

## Отзыв

на автореферат диссертации Мое Мин Вин «Организация распределенного комбинированного аппаратного контроля многомерных матричных мультиконтроллеров с кольцевым арбитражем», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления

Логические СБИС-мультиконтроллеры (ЛМК) – перспективная элементная база для реализации встраиваемых систем логического управления сложными объектами. Мультиконтроллер может объединять до нескольких сотен идентичных параллельно работающих модулей, что позволяет реализовать комплексные управляющие алгоритмы с большим числом вершин.

Одной из ключевых проблем создания СБИС ЛМК является наличие технологических дефектов, из-за которых значительная часть выпускаемых приборов оказывается неработоспособной. Некоторые дефекты, называемые скрытыми, сразу себя никак не проявляют и обнаруживаются в ходе дальнейшей эксплуатации в виде отказов. Одним из путей решения данной проблемы является включение в ЛМК структурной избыточности в виде резервных модулей и каналов связи, которые могут быть автоматически задействованы при обнаружении неисправных узлов. В результате даже при относительно большом числе дефектов СБИС ЛМК может считаться годной и использоваться по назначению.

Использование резерва для автоматического восстановления работоспособности ЛМК невозможно без оперативного обнаружения отказов и дефектов. В настоящее время эта задача решается с использованием алгоритмов и средств распределенного самоконтроля и взаимоконтроля. Самоконтроль относительно прост в реализации, однако он не обеспечивает достаточный уровень защиты от ошибок в самих блоках контроля. Использование взаимоконтроля, при котором каждый модуль одновременно проверяется несколькими соседями в структуре ЛМК, в большей степени защищено от подобного рода ошибок, поскольку решение об отказе каждого модуля выносится согласованно, в результате «голосования» нескольких контролирующих блоков. Однако при взаимоконтроле существенно (в несколько раз) возрастает аппаратная и коммуникационная избыточность средств контроля, что в особенности критично для многомерных систем.

Таким образом, с учетом вышесказанного, диссертационное исследование Мое Мин Вин является актуальным и перспективным.

Научная новизна представленных в диссертации результатов, в частности, заключается в следующем.

1. Предложен новый подход к организации встроенного контроля многомерных матричных логических мультиконтроллеров, заключающийся в том, что каждый модуль проверяет своих физических соседей и

одновременно осуществляет самоконтроль, а результирующий сигнал о неисправности модуля формируется с использованием мажоритарной операции над множеством частных признаков неисправностей, поступающих от всех контролирующих модулей.

2. Разработан алгоритм комбинированного межмодульного контроля с кольцевым арбитражем, отличающийся реализацией режима взаимного исключения при попытках одновременной проверки некоторого модуля несколькими его соседями, основанного на использовании циркулирующих в кольцевом регистре арбитража флагов разрешения.

Основные положения диссертации неоднократно докладывались и получили положительные отзывы на научно-технических конференциях, опубликованы в научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Защищаемые результаты удовлетворяют критериям научной новизны и раскрыты достаточно подробно. Проведенные исследования на имитационной модели подтверждают корректность предложенного подхода и теоретических выкладок.

К числу замечаний по работе следует отнести отсутствие оценок оперативности контроля с использованием предложенного подхода, а также упрощенная оценка вероятности обнаружения неисправностей, которая не учитывает надежность мажоритарных схем.

Указанные недостатки не влияют на общую положительную оценку работы. Судя по автореферату, диссертационная работа Мое Мин Вин является целостным и логически завершенным научным исследованием, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 05.13.05, а ее автор достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Заведующий лабораторией «Радионавигации, управления и связи»  
Сибирского федерального университета

Шифр специальности 05.13.13.-Вычислительные машины, комплексы  
системы и сети. Тел. 8 913 533 65 01.

Российская Федерация, 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79  
Военно-инженерный институт.

К.т.н. профессор

Вейсов Е.А.

Подпись Вейсова Е.А. заверяю



ФГАОУ ВО СФУ	
Подпись <u>Е.А. Вейсова</u> заверяю	
Начальник общего отдела <u>Мурзакасов</u>	
« 04 »	12 2018г.

