

ОТЗЫВ

**официального оппонента на диссертацию
Осинцева Артема Викторовича
на тему «Автоматизированная система управления для тестирования
радиоэлектронных средств на температурные воздействия»
по специальности 2.3.3 «Автоматизация и управление технологическими
процессами и производствами»
на соискание ученой степени кандидата технических наук**

Актуальность темы диссертационной работы

Получение новых результатов во многом зависит от уровня автоматизации процесса исследования. Проектирование современных автоматизированных систем управления (АСУ) для проведения совместных климатических и электромагнитных исследований и испытаний радиоэлектронные средства (РЭС), требует решения ряда задач, по обеспечению высокой точности управления технологическим процессом при испытаниях РЭС, в т.ч. сложными устройствами необходимые для их проведения. Одним из подобных устройств, является разрабатываемая климатическая экранированная камера (КЭК). Разработка АСУ КЭК, позволяющей регулировать температуру воздуха внутри испытательного контейнера в виде ТЕМ-камеры, является актуальной задачей. Решение которой позволит, не изменяя параметров электромагнитного воздействия, эффективно поддерживать заданную температуру воздуха внутри ТЕМ-камеры. Исходя из этого диссертация Осинцева Артема Викторовича, направленная на развитие АСУ для тестирования РЭС на температурные воздействия, является актуальной. В диссертации охвачен широкий круг задач, которые возникают при создании АСУ, учитывающих влияние как климатического, так и электромагнитного воздействия.

Краткая характеристика работы.

В разделе 1 выполнен обзор особенностей цифровых вычислительных устройств (ВУ) и методов проектирования АСУ, применяемых в климатических системах, а также сформулированы цель и задачи исследования.

В разделе 2 представлены результаты разработки АСУ температуры поверхности ТЕМ-камеры. Представлен процесс проектирования

программного обеспечения (ПО) КЭК в соответствии с объектно-ориентированным подходом. Описаны алгоритмы и функциональные блоки проектируемой КЭК. Спроектирована архитектура ПО КЭК, состоящая из модулей контроля, управления и диагностики. Разработана модель КЭК посредством унифицированного языка моделирования. Представлены диаграммы прецедентов, деятельности, классов, компонентов, в т.ч. описана архитектура ПО КЭК.

В разделе 3 представлен метод синхронизации группы разнотипных ВУ, таких как, микроконтроллеры (МК), системы на кристалле, ПЛИС и др., посредством внешнего тактового генератора. На основе метода предложен способ выполнения общей работы синхронизируемыми устройствами, вне зависимости от их характеристик (тактовая частота ядра, размер памяти и др.). Разработаны алгоритм, методы и способ на их основе для многофазного управления группами термоэлектрических преобразователей (ТЭП) для терморегулирования поверхности ТЕМ-камеры, входящей в состав КЭК.

В разделе 4 представлены результаты разработки алгоритмов и методов диагностики и тестирования внутренних блоков МК. Приведены алгоритмы восстановления и программной защиты в случае возникновения сбоя в процессе работы МК КЭК. Разработана служба операционной системы реального времени (ОСРВ) для тестирования узлов КЭК, позволяющая выполнять их контроль работы в режиме реального времени. Разработан метод и предложен способ программной реализации для выявления и исправления ошибок данных в памяти МК за счет аппаратного подсчета контрольной суммы, позволяющий распознавать ошибки в памяти МК, а также контролировать их устранение. Приведены результаты воздействия электромагнитного импульса (ЭМИ) на МК. Представлены результаты измерения воздействия ЭМИ на МК в климатически заданной среде. Описаны тестовые программы с различным использованием периферии и конфигурации МК. Разработана методика составления комбинированных тестов для отслеживания изменений в вычислительных блоках МК после различных воздействий ЭМИ на МК.

В разделе 5 приведен способ синхронизации группы МК обладающих разной вычислительной архитектурой и функционирующих на разных системных частотах. Представлены результаты разработки 3-х методов

управления многофазным управлением электропитанием групп ТЭП, отличающиеся способами их реализации с использованием одного или нескольких ВУ, связанным посредством ОСРВ. Представлена модель управления нагревом ТЭП посредством обученной модели искусственной нейронной сети пропорционально интегрально-дифференцирующий (ПИД) регулятора, позволяющая ускорить расчеты и сформировать сигнал управления ТЭП в процессе регулирования температуры КЭК.

В «Приложении А» приведены результаты работы алгоритмов тестирования помехоустойчивости блоков МК при воздействии на него ЭМИ, возбуждаемых в ТЕМ-камере от генератора сверхкоротких импульсов.

Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Автореферат полностью отражает содержание диссертации и даёт полное представление о научной новизне, практической значимости, актуальности исследования, личному вкладу, достоверности и значимости научных результатов.

Научная новизна

1. Впервые разработана система автоматизированного контроля и управления температуры поверхности камеры поперечной электромагнитной волны (патент на изобретение).

