

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.017.03 НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
НАУКИ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ИМ А.А.ДОРОДНИЦЫНА»  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от «28» мая 2015 г., протокол № 12

О присуждении Чан Ван Хань, гражданину Социалистической Республики Вьетнама, ученой степени кандидата технических наук.

**Диссертация** «Системный анализ и разработка методов оптимизации промышленных бортовых систем управления на основе сетевой информационной среды» в виде рукописи по специальности 05.13.01 – «Системный анализ управление и обработка информации» принята к защите 25 марта 2015 г., протокол № 8 диссертационным советом Д 002.017.03 на базе федерального государственного бюджетного учреждения «Вычислительный центра им. А.А. Дородницына» Российской академии науки, находящегося по адресу 119333, Москва, ул. Вавилова, д. 40, номер приказа Минобрнауки России от 05.11.2013г. № 770/НК и приказа ФГБУН Вычислительный центр им. А.А. Дородницына РАН от 11 ноября 2013г. № 17-«О».

**Соискатель** Чан Ван Хань, 1985 года рождения, в 2011 году с отличием окончил магистратуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)» (МФТИ), гражданин Социалистической Республики Вьетнама, в период подготовки и защиты диссертации учился в очной аспирантуре МФТИ (окончание обучения – 2015 год). Диссертация выполнена в МФТИ, Министерство образования и науки Российской Федерации на кафедре «Электронных вычислительных машин».

**Научный руководитель** - доктор технических наук, Нгуен Куанг Тхыонг, профессор кафедры УМБ и ИТ института УМИМ и МБ Государственного университета управления.

**Официальные оппоненты:**

Афанасьев Валерий Николаевич, гражданин Российской Федерации (РФ), доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой кибернетики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский институт электроники и математики Национального исследовательского университета. Высшая школа экономики»;

Ткаченко Владимир Максимович, гражданин РФ, лауреат Государственной премии СССР, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры математического обеспечения и стандартизации информационных технологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики» (МГТУ МИРЭА)

дали положительные отзывы о диссертации.

**Ведущая организация** ОАО «Институт точной механики и вычислительной техники им. С.А. Лебедева Российской академии наук» (ИТМиВТ), г. Москва в своем положительном заключении, подписанном Суриковым В.Н., доктором физико-математических наук, доцентом, заместителем генерального директора и Ермолаевой А.Б., кандидатом технических наук, доцентом, ведущим научным сотрудником и утвержденном Князевым А.В., д.ф.-м.н., профессором, директором ИТМиВТ, указала, что диссертация Чан Ван Хань «Системный анализ и разработка методов оптимизации промышленных бортовых систем управления на основе сетевой информационной среды» является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится четкая постановка актуальной научной задачи и предложено ее решение, имеющее существенное значение для теории и практики разработки цифровых систем управления

реального времени. Диссертационная работа отвечает требованиям ВАК РФ и удовлетворяет критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемых к кандидатским диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации», а ее автор Чан Ван Хань, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по данной специальности.

Соискатель имеет 18 научных работ, 14 из них по теме диссертации, в том числе 4 работы, опубликованные в российских рецензируемых научных журналах, включенных в Перечень ВАК РФ. Наиболее значимые научные работы по диссертации:

1. Чан Ван Хань, Холопов Ю.А., Преображенский Н.Б. Аппаратная оптимизация бортовой распределенной системы управления подвеской автомобиля на основе ее свободных степеней информационных связей // Глобальный научный потенциал. - 11/2014. - № 11(44). - С. 113-116. - ISSN 1997-9355. Рассмотрен подход повышения эффективности функционирования и обеспечения работоспособности бортовой системы управления на основе ее свободных степеней информационных связей. В отличие от традиционных подходов, процессы обеспечения работоспособности и эффективности функционирования системы реализованы на основе организации дополнительных связей между локальными подсистемами и создании автономных блоков согласования управления и контроля. Подход позволяет обеспечить новое качество системы без заметного усложнения ее структуры и с полным сохранением ее основной функциональности. В работе отмечены особенности схемотехнической реализации данного подхода на примере бортовой распределенной системы управления адаптивной пневматической подвеской автомобилей. Личный вклад соискателя: разработан подход оптимизации высокодинамических бортовых систем управления на основе их сетевой информационной среды; построена структурная схема аппаратной

реализации на примере системы управления пневматической подвеской автомобиля; проведено моделирование и анализ результатов.