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Мое Мин Вин «Организация распределенного комбинированного аппаратного контроля многомерных матричных мультиконтроллеров с кольцевым арбитражем», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления

Параллельные логические мультиконтроллеры (ЛМК) открывают широкие перспективы в области создания сложных высокоскоростных встраиваемых цифровых систем управления, реализующих комплексные управляющие алгоритмы. Однако производство СБИС ЛМК сталкивается с проблемой технологических дефектов и отказов, так что без принятия специальных мер надежность подобных систем на базе мультиконтроллеров будет значительно снижена, а некоторые приборы будут попросту не пригодны к использованию в момент выпуска.

Одним из способов повышения надежности ЛМК является организация структурной избыточности в виде скользящего резерва модулей. В мультиконтроллере, содержащем такой резерв, неисправные модули будут оперативно замещаться резервными за счет реконфигурации структуры ЛМК с изолированием дефектных модулей. Однако чтобы такой способ заработал, необходимы методы автоматического обнаружения неисправностей и реализующие их встроенные средства, которые могли бы оперативно выявлять ошибочно работающие модули. Разработка таких методов и средств посвящена диссертационная работа Мое Мин Вин.

Автор развивает идею организации межмодульного взаимоконтроля, при котором каждый модуль ЛМК периодически проверяется сразу несколькими его соседями (с дополнительным самоконтролем), а результат контроля определяется методом «голосования», путем применения мажоритарной операции к частным результатам проверки. Диссертант верно отмечает, что известные варианты реализации взаимоконтроля имеют высокую коммуникационную сложность из-за необходимости добавления большого числа дополнительных соединений между блоками контроля разных модулей, и предлагает оригинальное научно-обоснованное решение данной задачи.

Научная новизна полученных в ходе исследования результатов заключается в следующем.

1. Предложен новый подход к организации встроенного аппаратного контроля многомерных матричных логических мультиконтроллеров, отличающийся тем, что каждый модуль одновременно проверяется всеми физическими соседями и выполняет самоконтроль, при этом решение об отказе модуля выносится путем применения мажоритарной операции к частным результатам проверки, а попытки одновременного начала несколькими модулями проверки одного и того же соседнего модуля автоматически перераспределяются во времени на основе организации кольцевого арбитража.

2. Разработан аппаратно-ориентированный параллельный алгоритм комбинированного контроля с кольцевым арбитражем, отличающийся внедрением режима взаимного исключения при параллельном обращении нескольких модулей к одному и тому же проверяемому физическому соседу,

сущность которого заключается в выполнении операций опроса и сброса/установки флага, циркулирующего в кольцевом регистре арбитража в составе каждого модуля.

3. Предложена структурно-функциональная организация аппаратных средств распределенного контроля многомерных матричных логических мультиконтроллеров, отличающаяся тем, что каждый модуль содержит несколько идентичных блоков контроля соседей, подключенных к соответствующим физическим соседям, блок самоконтроля, блок организации контроля, координирующий работу других блоков, а также кольцевой регистр арбитража, обеспечивающий блокировку одновременных проверок данного модуля со стороны других модулей.

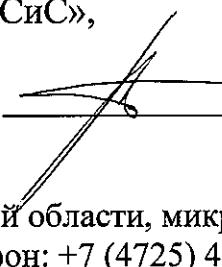
Основные результаты диссертации успешно докладывались на научно-технических конференциях и представлены в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Защищаемые результаты удовлетворяют критериям научной новизны и раскрыты с необходимой степенью детализации.

К числу замечаний по данной работе необходимо отнести недостаточное обоснование выбора варианта размещения контролирующих модулей в матрице мультиконтроллера, а также отсутствие рекомендаций по выбору разрядности счетчиков, используемых в составе блоков контроля.