2. Предложен новый способ управления синхронизацией группы микроконтроллеров, в том числе разнотипных, отличающийся использованием внешнего тактового генератора синхроимпульсов и их подсчетом каждым микроконтроллером независимо от тактовой частоты каждого из них (патент на изобретение).

3. Предложен способ контроля и регулирования температуры поверхности камеры поперечных электромагнитных волн, отличающийся многофазностью управления электропитанием расположенных на ней термоэлектрических преобразователей.

4. Разработаны методы автоматизированного тестирования блоков микроконтроллера и исправления ошибок в его энергонезависимой памяти, отличающиеся использованием аппаратных блоков при вычислении контрольной суммы области памяти, содержащей ошибку, и карты адресов памяти.

Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов

Теоретическая значимость результатов заключается в развитии методов и способов автоматизированного управления процессом тестирования РЭС на ЭМС с одновременным температурным воздействием. Практическая значимость результатов заключается в созданных моделях, методах и способах управления, синхронизации и тестирования ВУ применяемых в АСУ климатическими воздействиями, а также алгоритмах и методах диагностики ВУ, таких как: МК, системы на кристалле, ПЛИС, что является актуальным при повышении конкурентоспособности современных промышленных предприятий, специализирующихся на производстве, проектировании и испытании электронной компонентной базы (ЭКБ).

Достоверность и обоснованность полученных результатов подтверждена корректным использованием унифицированного языка моделирования и теории управления, согласованностью результатов измерений и моделирования на основе численного и аналитических методов, применением поверенного измерительного оборудования, совпадением экспериментальных результатов, полученных с применением разных методик, апробацией теоретических и экспериментальных результатов на конференциях, публикацией статей в рецензируемых журналах, наличием патентов на изобретение, внедрением результатов работы.

Диссертация имеет *практическое значение*, представленные в ней результаты нашли применение, как в научных, так и коммерческих проектах в разных сферах применения. Результаты исследований использованы при выполнении ряда НИР, а также на предприятии АО «ИСС» (г. Железногорск). Часть результатов применяется в медицинском учреждении научно-клиническом центре федерального медико-биологического агентства (НКЦ ФМБА) России, для контроля климатических условий хранения медицинской продукции и биологических объектов. Также, в области проектирования систем мониторинга и предиктивного анализа состояния пассажирского транспорта, разрабатываемого компанией ООО «Инфоматикс». Полученные результаты также могут использоваться в рамках образовательного процесса высших учебных заведений, в программах

переподготовки инженеров-разработчиков РЭС, а также в качестве основы для дальнейших исследований.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Постановлением № 842 «О порядке присуждения ученых степеней».

Диссертационная работа Осинцева А.В. полностью соответствует всем требованиям пунктов 9-14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого Постановлением правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г.

Замечания по диссертационной работе.

1. На стр. 29 диссертации присутствует ссылка на несуществующий пункт «Из пункта 1.3.5 следует, что применение данного регулятора позволит снизить нагрузку на источник питания в ~5 раз».

2. В разделе 3.3 отсутствует структурная схема разработанной автоматизированной системы многофазного управления электропитанием термоэлектрических преобразователей. В результате чего из текста диссертации сложно читается структура системы управления (многосвязная система управления, локальные регуляторы и т.д.).

3. Из текста диссертации неясно как производится расчет параметров ПИД-регулятора в алгоритме контроля температуры климатической экранированной камеры (рисунок 3.9 в тексте диссертации). В тексте диссертации отсутствуют результаты исследований грубости системы автоматического управления с примененными алгоритмами.

4. Из текста диссертации неясно как в конечном итоге реализован ПИД-регулятор в ПЛИС (аппроксимация с помощью искусственной нейронной сети или др. способом).

Отмеченные замечания не носят принципиального характера и не снижают общего положительного впечатления о работе.

Заключение

Диссертация Осинцева Артема Викторовича является самостоятельно выполненной завершенной научно-квалификационной работой, которая соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Основные положения диссертационного исследования

изложены в 40 публикациях. Диссертационная работа «Автоматизированная система управления для тестирования радиоэлектронных средств на температурные воздействия» в полной мере отвечает современным требованиям и актуальности проблемы, новизне, практической значимости, личному вкладу, апробации и отражению результатов в публикациях. Автореферат достоверно отражает содержание диссертации, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами».

Официальный оппонент:

Горюнов Алексей Германович,
доктор технических наук,
заведующий кафедрой – руководитель
отделения ядерно-топливного цикла
Инженерной школы ядерных технологий
Федерального государственного
автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский
Томский политехнический университет»



28.11.2022 А.Г. Горюнов

Адрес: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.
Телефон: +7 (3822) 606-341, +7 (3822) 701-777 доб. 2331
Эл. почта: alex1479@tpu.ru, alex1479@mail.ru

Подпись А.Г. Горюнова удостоверяю
Учёный секретарь ТПУ



МП

Е.А. Кулинич