

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и инновациям
Томского государственного университета
систем управления и радиоэлектроники,

к.т.н., доцент

А.Г. Лоцилов

сентябрь 2022 г.

Отзыв

ведущей организации ФГБОУ ВО

«Томский государственный университет систем управления и
радиоэлектроники»

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

В диссертационной работе решаются актуальные и важные задачи повышения надежности вычислительных систем различного назначения и их элементов. От этого напрямую зависит эффективное использование вычислительных систем, а также оптимальное, с точки зрения затрачиваемых ресурсов и времени, проведение ремонтно-восстановительных и регламентных работ. Данные факторы работы вычислительных систем важны, так как они составляют техническую основу различных технологических и организационных процессов множества объектов критичной структуры.

Усложнение элементов вычислительных систем, увеличение числа возможных режимов эксплуатации, степени распределенности систем приводят к тому, что важность обеспечения качественного и эффективного функционирования вычислительных систем и их элементов становится актуальной задачей.

В связи с этими факторами, а также активизацией политики импортозамещения, диссертационная работа Клеймана Л.А. «Повышение надежности вычислительных систем на основе динамического распределения диагностических задач», посвященная улучшению эксплуатационно-технических характеристик вычислительных систем при помощи эффективного распределения диагностических задач встроенной системы диагностирования является несомненно актуальной.

Оценка структуры и содержания работы

Работа включает в себя 118 страниц, из них – 109 страниц основного текста и 2 приложения объёмом 9 страниц. Работа содержит 6 таблиц, 19 рисунков и 107 наименований в списке использованной литературы. Приложения включают в себя копии актов внедрения и листинг разработанной программы моделирования.

Во *введении* представлено описание текущего состояния дел в области обеспечения надежности вычислительных систем по средствам встроенного диагностирования. Описаны основные достоинства и недостатки существующих методов обеспечения качественного функционирования вычислительных систем, осуществлена постановка цели и задачи исследования.

В *первой главе* проведён глубокий анализ объекта и предмета исследования. Анализ структуры вычислительных систем позволил определить существующие недостатки в математическом описании элементов вычислительных систем. Выделив некоторые общие особенности, автор использует их для создания более точных математических моделей.

Рассмотрев способы обеспечения надежности вычислительных систем Клейман Л.А. определил, что важным показателем эффективности работы вычислительной системы служит коэффициент технического использования. Автором показано, как вид зависимости числа работоспособных элементов влияет на коэффициент технического использования. Данное наблюдение легло в основу математической постановки задачи.

Во *второй главе* представлены результаты создания математической модели системы диагностирования и диагностической модели элемента вычислительной системы. Автор описал модели в виде «черного ящика» с некоторым перечнем входных и выходных параметров. Анализ, предшествующий описанию разработанных моделей, позволил сформулировать некоторые недостатки и учесть их в разработке собственных моделей. Математическое описание выходных характеристик позволяет автоматизировать расчёты по разработанным моделям. Основной идеей математической модели системы является разделение элементов на классы, исходя из которых, меняется степень участия элементов в процессе диагностирования, а соответственно и нагрузка на эти элементы. Диагностическая модель элемента вычислительной системы позволяет описывать элемент при помощи значений и важности критериев, влияющих на работоспособность элемента в данный момент времени.

В *третьей главе* автор приводит способы расчёта основных характеристик разработанных моделей. Так, метод расчёта весовых коэффициентов позволяет произвести более точный расчёт важности критериев путем совмещения объективных данных о степени их влияния на характеристики показателя и усиления роли этих критериев при помощи субъективной оценки специалистом в данной области.

Метод определения показателя надежности элемента вычислительной системы, разработанный Клейманом Л.А. основывается на геометрическом

представлении идеального и текущего технического состояния элемента. Зависимости, которые получаются при расчёте объёмов получившихся фигур позволяют уменьшить эффекты компенсации, возникающие при решении любой многокритериальной задачи. Данное положительное свойство было доказано автором путем написания программы моделирования и анализом результатов её работы.

В *четвертой главе* представлен алгоритм динамического реконфигурирования встроенной системы диагностирования. В зависимости от разделения по классам, текущего технического состояния каждого элемента диагностическая нагрузка эффективно распределяется между элементами вычислительной системы. Несколько этапов алгоритма позволяют прогнозировать техническое состояние вычислительной системы. Эти прогнозы формируются в уведомления, что положительно влияет на систему путем предотвращения возникновения отказов. Автор приводит результаты моделирования и сравнения с существующими методами распределения диагностической нагрузки и указывает на полученные положительные эффекты.

В *пятой главе* автор представляет практические результаты, полученные в ходе внедрения результатов работы в реальную вычислительную систему «Безопасный город». Приведено описание системы, а также описание доработок в программно – аппаратный комплекс, которые произвел автор для внедрения своих результатов.

Проведенный сравнительный анализ результатов моделирования и работы реальной системы, а также произведенное сравнение последовательностей при помощи критерия Пирсона позволяет сделать вывод об адекватности теоретических тезисов, высказанных автором при разработке моделей, методов и алгоритма работы вычислительной системы.

