

Отзыв официального оппонента

на диссертацию М.Б.Абросимова «Графовые модели отказоустойчивости», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.01.09 – дискретная математика и математическая кибернетика

Изучение отказоустойчивости дискретных систем началось в 60-х годах прошлого века с работ А.Авижениса. В частности он выделил два основных вида отказоустойчивости: при полной отказоустойчивости система продолжает работать в присутствии ошибок без существенной потери функциональных свойств; при амортизации отказов система продолжает работать в присутствии ошибок с частичной деградацией функциональных возможностей. Оба эти вида отказоустойчивости активно используются при анализе современных сложных вычислительных системах. 1976 году американский исследователь Дж.Хейз предложил математическую модель для исследования полной отказоустойчивости. В качестве основного объекта в модели Дж.Хейза выступают графы. В своей первой работе он рассматривал отказы элементов наиболее интересных с практической точки зрения систем, моделируемых цепями, циклами и деревьями. В 90-х годах Дж.Хейз совместно с Ф.Харари расширили модель на случай отказов связей между элементами. Ими были описаны схемы построения вершинных и реберных отказоустойчивых реализаций для циклов и поставлен вопрос о наличии схем, которые позволяют получать неизоморфные реализации. В диссертации М.Б.Абросимова как раз предлагается такая схема, и в качестве следствия получено утверждение о том, что у любого цикла с числом вершин больше 5 есть, по крайней мере, две неизоморфных отказоустойчивых реализации (как вершинных, так и реберных). Другой вопрос, поставленный Дж.Хейзом и Ф.Харари, касается характеристики точных k -отказоустойчивых реализаций. Этот вопрос также получил решение в диссертации. Оказалось, что при $k=1$ точные k -отказоустойчивые графы – это вершинно-транзитивные графы и только они, при $k > 1$ – это только полные и вполне несвязные графы. Для орграфов к ним добавляются еще и транзитивные турниры.

М.Б.Абросимов предложил рассматривать отказоустойчивые реализации как новые конструкции над графами, которые назвал «минимальными вершинными и реберными k -расширениями графов». С одной стороны, эти конструкции возникли из практической потребности при изучении отказоустойчивости. С другой, исследования в этой области выявили связи этих конструкций с различными областями теории графов: вершинная и реберная реконструируемость, вершинная и реберная связность, гамильтоновость, гипоцикличность, гипогамильтоновость и др.

Все вышесказанное свидетельствует об актуальности диссертационного исследования.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и приложения. Во введении обосновывается актуальность рассматриваемой задачи, приводится обзор известных результатов и формулируются результаты, выносимые на защиту. Первая глава является вводной и содержит основные определения теории графов, вычислительной сложности, а также обзор моделей отказоустойчивости.

Во второй главе диссертации рассматриваются минимальные вершинные расширения графов. Доказывается, что задача проверки, является ли заданный граф H вершинным k -расширением графа G , принадлежит к классу NP-полных задач. Доказываются общие утверждения о свойствах вершинных k -расширений и предлагается общая схема для доказательства минимальности вершинного k -расширения. Особенно отметим результат, в котором описываются все графы, которые имеют минимальные вершинные 1-расширения с числом дополнительных ребер не более 3.

Далее рассматриваются минимальные вершинные 1-расширения циклов. Системы, моделируемые циклами, имеют большое прикладное значение и указанному направлению посвящены работы многочисленных авторов. В диссертации предлагается новая схема построения минимальных вершинных 1-расширений циклов, отличная от известных схем Хейза-Харари и Махопадхья-Синха. В следующем параграфе дается полное решение задачи описания минимальных вершинных k -расширений предполных графов.

В заключительном параграфе главы рассматриваются деревья особого вида – сверхстройные или звездоподобные, представляющие определенный интерес с прикладной точки зрения. Для сверхстройных деревьев дается нижняя оценка числа дополнительных ребер минимального вершинного 1-

расширения и описываются семейства сверхстройных деревьев, на которых эта оценка достигается. Интересными представляются результаты о связях минимальных вершинных расширений ориентированных и неориентированных графов. Их использование позволяет полностью решить задачу описания минимальных вершинных k -расширений для транзитивных турниров и ориентированных звезд.

