении), строительстве, сельском, жилищно-коммунальном хозяйстве, использующих тепло-технологические аппараты (печи, сушильные, холодильные и котельные установки). Результаты могут использовать в своих исследованиях ученые из Сибирского государственного ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательского института метрологии, МГТУ им. Н.Э.Баумана, Национального исследовательского Томского политехнического университета, Воронежского ГТУ, Рязанского государственного радиотехнического университета, Пензенского ГУ, Липецкого ГТУ, Тамбовского ГТУ и других российских и зарубежных организаций.

Результаты диссертационного исследования С.В.Артемовой могут применяться в учебном процессе при преподавании таких дисциплин, как интеллектуальные системы, экспертные системы, теория автоматического управления, теплотехника и других.

6 Полнота опубликования результатов работы

Основные результаты полно отражены в 51 публикациях автора, включающих 21 работу из Перечня ВАК, одну монографию, 5 статей в реферируемых международных изданиях, 8 работ в межвузовских и вузовских журналах, 14 материалов международных и всероссийских конференций, 2 патента.

7 Замечания по диссертации

По содержанию и оформлению диссертации можно сделать следующие замечания.

1. Во введении указано, что "применение подобных систем в промышленности позволяет сократить энерго-ресурсопотребление на 10-30 %". В тексте диссертации отмечается, что это сокращение составляет 5-10%.

2. В диссертации приведены данные по современным ИИУС зарубежного производства. К сожалению, при этом отсутствуют сведения по используемому математическому аппарату, заложенному в принцип действия таких ИИУС. Вызывает также озадаченность вопрос: почему из почти 300 ссылок на источники лишь 16 являются трудами зарубежных авторов, причем опубликованных более 30 лет назад.

3. Приведенные функционалы (формулы 1.1, 1.2) отражают затраты электрической энергии и тепловой энергии, потребляемой ТТА. Однако, представляется целесообразным заменить эти формулы одним функционалом, отражающим изменение энтальпии объекта.

4. В работе было бы целесообразно рассмотреть влияние изменяющихся теплофизических свойств на параметры моделей динамики объектов управления.

5. В диссертации в разделе идентификации моделей (стр. 133-146) не учитывается наличие погрешностей измерений входного и выходного сигнала объектов.

6. При идентификации моделей динамики камер вальцеленточной сушильной установки желательнее было бы привести численные значения погрешностей оценивания параметров (стр.310-311).

7. В диссертационном исследовании анализ и синтез управляющих воздействий в динамическом режиме "Пуск" проведен только для объекта первого порядка (стр. 181-212). В действительности объекты могут быть более сложными.

8. Для измерений температуры и влажности воздуха в сушильных установках использованы цифровые интегральные модули SHT15, однако при оценке погрешности информационно-измерительной подсистемы ИИУС автор пользуется равномерным распределением и, естественно получает завышенное значение, составляющее 10,8%. В действительности указанные погрешности подчиняются нормальному с квадратичным суммированием составляющих погрешностей.

9. Имеются также замечания редакционного плана.

Данные замечания носят частный характер, не изменяющее общее положительное отношение к работе; не уменьшают научной целостности и практической значимости проведенного исследования. В целом, диссертация представляется плодом большой творческой работы, выполненной на высоком профессиональном уровне.

8 Общее заключение по работе

В диссертационной работе решена актуальная научная проблема – минимизация энерго- и ресурсо- потребления, снижения потерь качества производимой продукции и производительности технологических процессов на основе разработанной автором методологии алгоритмизации синтеза управляющих воздействий в реальном масштабе времени для интеллектуальных информационно-управляющих систем различными тепло-технологическими аппаратами, функционирующими на множестве состояний. Решение указанной проблемы имеет важное значение при использовании тепло-технологических аппаратов в различных отраслях промышленности.

Конструкции, методы и вычисления, содержащиеся в диссертации, логичны и обоснованы. Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации.

Актуальность диссертации, научная новизна исследований и результатов содержащихся в ней, их обоснованность и достоверность, а также теоретическая и практическая значимость, позволяют сделать *общее заключение*. Диссертация «Методология построения интеллектуальных информационно-

