

Отзыв

официального оппонента Надеева Аделя Фирадовича на диссертационную работу Клеймана Льва Александровича «Повышение надежности вычислительных систем на основе динамического распределения диагностических задач», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.2 – Вычислительные системы и их элементы

Актуальность темы

Влияние вычислительных систем на показатели эффективности технологических и организационных процессов в различных сферах экономики и производства постоянно усиливается. Эффективность применения вычислительных систем во многом обуславливает обеспечение заданного качества функционирования тех процессов, информационно-технической платформой которых они являются. Для этого необходимо разрабатывать и применять многофункциональные и высокопроизводительные системы диагностирования. Поэтому, актуальной задачей сегодня является разработка и реализация методов диагностирования вычислительных систем и их элементов.

Диссертационная работа Клеймана Л.А. «Повышение надежности вычислительных систем на основе динамического распределения диагностических задач» посвящена улучшению эксплуатационно-технических показателей вычислительных систем и их элементов на основе эффективного применения системы встроенного диагностирования.

Автор сосредоточил внимание на создании моделей, методов и алгоритма работы встроенной системы диагностирования, позволяющей повысить качественные и эксплуатационные характеристики вычислительных систем и их элементов. Методы, разработанные для расчёта основных характеристик моделей, могут быть использованы для решения других задач, в которых необходимо определить важность учитываемых критериев или принимать решения в зависимости от технического состояния элемента или системы.

Диссертационная работа Клеймана Л.А. является актуальной для практического применения в различных сферах использования вычислительных систем.

Оценка структуры и содержания работы

Диссертационная работа Клеймана Л.А. состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы. Работа содержит 109 страниц основного текста, 6 таблиц, 19 рисунков и 2 приложения (9 страниц), где представлены копии актов внедрения результатов диссертационной работы и листинг разработанной программы моделирования. Список использованной литературы включает 107 наименований.

Во **введении** обоснована актуальность темы диссертационного исследования, показана степень научной разработанности проблемы, сформулированы цель и основные задачи, определены объект и предмет исследования, обоснованы методы, применяемые в данном исследовании.

В первой главе «Анализ методов контроля и диагностики вычислительных систем» проведён анализ структуры вычислительных систем, произведена классификация элементов вычислительных систем, выделены их особенности. Рассмотрены способы обеспечения надежности вычислительных систем на различных этапах жизненного цикла, приведен перечень комплексных показателей надежности ГОСТ.

Автор рассмотрел классификацию систем диагностирования, условия их применения и основные подходы к проведению диагностирования вычислительных систем. Сопоставительный анализ показал, что встроенные системы диагностирования позволяют покрыть большинство областей применения систем диагностирования, поэтому их использование предпочтительнее. Поставлена задача разработки методики эффективного перераспределения диагностических задач между элементами встроенной системы диагностирования в зависимости от технического состояния самих элементов.

Автор, рассмотрев несколько характеристик, оценивающих состояние надежности вычислительной системы, выбрал и обосновал применение такой характеристики надежности системы, как коэффициент технического использования. Определив зависимость рассматриваемого в работе критерия надежности, а именно числа работоспособных элементов, автор сформулировал математическую постановку задачи. Она заключается в изменении вида зависимости числа работоспособных элементов от времени, которая должна положительным образом влиять на коэффициент технического использования системы.

Во второй главе «Разработка моделей встроенной системы диагностирования» проведен анализ существующих моделей систем тестового диагностирования и их элементов по материалам отечественных и зарубежных исследователей. За основу принята комбинированная система диагностирования. В ней за распределение диагностических функций и функциональный контроль отвечает внешнее устройство (контроллер), а тестовое диагностирование выполняют назначенные для этого встроенные средства в структуре самих элементов ВС.