2. Чан Ван Хань, Холопов Ю.А., Преображенский Н.Б. Исследование и разработка методики контроля перспективных распределенных систем управления в масштабе реального времени // Наука и бизнес: пути развития. - 5/2014. - №5(35). - С. 117-120. - ISSN 2221-5182. Рассмотрены особенности схемотехнической реализации процесса контроля для сложных систем управления. Показаны особенности цифровой реализации, обеспечивающей универсальность, гибкость и повышенную автономность системы, возможность организации оперативной настройки системы и мониторинга фиксируемых данных. Отмечена возможность эффективного использования данной системы в процессе тестирования и наладки распределенной системы управления сложным объектом. Личный вклад соискателя: разработан метод контроля и мониторинга распределенных систем управления на основе использования автономных узлов контроля и регистрации; построена структурная и функциональная схема аппаратной реализации узла контроля и регистрации; описан узел на языке описания аппаратуры; проведено моделирование, верификация и анализ результатов.

3. Чан Ван Хань. Разработка перспективного метода верификации и отладки бортовых распределенных систем управления на основе организации автономных узлов регистрации и контроля //Интернет-журнал «Науковедение». - М.: Науковедение, 2014. - №6 (25). В данной работе, во-первых, были показаны преимущества реализации процесса контроля и мониторинга параметров системы на основе организации автономных узлов регистрации и контроля. Во-вторых, разработаны алгоритмы функционирования таких узлов. В-третьих, предложен метод верификации и отладки полной системы управления и/или ее компонентов путем использования автономных узлов регистрации, и отмечена возможность применения данного метода для бортовых систем управления, ряд компонентов которых не доступен. Результаты исследования представлены в

структурной реализации данного метода на примере бортовой распределенной системы управления адаптивной пневматической подвеской автомобиля, и аппаратной реализации автономного узла регистрации и контроля. Моделирование доказало эффективность использования предложенного метода. Метод верификации и отладки на основе автономных узлов регистрации и контроля может применяться для различных сложных высокодинамических бортовых систем управления. Все результаты получены автором лично.

4. Чан Ван Хань, Холопов Ю.А., Преображенский Н.Б. Регистратор параметров высокодинамических объектов //Технологии техносферной безопасности. - 2013. - №3(49). Проведён анализ особенностей схемотехнической реализации цифрового регистратора параметров для распределенных систем управления сложных объектов. Предложен новый подход его аппаратно-алгоритмической реализации. В отличие от традиционных подходов предложенный подход использует стандартные цифровые интерфейсы, обладает большей степенью автономности, и благодаря гибкому механизму настроек, может быть применен не только в процессе штатного функционирования контролируемого объекта, но и при контроле и наладке сложной распределенной системы управления и её компонент. Личный вклад соискателя: разработана методика аппаратной реализации автономного регистратора высокодинамических объектов, в том числе алгоритм параметрической настройки системы, метод решения проблемы временного ограничения, метод реализации механизма параллельного чтения и записи данных на основе сегнетоэлектрической памяти; реализована схема на основе языка описания аппаратуры Verilog; проведено моделирование, верификация и анализ результатов.

5. Чан Ван Хань. Концепция построения сложных высокодинамических бортовых систем управления реального времени // Новый университет. Серия "Технические науки" науч. журн./учредитель ООО "Коллоквиум". - 2014, №9(31). - Йошкар-Ола: Коллоквиум, 2014. - С.27-32. - ISSN 2221-9552.

Рассмотрена концепция построения сложных высоко-динамических систем управления реального времени на основе модели слабосвязанной распределенной системы. Показаны преимущества реализации многоуровневой структуры организации системы, алгоритма повышения автономности локальных подсистем управления и применении сетевой технологии связи на различных структурных уровнях системы. Отмечена возможность использования современной бортовой сети как информационной основы для обеспечения решения различных задач анализа, оптимизации и верификации ее качества. Все результаты получены автором лично.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы лауреата Государственной премии СССР, д.т.н., профессора Ткаченко Владимира Максимовича, д.т.н., профессора Афанасьева Валерия Николаевича, к.ф.-м.н., д.т.н., профессора Рыжова Александра Павловича, д.т.н., доцента Козлова Владимира Валентиновича, к.т.н., доцента Новикова Валерия Ариановича, к.т.н., с.н.с. Кречетова Евгения Георгиевича. Все отзывы положительны. Авторы отзывов отмечают актуальность темы исследования, высоко оценивают важность полученных научных результатов и их новизну. В отзывах ведущей организации, официальных оппонентов и в отзывах на автореферат содержатся следующие замечания:

