

ОТЗЫВ

официального оппонента Пикиной Галины Алексеевны
на диссертацию Карасева Виктора Сергеевича

«Адаптивное цифровое управление теплоэнергетическими объектами на базе микроконтроллеров по оперативным значениям ошибки управления», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук. Специальность 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)».

Актуальность темы диссертации. Диссертационная работа посвящена разработке адаптивной системе управления теплоэнергетическими объектами. Учитывая, что сегодня графики нагрузок современных ТЭС стали достаточно свободными, допускающими различные маневры с мощностями генерирующего оборудования, а также то, что нет прогнозируемости таких нагрузок, то задача, связанная с разработкой адаптивных систем управления динамическими объектами, является весьма актуальной, имеющей важное практическое значение. Свойства теплоэнергетических объектов управления могут изменяться, из-за изменения режимных факторов и совокупного проявления нелинейных свойств регулирующих органов. В то же время существующие системы управления не обладают надлежащей гибкостью, а также не используют богатые вычислительные возможности современных ПТК. В связи с этим традиционные системы управления справляются с возложенной на них задачей с существенными динамическими ошибками.

В диссертационной работе предложен алгоритм, реализующий принципы адаптации, отличающиеся использованием априорной информации о специфике объекта и взаимосвязях в нем, предназначенный для сохранения запаса устойчивости системы в условиях действующих на неё возмущений. Реализация подобной системы на базе аналоговой аппаратуры вызывала ряд трудностей, появление же микропроцессорных систем управления открыло возможность её широкого внедрения.

Указанная область исследований соответствует **паспорту специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)»**, а именно:
пункту 4: «Теоретические основы и методы математического моделирования организационно-технологических систем и комплексов, функциональных задач и объектов управления и их алгоритмизация» соответствуют полученные автором математические и имитационные модели объекта управления;
пункту 10: «Методы синтеза специального математического обеспечения, пакетов прикладных программ и типовых модулей функциональных и обеспечивающих подсистему АСУТП, АСУП, АСПШ и др.» соответствуют рассмотренная автором методика построения полигонных АСУ ТП, с моделью объекта, интегрированной в структуру ПТК с физическими и виртуальными контроллерами;

пункту 14: «Теоретические основы, методы и алгоритмы диагностирования, (определения работоспособности, поиск неисправностей и прогнозирования) АСУТП, АСУП, АСПШ и др.» соответствуют методика диагностирования работы параметрического контура адаптивной системы.

Основной текст диссертации содержит введения, четырёх глав, заключения и списка литературы. Работа изложена на 140 страницах основного текста, включающего 84 рисунка, 14 таблиц, перечень литературы из 76 наименований.

Структура диссертационной работы логично раскрывает тему исследования.

В первой главе проведен анализ состояния проблемы адаптивного управления в энергетике и сделан обзор средств, реализующих принципы адаптивного управления, на современном рынке регуляторов.

Поставлена цель и сформулированы задачи исследования, предназначенные для достижения цели, а именно: ставится задача анализа природы неполной прогнозируемости параметров динамической модели от множества режимных факторов, и формулировка принципов построения блоков параметрического управления технологическим регулятором, способных решать задачи адаптации, с учетом прикладной специфики объекта.

Во второй главе выбраны показатели, закономерно реагирующие на изменение динамических характеристик объекта управления, а также выведены расчетные формулы, необходимые для нахождения этих показателей по оперативному сигналу ошибки управления. Выполнен анализ процессов, проходящих в технологическом оборудовании, и на его основании сделан вывод, что изменение теплофизических параметров процесса и зависимых от них характеристик проявляется синхронно во всех элементах технологического узла объекта управления.

Завершает представление материала, объясняющего принятые решения, блок схема алгоритма работы параметрического контура и результаты исследования работы этого алгоритма в системе моделирования MAT Lab.

В третьей главе показаны особенности реализации предложенных алгоритмов адаптивного управления на основе современных ПТК. Распределённый характер структуры АСУ ПТ ставит ещё одну задачу, связанную с выделением уровня сети, наиболее рационального для реализации алгоритмов адаптации. Для выбора конкретного уровня рассматривается типовая структура ПТК, а также анализируются достоинства и недостатки каждого из возможных вариантов.