Представлена структурная схема разрабатываемой системы диагностирования, а также предложена модель встроенной системы диагностирования на основе диагностической модели Препарата – Метца – Чена, в которой используется представление в виде графа. Основой такой модели служит разделение элементов по классам, в зависимости от их важности и критичности в системе, позволяющее в дальнейшем управлять распределением задач между элементами встроенной системы диагностирования.

Разработана также диагностическая модель элемента встроенной системы тестового диагностирования, позволяющая рассматривать элемент как набор его технических характеристик, позволяющих путем математических преобразований определить техническое состояние элемента и возможную распределенную нагрузку.

Разработанные модели позволяют унифицировать подход к оценке технического состояния элементов вычислительной системы. Математическая модель встроенной системы диагностирования позволяет не только рассчитать текущие параметры системы, но на основе их сравнения прогнозировать будущее состояние работоспособности вычислительной системы и её элементов.

Математические выражения, определяющие параметры разработанных моделей разработаны таким образом, чтобы обеспечить наиболее простую реализацию программных расчётов. Этим обеспечивается дополнительная эффективность расчётов по разработанным моделям.

В третьей главе «Методы определения характеристик моделей элементов встроенной системы диагностирования» представлены разработанные методы определения основных показателей разработанных моделей.

Метод определения важности критериев работоспособности элемента вычислительной системы требует совмещения знания о критериях и их вкладе в результат принятия решений с возможностью усиления вклада дополнительной субъективной экспертной оценкой. Здесь введены некоторые определения, условия нормирования и проведен поэтапный расчет по предлагаемой методике.

Стоит отметить, что данный метод является масштабируемым как на число критериев, так и на число учитываемых характеристик. Данная методика готова к внедрению как на этапе проектирования, так и на этапе эксплуатации. В процессе эксплуатации значения весовых коэффициентов могут быть пересчитаны, что полезно при решении задачи оптимизации распределения нагрузки.

Особый интерес представляет разработанный автором метод определения показателя работоспособности элемента вычислительной системы, который испытывает меньшие эффекты компенсации в критичных ситуациях и может быть легко автоматизирован.

Для сравнения разработанного метода и метода средневзвешенного значения при определении показателя надежности была написана программа моделирования с пользовательским интерфейсом.

Можно согласиться с выводами автора о том, что методы, разработанные в данной главе, имеют преимущества по сравнению с существующими при решении задачи распределения диагностической нагрузки между элементами вычислительной системы.

Преимущества для первого метода заключаются в возможности автоматизации метода расчёта весовых коэффициентов учитываемых характеристик, а также возможности уточнения экспертами степени влияния характеристик на критерии, что позволяет учесть специфику конкретной системы при решении многокритериальной задачи. Преимуществом второго метода является уменьшенная, по сравнению с существующими аналогами, подверженность эффектам компенсации, что даёт, в свою очередь, более эффективное определение состояния элемента и распределение нагрузки между элементами.

В четвертой главе «Разработка алгоритма распределения диагностической нагрузки между элементами встроенной системы тестового диагностирования»

автором разработан новый алгоритм реконфигурирования встроенной системы тестового диагностирования. Данный алгоритм позволяет одновременно с решением задачи распределения диагностической нагрузки решать некоторые задачи мониторинга. Заложенные в нём методы расчёта показателей моделей системы и элемента, а также проверка некоторых условий решают задачу прогнозирования возникновения неисправностей и их предотвращения. Данные преимущества, а также возникающая кластеризация отказов положительно влияет не только на время работоспособности системы из формулы, но и на время ремонта.

С целью проверки корректности разработанного алгоритма было разработано ПО, симулирующее работу разработанного алгоритма и показывающее сравнение с «неразумным» алгоритмом, когда вся диагностическая нагрузка возложена на один элемент до момента его выхода из строя. Данная программа была написана на языке Javascript.

Разработанный алгоритм позволяет повысить эффективность встроенной системы диагностирования, увеличивая время работоспособности элементов вычислительной системы и путем кластеризации отказов снизить время и стоимость проведения технических ремонтных работ.