1. Ведущая организация ОАО «Институт точной механики и вычислительной техники им. С.А. Лебедева Российской академии наук». В качестве замечаний указано:

- В работе содержатся некоторые интересные сопоставления используемых сетевых протоколов, однако основные результаты экспериментов показаны на основе сетей CAN.
- Высказано предположение о целесообразности разработки сетевого протокола, ориентированного на особенности организации систем управления, но данный вопрос в работе освещен недостаточно полно.

2. Официальный оппонент, доктор технических наук, профессор, заведующий

кафедрой кибернетики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования МИЭМ ВШЭ Афанасьев В.Н. В качестве замечаний указано:

- Не введено формальное описание функционала качества, в смысле которого в диссертации рассматриваются задачи оптимизации.
- Отсутствуют количественные (стоимостные) оценки принятия тех или иных проектных аппаратных и программных решений.
- Нет привязки материалов (схемы инструментальной платы, блок-схемы платы с сегнетоэлектрической памятью, сравнительные характеристики с разными типами памяти), помещенных в Приложениях 4, 5 и 6 к тексту диссертации.

3. Официальный оппонент, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры МОСИТ Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования МГТУ МИРЭА Ткаченко В. М. В качестве замечаний указано:

- Различные сетевые реализации имеют особенности арбитража. Рассмотренные в диссертационной работе решения применимы далеко не для всех сетей с централизованной структурой управления.
- Метод обеспечения минимального времени передачи данных в пункте 4.4.2 главы 4 носит ограниченную область применения для сети Fast Ethernet; оценка, экспериментальное применение и моделирование для других промышленных сетей в работе не приведено.
- В работе обнаружено несколько опечаток; есть также замечания по оформлению рисунков.

4. Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова» (МГУ им. М.В. Ломоносова), доцент кафедры математической теории интеллектуальных систем механико-

математического факультета к.ф.-м.н., д.т.н., профессор Рыжов А.П. В качестве замечаний указано:

- Не приведены граничные условия обеспечения работоспособности и эффективности функционирования для системы пневматической подвески автомобиля, на примере которой рассматривается ряд решений.
- Недостаточно раскрыты алгоритмы поддержки сетевых решений, обеспечивающие повышение пропускной способности сети, упрощение процедур обмена за счет типизации пакетной структуры передаваемой информации.
- Неудачные формулировки. Часть обозначений, например  $U_1 - U_{12}$  на рис. 1, не расшифрована.
- Некоторые формулировки желательно было бы сопроводить количественными оценками. Подобные цифры приводятся на с. 18 и 19.

5. НИТУ "МИСиС" - Национальный исследовательский технологический университет. Отзыв подписал доцент кафедры «Технологии материалов электроники» д.т.н., доцент Козлов В.В. В качестве замечаний указано: На рис. 5 стр. 14 не ясно описаны сигналы управления; в тексте встречаются орфографические ошибки и стилистические неточности.

6. Московский экономический институт. Отзыв подписал доцент кафедры менеджмента, к.т.н, доцент. Новиков В.А. В качестве замечаний указано: В автореферате можно заметить некоторые терминологические неточности.

7. ЗАО Научно-технический центр «Радуга» Подписал начальник отдела, к.т.н., с.н.с. Кречетов Е.Г. В качестве замечаний указано: В представленных в автореферате временных диаграммах моделирования (рис.6 и рис.7) отсутствуют описания входных и выходных сигналов, что затрудняет понимание;

Авторы отзывов отмечают, что замечания не носят принципиального характера, являются рекомендательными и не снижают высокой оценки проделанной соискателем работы. Авторы отзывов указывают, что



диссертация Чан Ван Хань выполнена на высоком уровне, является завершённой научно-квалификационной работой и удовлетворяет требованиям ВАК РФ, а ее автор Чан Ван Хань, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации»