Указанные недостатки не ухудшают положительного впечатления о диссертационной работе. Работа Мое Мин Вин является логически завершенным научным исследованием, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 05.13.05, а ее автор достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Заведующий кафедрой высшей математики  
и информатики, заведующий аспирантурой  
Старооскольского технологического института  
им. А.А. Угарова (филиала) ФГАОУ ВО  
«Национальный исследовательский  
технологический университет «МИСиС»,  
кандидат технических наук, доцент

 Кабулова Евгения Георгиевна

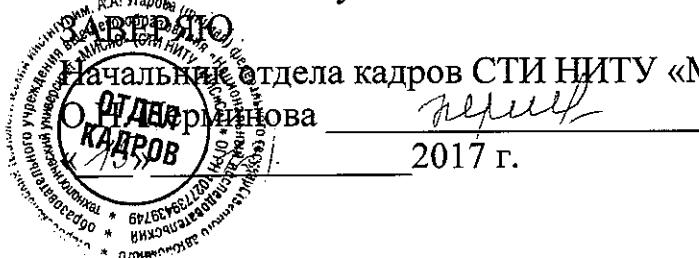
Адрес:

309516, г. Старый Оскол, Белгородской области, микрорайон им. Макаренко, дом 42,  
СТИ НИТУ «МИСиС». Рабочий телефон: +7 (4725) 45-12-21, 8-951-132-99-59

Электронная почта: [otdel\\_aspirant@mail.ru](mailto:otdel_aspirant@mail.ru)

Шифр и наименование научной специальности: 05.13.10 – Управление в социальных и  
экономических системах (технические науки)

Подпись Е.Г. Кабуловой



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Мое Мин Вина «Организация распределенного комбинированного аппаратного контроля многомерных матричных мультиконтроллеров с кольцевым арбитражем», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления

Распределенный аппаратный контроль – один из эффективных методов повышения надежности многомодульных вычислительных и управляющих систем. Он позволяет оперативно выявлять отказавшие узлы (модули) и каналы связи с целью их дальнейшего изолирования и замещения резервными ресурсами. В системах с однородной структурой, к числу которых относятся рассматриваемые автором диссертации логические мультиконтроллеры (ЛМК), распределенный аппаратный контроль особенно эффективен. Это достигается тем, что каждый модуль одновременно контролирует всех своих соседей или их часть, а решение об отказе модуля выносится с помощью специальных процедур согласования (например, методом «голосования»). Именно такой подход развивается автором диссертации. Диссертант выявляет недостатки известных методов распределенного аппаратного контроля ЛМК и предлагает модифицированный подход к организации контроля, устраняющий некоторые из выявленных «узких мест». В частности, автору удается существенно снизить коммуникационную сложность и избыточность аппаратной среды контроля.

Предложенный в диссертации подход обладает признаками научной новизны, поскольку отличается тем, что каждый модуль осуществляет независимый параллельный контроль ряда своих ближайших соседей при одновременном его контроле оставшимися ближайшими соседями с принятием окончательного решения об отказе модуля по результатам мажоритарной операции над множеством признаков, вычисляемых его контролирующими соседями, причем коллизии одновременного начала контроля одного и того же модуля несколькими его соседями разрешаются на аппаратном уровне на основе использования механизма кольцевого арбитража. Также в диссертационной работе синтезированы обладающие существенной новизной структурные и функциональные схемы блоков контроля модулей мультиконтроллера, позволяющие реализовать оперативный параллельный контроль всей матрицы модулей многомерного мультиконтроллера на аппаратном уровне с параллельным формированием признаков состояния модулей матрицей мажоритарных элементов.

Основные положения и идеи диссертации неоднократно успешно докладывались на научно-технических конференциях, опубликованы в научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Защищаемые результаты удовлетворяют критериям новизны, представлены в доказательной форме, раскрыты с необходимой степенью

детализации. Проведенные исследования на имитационной модели подтверждают корректность выбранного подхода и теоретических построений.

### Замечания:

- 1) отсутствие детализации процедуры проверки модулей;
  - 2) поверхностный подход к оценке вероятности обнаружения отказов.