В пятой главе «Апробация и внедрение разработанных моделей, методов и алгоритма в состав программно-аппаратного комплекса встроенной системы диагностирования» дано описание внедрения основных результатов диссертационной работы в программно-аппаратный комплекс «Безопасный город».

Разработанные модели, методы и алгоритм были адаптированы и внедрены в состав программного обеспечения самих комплексов фиксации, постов, отвечающих за управление кластерами комплексов фотофиксации, а также в программную реализацию системы, агрегирующей и отображающей полученные данные на пультах операторов системы.

Предложенные нововведения позволили увеличить время нахождения системы в работоспособном состоянии в наблюдаемом периоде на 8,3%, что позволяет увеличить коэффициент технического использования системы.

Необходимо отметить, что результаты, полученные в рамках моделирования, и практические результаты, полученные в реальной системе, не противоречат друг другу (оценка по критерию Пирсона (хи-квадрат)).

В «Заключении» представлены основные результаты и выводы диссертации. Выводы полностью отражают основные научные достижения автора.

Научная новизна диссертационной работы

К основным научным результатам, полученным в диссертации, следует отнести:

1. Разработаны модели системы диагностирования и элементов вычислительных систем, позволяющие учитывать показатели работоспособности элемента при распределении диагностических задач на различных этапах диагностирования.

2. Разработан метод принятия решений в задаче диагностики элементов вычислительных систем, позволяющий определить значения весовых коэффициентов для принятия решения о динамическом распределении диагностических задач.

3. Разработан метод определения показателя надежности элемента вычислительной системы, исходя из текущих значений критериев работоспособности и значений их важности (весовых коэффициентов).

4. Разработан метод, позволяющий обоснованно и эффективно распределять диагностическую информацию, позволяющий динамически изменять роли элементов системы встроенного диагностирования, а также учитывать техническое состояние элементов для прогнозирования их возможного состояния на следующем этапе проверки.

Достоверность и обоснованность полученных результатов

Полученные в диссертационной работе результаты не противоречат теоретическим положениям, известным из научных публикаций отечественных и зарубежных исследователей, и подтверждаются результатами апробации и внедрения предложенных в диссертации моделей, методов и алгоритма в реальные вычислительные системы.

Методология и методы исследования базируются на математическом аппарате и методах системного анализа, теории вероятности и математической статистики, теории надежности, технической диагностики, аналитического и имитационного моделирования.

Основные результаты изложены в 16 публикациях, из них 3 статьи в ведущих рецензируемых научных изданиях; 1 статья в журнале, индексируемом в МБЦ Web of Science, 3 публикации в трудах международных конференций, индексируемых в МБЦ Scopus, 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Результаты внедрения подтверждаются актами, представленными в приложении. Все это позволяет считать полученные результаты обоснованными и достоверными.

Автореферат в полной мере отражает основные положения, содержание и выводы диссертации. Опубликованные работы дают достаточно объемное представление о содержании диссертации.

Практическая значимость полученных автором результатов работы состоит в том, что предложенный инструментарий в виде моделей, методов, алгоритмов реализован и внедрен в составе информационного и программного обеспечения инструментария встроенного диагностирования вычислительных систем.

По основным показателям отмечено, что внедрение результатов работы позволило увеличить коэффициент использования вычислительной системы в среднем на 8,3% (акт ЗАО «ИВС - Сети»). Также кластеризация отказов позволила уменьшить время восстановления системы на 5% (акт ООО «ПроИнфоСервис»). Результаты работы внедрены в учебный процесс кафедры «Автоматика и телемеханика» (акт ФГАОУ ВО «ПНИПУ»).

Замечания

1. Для разработки математической и диагностической модели автор использует различный математический аппарат, но не всегда обосновывает его выбор.