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации** обосновывался тем, что оппоненты являются компетентными специалистами в области системного анализа, управления и информационных технологий, имеющие достаточно публикаций и способны провести независимую профессиональную экспертизу результатов, вынесенных на защиту. Ведущая организация известна своими достижениями в области методов оптимизации промышленных систем управления и имеет признанных специалистов в данной области, что позволяет ей определить научную значимость диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований, **разработан** новый подход к организации бортовой системы управления и обработки информации, обладающей большей степенью автономности по сравнению с традиционными методами построения систем управления; **реализован** новый метод контроля, мониторинга и повышения эффективности функционирования бортовых систем на основе организации автономных узлов регистрации и контроля; **разработан** новый тип высоко-автономного регистратора параметров системы и аварийных режимов; **предложена** концепция многоуровневой организации распределенной системы управления, организации локальных подсистем, объединенных сетевой структурой; **получены** 7 групп основных результатов, вынесенных на защиту:

1. Подход к решению задачи повышения эффективности функционирования и обеспечения работоспособности сложных высокодинамических бортовых систем управления. В отличие от традиционного подхода предложенный подход реализуется на основе использования свободных информационных

связей и построения дополнительных автономных блоков согласования управления. Подход обладает большой степенью автономности и гибкости механизма реализации, позволяет обеспечить новое качество системы без заметного ее усложнения и полным сохранением ее основной функциональности. Структурная схема аппаратной реализации подхода на примере системы управления подвеской автомобиля.

2. Методика контроля и мониторинга сложных бортовых систем управления на основе организации автономных узлов регистрации и контроля. В отличие от известных методов контроля и мониторинга, процесс чтения данных заменяется их фиксацией в сечение памяти центрального процессора контролируемой системы. Кроме этого, благодаря легкости настройки параметров в каждом узле регистрации контроля, существует возможность выбора требуемой информации для записи и чтения с целью анализа повторения действий на типовых событиях. При обнаружении подобных случаев и отсутствии своевременной команды управления от центральной подсистемы контролируемой системы, обработка выполняется на основе информации записанной в узле регистрации и контроля. Данная методика позволяет обеспечить не только повышенный уровень контролируемости системы, но и ее работоспособности.

3. Методика верификации и отладки сложных высокодинамических бортовых систем управления на основе применения автономных цифровых регистратора. Методика позволяет получить наиболее качественные результаты по сравнению с обычным методом использования генератора случайных чисел и может использоваться для верификации и отладки бортовых систем, ряд компонентов которых не доступен для прямой проверки.

4. Приемы построения сложных высокодинамических бортовых систем управления на основе модели слабосвязанных распределенных систем, построенных на основе сетевой технологии связи и двух концепций декомпозиции системы: во-первых, многоуровневой структуры организации системы, во-вторых, повышения степени автономности локальных подсистем.

Преимущества данной модели заключаются не только в ее возможности распределения системы по объекту, но и в простоте оптимизации, верификации и отладки частичной и полной системы. Структурная схема реализации данной модели на примере адаптивной пневматической системы управления подвеской автомобиля.

5. Способ аппаратной реализации средств, обеспечивающих задачу повышения работоспособности и эффективности функционирования сложных бортовых систем управления реального времени. Данный подход включает: во-первых, алгоритм параметрической настройки различных автономных блоков согласования управления и контроля, во-вторых, метод решения проблемы временного ограничения, в-третьих, метод реализации механизма параллельного чтения и записи данных.

6. Алгоритмы и структурные схемы реализации приемов аппаратной поддержки сетевых решений, обеспечивающие повышение пропускной способности сети, исключение лишних арбитражных процедур, упрощение процедур обмена за счет типизации пакетной структуры передаваемой информации. Подобные аппаратные решения и алгоритмы повышают надежность функционирования систем управления и контролируемость сетевого оборудования.

7. Результаты реализации и моделирования представлены в виде схем реализации, описания аппараты на языке Verilog, временных диаграмм и численных файлов. Все механизмы и реализуемые схемы описаны на языке описания аппаратуры. В качестве средства проектирования, моделирования и верификации использован современный пакет Active HDL версии 8.2 фирмы Aldec. Для системы управления пневматической подвеской автомобиля, работающей на основе микроконтроллера STM32F303VTCT6 и сети CAN 1Мб/с, скорость обработки информации с использованием аппаратных решений достигает 730 Мб/с, так что, за один цикл работы сети CAN можно выполнить несколько десятых циклов вычисления. Эффективность системы (сравнительная оценка по скорости выполнения локальных задач управления

и регулирования в системе до и после оптимизации) увеличивается на 25%. При этом, дополнительные затраты аппаратуры при реализации системы управления составят не более 14% от общего объема ее аппаратуры.