Указанные недостатки, тем не менее, не влияют на общую положительную оценку работы. Результаты ознакомления с авторефератом дают основание полагать, что диссертационная работа Мое Мин Вина является завершенным научным исследованием, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 05.13.05, а ее автор достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Профессор кафедры информационных систем  
Орловского государственного университета имени И.С. Тургенева

Д.Т.Н.:

профессор

Коськин Александр Васильевич

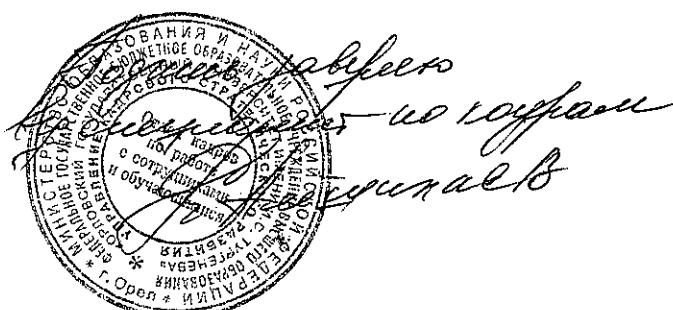
Адрес: 302026, г. Орел, ул. Комсомольская, 95

Рабочий телефон: +7(4862)419815

Электронная почта: kav1959@rambler.ru

Шифр и наименование научной специальности:

05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации»



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Мое Мин Вин “Организация распределенного комбинированного аппаратного контроля многомерных матричных мультиконтроллеров с кольцевым арбитражем”, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – “Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления”.

Диссертационная работа Мое М.В. посвящена решению актуальной проблемы снижения коммуникационной сложности многомерных матричных логических мультиконтроллеров на основе разработки нового подхода для организации контроля модулей и реализующей его аппаратной реализации.

Автор показывает, что научно-техническая задача повышения надежности, живучести и отказоустойчивости логических мультиконтроллеров (ЛМК) является актуальной. Задача обеспечения надежности ЛМК возникает из-за наличия большого числа технологических дефектов при производстве деталей, которые по факту после выпуска уже являются неисправными. Данная проблема была частично проработана рядом российских и зарубежных авторов, но тем не менее задача управления дополнительными модулями при отказе основных узлов ЛМК, требующая повышения оперативности выявления неисправных модулей мультиконтроллера, до сих пор не является решенной. Поэтому в диссертационной работе автор предлагает ряд принципиально новых подходов, заключающихся в следующем.

1. Предложен новый подход к организации оперативного контроля многомерных логических мультиконтроллеров, основанный на принципе контроля модуля соседними узлами и отличающийся наличием самоконтроля. Общее решение об отказе узла принимается на основании и решений всех соседних модулей.

2. Разработан программно-аппаратный параллельный алгоритм распределенного контроля многомерного логического мультиконтроллера, новизна которого заключается аппаратном взаимодействии при осуществлении взаимного исключения в момент начала проверки модулями соседних узлов путем опроса состояний флагов, движущихся в кольцевых регистрах арбитража этих соседей.

3. Предложена структурно-функциональная организация распределенных аппаратных средств оперативного контроля многомерных логических мультиконтроллеров, отличающаяся наличием множества блоков контроля соседей, работа которых управляется блоком организации контроля, а также множества триггеров арбитража, организованных в виде кольцевого регистра сдвига, содержащего единичный флаг разрешения контроля модуля.

Благодаря предложенной новой алгоритмической базе достигается снижение коммуникационной сложности многомерных матричных логических мультиконтроллеров по сравнению с методом межмодульного взаимодействия.

Как следует из текста автореферата, разработанная система апробирована и внедрена на промышленном предприятии г. Курск “ООО Визор”, что свидетельствует о высокой практической значимости работы. Результаты исследований опубликованы в 8 печатных работах, 3 статьи в журналах из перечня ВАК РФ.

Отмечая высокий уровень работы, следует обратить внимание на некоторые замечания:

1. Из автореферата диссертации не очевидно, каким образом оценивается надежность модуля управления кольцевого регистра арбитража.