2. В качестве модели вычислительной системы рассматривается полносвязный граф, но типы рассматриваемых взаимосвязей между элементами не определены. В связи этим, автор не учитывает ошибки в каналах передачи информации между элементами.

3. Автор принимает величину ресурсной стоимости проведения теста за константу. В реальной системе данная величина может зависеть от нескольких факторов, в т. ч. от технического состояния элемента в данный момент времени.

4. Недостаточно полно проведено сравнение результатов применения метода расчёта весовых коэффициентов с существующими аналогами.

5. Сравнение эффективности разработанного алгоритма определения коэффициента надёжности элемента вычислительной системы проведено лишь со средневзвешенным алгоритмом, а другие, в т. ч. нелинейные зависимости не учтены.

6. Недостаточно описаны характеристики ядер (управляющих элементов) системы внедрения. Какие функции на них возложены, взаимозаменяемы ли они, производится ли их диагностика и, если да, то каким образом.

7. Недостаточно общей информации о системе, в которую производилось внедрение: степень распределенности, максимальное и минимальное число возможных элементов, расстояния между элементами, протоколы и способы передачи информации к ядрам (мобильным постам) и к устройствам удаленного управления.

Указанные замечания не снижают общего положительного впечатления от проделанной работы и полученных результатов.

Заключение

Диссертационная работа Клеймана Льва Александровича «Повышение надежности вычислительных систем на основе динамического распределения диагностических задач» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится постановка и решение актуальной научно - технической проблемы - улучшение эксплуатационно-технических показателей вычислительных систем и их элементов на основе эффективного применения системы встроенного диагностирования.

Диссертация выполнена на достаточно высоком научном и техническом уровне с использованием современных инструментальных средств и методик, а основные выводы достаточно обоснованы и подтверждены результатами внедрения.

Основные положения, выносимые на защиту, соответствуют пунктам паспорта научной специальности 2.3.2 «Вычислительные системы и их элементы»:

1. Математическая модель встроенной системы диагностирования и

диагностическая модель элемента вычислительной системы.

2. Методы определения основных характеристик математической модели встроенной системы диагностирования и диагностической модели элементов вычислительной системы.

3. Метод динамического распределения диагностических задач в вычислительных системах.

4. Результаты апробации и внедрения разработанных моделей, методов и алгоритма в состав программно-аппаратного комплекса встроенной системы диагностирования.

Основные положения соответствуют пункту 3 «Разработка научных подходов, методов, алгоритмов и программ, обеспечивающих надежность, сбое- и отказоустойчивость, контроль и диагностику функционирования вычислительных систем и их элементов» и пункту 4 «Теоретический анализ и экспериментальное исследование функционирования вычислительных систем и их элементов в нормальных и экстремальных условиях с целью улучшения их технико-экономических и эксплуатационных характеристик» паспорта научной специальности 2.3.2 «Вычислительные системы и их элементы».

Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Клейман Лев Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.2 - Вычислительные системы и их элементы.

Я, Надеев Адель Фирадович, даю своё согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

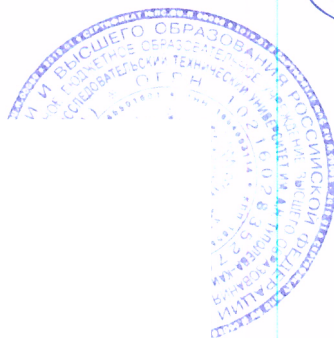
Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук, профессор,
директор Института радиоэлектроники,
фотоники и цифровых технологий
Казанского национального исследовательского
технического университета

им. А.Н. Туполева-КАИ

«16» 09 2022 г.

Подпись А.Ф.
заверяю. Началь
делопроизводст



А.Ф. Надеев

Надеев Адель Фирадович

Докторская диссертация защищена по специальности 05.12.01 – Теоретические основы радиотехники.

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
42011, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 10,
телефон: +7 (843) 231-59-11,
E-mail: AFNadeev@kai.ru