**Теоретическая значимость** исследования обоснована тем, что: исследование различных задач управления, контроля и структурных схем их реализации в современных бортовых системах управления, показало эффективность реализации модели слабосвязанных распределенных систем, построенных на основе сетевой технологии связи и двух концепций декомпозиции системы: во-первых, многоуровневой структуры организации системы, во-вторых, повышения степени автономности локальных подсистем. Анализ существующих традиционных методов повышения эффективности и обеспечения работоспособности современных бортовых систем управления показал недостатки таких методов с точки зрения их реализации и функционирования. Развитие сложности и динамических характеристик бортовых систем управления поставило задачу оптимизации сложных бортовых систем управления с повышенными требованиями к простоте, автономности и гибкости механизмов их реализации и функционирования. Показана эффективность использования цифровой сетевой среды в качестве информационной основы для решения задачи обеспечения работоспособности и повышения качества сложных бортовых систем управления.

**Практическая значимость** исследования обоснована тем, что: Разработана структурная схема реализации модели слабосвязанной распределенной бортовой системы управления на примере адаптивной пневматической системы управления подвеской автомобиля. Разработаны приемы повышения эффективности функционирования, работоспособности данной системы на основе использования свободных информационных связей и построения дополнительных автономных блоков согласования управления, и структурные схемы их аппаратной реализации. Разработан метод контроля и мониторинга сетевой системы управления подвеской автомобиля на основе

организации автономных узлов регистрации и контроля. Построена не только структурная схема его аппаратной реализации, но и предложены алгоритмы. Разработана и подробно моделирована функциональная схема. Разработан подход верификации и отладки сетевой бортовой системы управления подвеской автомобиля на основе применения автономных узлов регистрации данных. Разработаны различные приемы аппаратной поддержки сетевых решений, обеспечивающие повышение пропускной способности сети, исключение лишних арбитражных процедур, упрощение процедур обмена за счет типизации пакетной структуры передаваемой информации. Аппаратная реализация предложенных приемов в промышленных бортовых сетях **CAN, Fast Ethernet, Modbus, Profibus DP** промакетирована на инструментальной плате FPGA. Показано что, подобные аппаратные решения и алгоритмы повышают надежность функционирования систем управления и контролируемость сетевого оборудования. Подобные приемы подключения абонентов и аппаратной организации сложной сети являются в определенной мере новыми для бортовых систем управления. Все механизмы и реализуемые схемы описаны на языке описания аппаратуры Verilog. Проведено аппаратное моделирование в современном средстве проектирования и верификации Active HDL версии 8.2 фирмы Aldec. Результаты реализации и моделирования представлены в виде схем реализации, описания аппаратуры на языке, временных диаграмм и численных файлов. Для системы управления пневматической подвеской автомобиля, работающей на основе микроконтроллера STM32F303VCT6 и сети CAN 1Мб/с, скорость обработки информации с использованием аппаратных решений достигает 730 Мб/с, эффективность системы увеличивается на 25%. При этом степень усложнения алгоритмов управления не превышает 12%. Увеличение объема оборудования, за счет внедрения дополнительных связей и цифровых узлов управления и контроля, составляет 14 %.

Теоретическая и практическая значимость полученных в работе результатов, **обосновывают** возможность применения сетевых структур управления и

контроля для систем различной физической природы, в частности, для подвижных объектов. **Обоснованность и достоверность результатов и выводов**, содержащихся в диссертации, обусловлена верифицированными численными расчетами и подтверждена данными экспериментальных исследований и моделирований. Положения и выводы, сформулированные в диссертации, получили квалифицированную апробацию на международных и российских научных конференциях и опубликованы в рецензируемых научных изданиях, в том числе рекомендованных ВАК РФ.

Личный вклад соискателя состоит в успешном решении всех задач, поставленных им в диссертации. Все научные положения, выводы и рекомендации, вынесенные на защиту, получены соискателем лично.

На заседании 28 мая 2015 года диссертационный совет принял решение присудить Чан Ван Хань ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.13.01. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 15, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель Совета Д002.017.03

По защите докторских и кандидатских диссертаций,  
д.т.н., профессор

Н.А. Северцев

Ученый секретарь Совета Д002.017.03

по защите докторских и кандидатских диссертаций,  
кандидат физико-математических наук

А.В. Мухин

Дата оформления Заключения 29 мая 2015 года