На практике, автором было получено увеличение коэффициента технического использования на 8,3%, а также описан эффект кластеризации отказов, позволивший уменьшить время восстановления рассматриваемой вычислительной системы на 5%.

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 следующие пункты:

1. Разработаны модели системы диагностирования и элементов вычислительных систем, позволяющие более точно рассчитывать требуемые для динамического перераспределения диагностической нагрузки характеристики.

2. Разработан метод определения весовых коэффициентов учитываемых характеристик, позволяющий автоматизировать процесс расчёта весовых коэффициентов, а также позволяющий совместить объективные знания с личным мнением эксперта в данной области.

3. Разработан метод определения показателя надежности элемента вычислительной системы, позволяющий в рассматриваемых случаях уменьшить

эффекты компенсации, возникающие при решении многокритериальных задач.

4. Разработана методика обоснованного и эффективного перераспределения диагностических задач между элементами вычислительной системы, позволяющая в зависимости от типа элемента и его текущего технического состояния изменять величину диагностической нагрузки.

Достоверность и обоснованность полученных результатов

Результаты работы обсуждались на различных научно-технических конференциях, в том числе с международным участием, а также опубликованы в журналах, входящих в перечень, рекомендуемых ВАК (3 статьи); журналах, индексируемых в базах Scopus (3 статьи) и базах Web of Science (1 статья). На результаты диссертационной работы получены 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ, а также 3 акта внедрения в реальные вычислительные системы и учебный процесс.

Опубликованные работы дают достаточно полное описание проводимых автором исследований. Количество актов внедрения (3) позволяют сделать вывод о том, что полученные результаты достоверны, а эффект от этих результатов – положительный.

Практическая значимость полученных автором результатов

Согласно актам внедрения, результаты исследования позволили увеличить коэффициент использования вычислительной системы в среднем на 8,3% (акт ЗАО «ИВС - Сети»). Эффект кластеризации отказов позволил уменьшить время восстановления системы на 5% (акт ООО «ПроИнфоСервис»).

Результаты, полученные автором, могут быть использованы в различных вычислительных системах при различных условиях эксплуатации и степени распределенности элементов системы.

Замечания

1. При разработке метода определения весовых коэффициентов учитываемых характеристик не рассмотрена ситуация, когда значения одних критериев зависят от значений других, что в реальной жизни должно влиять на весовой коэффициент «влиятельного» критерия.

2. Автором недостаточно полно описано, затрачиваются ли ресурсы для получения и обработки данных мониторинга критериев работоспособности элементов системы и учитываются ли они при распределении нагрузки.

3. Эффективность разработанного метода определения показателя надежности элемента вычислительной системы оценена только в двух ситуациях. Неочевидно, как поведет себя данный алгоритм в других ситуациях.

4. В рамках оценки эффективности разработанного алгоритма был произведен сравнительный анализ с алгоритмами «Единственный тестер» и «Лучший тестер». Выбор именно этих двух алгоритмов обоснован недостаточно.

5. Низкое качество оформления диссертационной работы и автореферата. Представленные графические описания алгоритмов выполнены не по требованиям ГОСТ 19.701-90 (ИСО 5807-85). Присутствуют рисунки и таблицы без соответствующих на них ссылок (рисунок 5, 8-10 и т.д., таблица 3, 5 и т.д.).

Приводятся пронумерованные формулы без дальнейшей ссылки на них. Параграфы 4.1 - 4.3 начинаются с рисунков. Текст диссертационной работы не лишен и неудачных формулировок, например, стр. 74 - "... **число работоспособных элементов** при использовании разработанного алгоритма **выше** в каждый момент времени работы системы.". Оформлению текста автореферата и диссертационной следовало бы уделить больше внимания (перенос таблиц, шрифт и межстрочный интервал в таблицах, размер и шрифт формул).

При этом следует отметить, что указанные замечания не являются определяющими при рассмотрении представленной диссертации и не влияют на ее общую положительную оценку.

Заключение

Представленная работа по форме и содержанию соответствует критериям, предъявляемым Высшей аттестационной комиссией при Минобрнауки Российской Федерации в отношении кандидатских диссертаций, которые установлены пунктами 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Клейман Лев Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.2 - Вычислительные системы и их элементы.

Отзыв на автореферат и диссертацию обсужден и утвержден на расширенном заседании кафедры Комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем (КИБЭВС) ФГБОУ ВО «ТУСУР» «17» сентября 2022г. протокол № 369.

Председатель семинара
Президент ТУСУРа,
заведующий каф. КИБЭВС, д.т.н., профессор
Шелупанов Александр Александрович

Профессор каф. КИБЭВС ТУСУРа, д.т.н.
Аврамчук Валерий Степанович

Секретарь семинара
Доцент каф. КИБЭВС ТУСУРа, к.т.н., доцент
Костюченко Евгений Юрьевич

«17» сентября 2022 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»

Адрес: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40

Телефон: +7 (3822) 90-71-55

Email: saa@tusur.ru