2. В автореферате не указано, каким образом механизм голосования (опроса флагов соседних узлов) влияет на общую вероятность наличия отказа в проверяемом узле.

Приведенные замечания не снижают общей высокой оценки работы. Диссертация Мое Мин Вин полностью соответствует требованиям ВАК РФ, представленным к кандидатским диссертациям по специальности 05.13.05 – “Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления”, а сам автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Орлов Алексей Александрович, д.т.н. (05.13.01), доцент, 602264, Владимирская область, г. Муром, ул. Орловская, д. 23, тел. 8(49234)77-1-24, email: [AlexeyAlexOrlov@gmail.com](mailto:AlexeyAlexOrlov@gmail.com), Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владimirский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», заведующий кафедрой «Физика и прикладная математика»

Заведующий кафедрой «Физика  
и прикладная математика» МИВлГУ  
д.т.н.

Ученый секретарь института

А.А. Орлов

О.Н. Полулях



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Мое Мин Вин «Организация распределенного комбинированного аппаратного контроля многомерных матричных мультиконтроллеров с кольцевым арбитражем», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления

Встроенный аппаратный контроль – один из эффективных методов повышения надежности вычислительной техники и систем управления. Он находит применение как при реализации отдельных устройств и их блоков, так и при создании сложных параллельных систем, позволяя оперативно выявлять в них отказавшие модули и каналы связи с целью их дальнейшего изолирования и оперативной замены резервными ресурсами. Эффективность встроенного контроля наиболее высока в системах с регулярной структурой, например, в матричных системах. В подобных системах каждый модуль одновременно контролирует своих соседей с вынесением решения об отказе с помощью специальных процедур (например, методом «голосования»), что позволяет повысить вероятность обнаружения неисправностей и маскировать ошибки в работе отдельных блоков контроля. Именно такой подход развивается автором диссертации применительно к матричным логическим мультиконтроллерам, представляющим собой подкласс параллельных систем логического управления.

Основные результаты диссертации обладают научной новизной. Среди них выделяются: 1) подход к организации встроенного контроля многомерных матричных логических мультиконтроллеров, заключающийся в том, что каждый модуль параллельно проверяет всех своих физических соседей и осуществляет самоконтроль, а результирующий сигнал о неисправности каждого модуля формируется на основе мажоритарной операции над множеством частных признаков неисправности, поступающей от всех его контролирующих модулей; 2) структурно-функциональная организация аппаратных средств встроенного распределенного контроля, отличающаяся реализацией режима взаимного исключения при параллельном контроле несколькими модулями их физических соседей на основе использования кольцевого сдвигового регистра арбитража, содержащего единичный флаг разрешения.

Основные результаты, выводы, идеи диссертации неоднократно докладывались на научно-технических конференциях, в необходимом объеме опубликованы в научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Защищаемые результаты удовлетворяют критериям научной новизны и раскрыты с необходимой степенью детализации. Проведенные исследования на имитационной модели подтверждают корректность использованного подхода и теоретических построений.

К числу замечаний по автореферату следует отнести недостаточное обоснование используемого режима проверки модулей, а также отсутствие сравнительных данных об аппаратной избыточности средств контроля.

Указанные замечания не влияют на общее положительное впечатление о диссертации. Судя по автореферату, диссертационная работа Мое Мин Вин является логически завершенным научным исследованием, соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 05.13.05, а ее автор достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Профессор кафедры «Вычислительная и прикладная математика»  
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический  
университет» (ФГБОУ ВО «РГРТУ»), доктор технических наук, доцент  
*05.13.11 - Математическое и программное обеспечение вычислительных  
машин, комплексов и компьютерных сетей*

Прутков Александр Викторович

Почтовый адрес: 390005, г. Рязань, ул. Гагарина, д. 59/1, РГРТУ, ВПМ  
Телефон: +7 (4912) 46-03-64  
E-mail: mail@prutzkow.com

Подпись Пруткова Александра Викторовича подтверждают:

Ученый секретарь ученого совета  
ФГБОУ ВО «РГРТУ»

В.Н. Пржегорлинский