Структура третьей главы во многом повторяет вторую главу и посвящена рассмотрению минимальных реберных расширений графов. Доказывается, что задача проверки, является ли заданный граф H реберным k -расширением графа G , принадлежит к классу NP-полных задач. Предлагается общая схема для доказательства минимальности реберного k -расширения. Рассматриваются минимальные реберные 1-расширения циклов. Предлагается новая схема построения минимальных реберных 1-расширений циклов, отличная от известных схем Хейза-Харари и Махопадхья-Синха. Дается оценка числа дополнительных ребер минимального реберного k -расширения произвольного предполного графа. Решается задача описания минимальных реберных k -расширений для нескольких частных случаев предполных графов. Далее рассматриваются сверхстройные деревья. Дается нижняя оценка числа дополнительных ребер минимального реберного 1-расширения, и описываются семейства сверхстройных деревьев, на которых эта оценка достижима. В конце главы рассматриваются ориентированные графы. Полностью решается задача построения минимальных реберных k -расширений для турниров и ориентированных звезд.

Таким образом, диссертация представляет собой серьезное научное исследование, в котором получен ряд актуальных научных результатов, имеющих существенное значение как для развития соответствующего направления теории анализа отказоустойчивости дискретных систем с помощью аппарата теории графов, так и для самой теории графов.

Результаты диссертации являются новыми. Они прошли апробацию на многочисленных математических конференциях и семинарах. По результатам диссертации опубликовано 74 научные работы, включая монографию и 18 статей, опубликованных в изданиях рекомендованных ВАК. Имеются свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ и акты о внедрении результатов исследований. Автореферат диссертации полностью отражает ее содержание.

Основные результаты диссертации теоретически значимы и приведены с доказательствами. В доказательствах широко используются теоретико-

графовые и комбинаторные методы. Все это свидетельствует о высоком уровне исследования и подчеркивает, несомненно, широкую эрудированность автора диссертации в различных разделах современной дискретной математики. Диссертация написана ясным стилем, изложение отчетливое и в достаточной степени подробное и аргументированное, что подтверждает достоверность полученных автором результатов.

Результаты и выводы диссертации могут быть использованы при чтении спецкурсов по теории графов и проблемам отказоустойчивости сложных систем. Они также могут быть использованы при анализе и проектировании отказоустойчивых дискретных систем в областях с высокими требованиями к надежности: АСУ ТП (автоматизированные системы управления технологическими процессами), энергетика, параллельные вычислительные системы и др.

К недостаткам работы следует отнести следующие:

1. В работе имеются акты о внедрении результатов исследований. К большому сожалению, в тексте диссертации отсутствуют указания какие именно теоретические результаты диссертации и каким образом используются в разработке программ для ЭВМ, указанных в актах внедрения.

2. На мой взгляд, было бы целесообразным несколько расширить введение (оно занимает 10 из 169 страниц текста.), дав более подробный обзор ранее известных результатов и новых результатов, полученных автором. Излишняя краткость введение несколько затрудняет первичное знакомство с диссертацией.

3. Не имея в целом претензий к структуре диссертации, хотелось бы все-таки отметить, что обилие утверждений в виде теорем, лемм, следствий и утверждений несколько утомляет. Хотелось бы, чтобы автор сам определил важность тех или иных результатов и выделил бы наиболее значимые из них, а не предоставил бы это право исключительно читателю.

4. Материал заключения следовало бы лучше выделить в виде отдельного параграфа.

5. Определение NP-полных задач, приведенное в первой главе диссертации, весьма неформально. Это приводит к некоторой неформальности доказательств NP-полноты задач k -расширений. Более того, эти доказательства проводятся только для 1-расширений. На мой взгляд, NP-полнота задач k -расширений имеет принципиальное теоретическое значение,

и следовало бы дать более формальное, полное и развернутое доказательство этих утверждений.

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку диссертации.

Проведенный выше анализ показывает, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой решен ряд актуальных проблем как в области приложения теории графов к проблемам отказоустойчивости, так и в самой теории графов.

Всё вышесказанное позволяет сделать вывод о том, что диссертация Абросимова М.Б. «Графовые модели отказоустойчивости», удовлетворяет всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК России к диссертациям на соискание учёной степени доктора физико-математических, а ее автор Абросимов Михаил Борисович заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.01.09 – дискретная математика и математическая кибернетика.

Официальный оппонент:

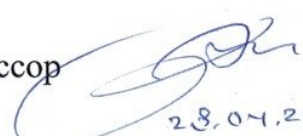
доктор физико-математических наук,
профессор кафедры математики и моделирования,
Федеральное государственное бюджетное
Образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Саратовский
государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

 Бредихин Д.А.

28 апреля 2014 года

Подпись доктора физико-математических наук, профессора Бредихина Д.А. заверяю


Ученый секретарь Ученого совета
СГТУ имени Гагарина Ю.А.,
доктор технических наук, профессор

 Бочкарев П.Ю.

28.04.2014,