В результате исследования, учитывающего коммуникационные нагрузки и операционную загруженность процессоров в условиях использования ПТК «Текон», предпочтение было отдано уровню станций серверов как обеспечивающему наибольшую надежность, производительность и гибкость.

Четвертая глава представляет методику инициализации разработанной адаптивной системы и дает подробное описание назначения всех переменных получившегося функционального блока. Продемонстрированы ме-

тоды настройки и наиболее характерные специфические особенности, без учёта которых настройка такой системы может оказаться проблематичной.

В конце главы представлен материал, подтверждающий работоспособность предложенных беспоисковых алгоритмов адаптации регуляторов в условиях задач управления сложным нестационарным нелинейным объектом на основе оперативной обработки сигнала ошибки управления. Показаны преимущества использования такой системы по отношению к традиционным регуляторам в условиях изменяющихся режимов работы оборудования и свойств объекта управления.

В заключении приводятся основные результаты и выводы по диссертационной работе.

На защиту автор выносит три **научных положения**:

1. Выявлены природа неполной прогнозируемости параметров динамической модели, обусловленная действием режимных факторов, множество из которых не допускает возможности оперативного наблюдения, а также возможность оценки влияния этих факторов с помощью двух обобщенных показателей, оценивающих статические и динамические свойства объекта.

2. Предложены уточненные алгоритмы адаптивного управления технологическими процессами в условиях переменных режимов работы оборудования, а также сформулированы принципы построения блоков параметрического управления технологическим регулятором и их реализации в многоуровневых структурах ПТК.

3. Решена задача диагностирования работы системы, гарантирующая ее защищенность от непредвиденных вариантов развития процессов в параметрическом контуре, путем ослабления или полного исключения влияние этого контура при обнаружении ухудшения работы координатного контура.

Считаю, что результаты исследований, полученные в диссертации, имеют **практическую значимость**, которая состоит в том, что они могут служить основой для создания адаптивных систем управления широко пространственного класса теплоэнергетических объектов, отличающихся функциональной связанностью изменения параметров динамической и статической частей объекта.

К диссертационной работе имеются следующие **замечания**:

1. Думается, что автору следовало больше внимания уделить задаче планирования эксперимента, в частности, при определении длины реализации ошибки регулирования, ибо принятые допущения и точность исходной информации о статистических характеристиках являются решающими факторами сходимости и эффективности предлагаемого метода адаптации.

2. Не обсуждается проблема существенной нестационарности процесса ошибки регулирования из-за проявления нелинейности энергоблока в условиях переменной нагрузки.

3. По приведенным графикам спектральной плотности вряд ли можно считать успешным использованный метод оконной сглаживания. По всей видимости, при принятой модели корреляционной функции простой метод МНК-аппроксимации дал бы значительно лучший результат.

4. Дважды упомянутое в тексте диссертации утверждение, что оптимальным по Винеру регулятором при ступенчатом воздействии является ПИ регулятор, ошибочно.

5. Для подтверждения получения результата параметрической адаптации близкого к оптимальному желательным было бы привести соответствующие переходные характеристики в сопоставлении с результатами настройки каким-либо точным методом.

Отмеченные недостатки не снижают в целом хороший научный уровень диссертационной работы, а ее результаты и полученные автором выводы дают основания для ее положительной оценки.

Автореферат соответствует содержанию диссертации и в достаточной степени раскрывает её основные положения и выводы.

Основное содержание диссертации отражено в 6 публикациях. Из общего числа статей 2 опубликованы в издании, рекомендованном ВАК.

Выводы:

Отмеченные недостатки несущественно снижают ценность выполненной работы.

В целом диссертационная работа Карасева В. С. Является законченной научно-исследовательской работой, в которой дано научно-обоснованное решение актуальной задачи разработки алгоритма адаптивной системы и его реализация на базе микропроцессорного устройства, способного работать на разных уровнях ПТК.

Считаю, что она соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, а её автор, Карасев Виктор Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)».

Официальный оппонент
д.т.н., профессор кафедры АСУ ТП
Национального исследовательского
университета «МЭИ»

111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, 14
+ 7 495 362-76-49 PikinaGA@mpei.ru

Г.

Г.

Пикина Г.А.

Подпись официального оппонента

Зам. начальника управления
по работе с персоналом НИИ

лично заверяю.

Л.

Полевая Л.И.

29.02.2017