

**Отзыв официального оппонента
на диссертацию Попкова Кирилла Андреевича «О проверяющих и
диагностических тестах для контактов и функциональных элементов»,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности 01.01.09 – дискретная математика
и математическая кибернетика**

Диссертационная работа Попкова Кирилла Андреевича относится к одному из важнейших разделов математической кибернетики – теории синтеза, надежности и сложности управляющих систем. Актуальность исследований в этой области обусловлена важностью многочисленных приложений, возникающих в различных разделах науки и техники: ЭВМ, микропроцессорные системы измерений и автоматизации технологических процессов, цифровая связь и телевидение и т.д. – строятся на единой элементной базе, в состав которой входят чрезвычайно разные по сложности микросхемы – от логических элементов, выполняющих простейшие операции, до сложнейших программируемых кристаллов, содержащих миллионы логических элементов. Сложность управляющих систем и высокие требования к надежности их функционирования потребовали разработки новых, достаточно эффективных и легко поддающихся автоматизации способов контроля исправности и диагностики неисправностей управляющих систем. Удачными, получившими широкое признание и всестороннее теоретическое исследование, оказались предложенные в 1958 году С.В. Яблонским и И.А. Чегис логические способы контроля исправности и диагностики неисправностей управляющих систем. В рамках этого подхода особый интерес представляют вопросы, связанные с исследованием тестирования схем для реализации булевых функций. Математическая теория контроля исправности и диагностики неисправностей управляющих систем интенсивно развивалась в связи с внедрением в жизнь все большего числа различных управляющих систем. Основные достижения в этой проблематике были получены в работах Н.П. Редькина и его учеников. В научных исследованиях по контролю и диагностике схем можно выделить два больших направления. Первое связано с разработкой методов поиска коротких, приемлемых на практике проверяющих и диагностических тестов для конкретных заданных схем. Но часто известные, быть может, даже оптимальные или близкие к оптимальным по сложности, схемы оказываются плохотестируемыми в том смысле, что допускают лишь тесты весьма большой, неприемлемой на практике, длины. Вместе с тем оказалось, что конструирование схем с учетом их будущей тестопригодности позволяет добиваться впечатляющих результатов и часто получать легкотестируемые, т.е. допускающие весьма короткие тесты, схемы. В связи с этим возникло и сейчас активно развивается второе направление – исследование возможности построения легкотестируемых схем с последующей оценкой длины тестов для них.

В отличие от всех ранее известных работ в диссертации К.А. Попкова

изучаются вопросы тестирования базисных элементов, из которых строятся схемы, а именно контактов и функциональных элементов, а не самих схем. При этой постановке задачи предполагается, что имеется некоторое число N базисных элементов, каждый из которых может перейти в одно из неисправных состояний из заранее оговоренного списка. (В работе в качестве неисправностей для контактов рассматриваются их обрывы и замыкания, а для функциональных элементов – произвольные константные неисправности на выходах элементов). Из имеющихся элементов можно строить схемы и наблюдать функции, реализуемые этими схемами. По полученному набору функций требуется сделать вывод о состоянии каждого базисного элемента. Указанная постановка задачи имеет ряд отличий от ранее известных постановок задач контроля исправности и диагностики неисправностей контактных схем и схем из функциональных элементов. В частности, под тестом понимается набор схем, а не множество входных векторов из нулей и единиц; под длиной теста – число схем в наборе, а не число входных векторов из нулей и единиц. Описанная постановка задачи контроля исправности и диагностики неисправностей схем имеет ясную практическую интерпретацию и представляет значительный теоретический интерес. Основной целью диссертационной работы К.А. Попкова является нахождение верхних и нижних оценок длин тестов для контактов и функциональных элементов в различных случаях.

Диссертация состоит из введения, двух глав и списка литературы из 45 названий. Общий объем диссертации – 119 страниц.

Во введении рассматривается история вопроса, дается краткий обзор результатов других авторов, приводится постановка задачи, дается краткое изложение основных результатов диссертации.

В первой главе рассматриваются задачи проверки исправности и распознавания состояний контактов с использованием экспериментов, заключающихся в составлении из заданных контактов произвольных двухполюсных контактных схем либо П-схем. Получены нетривиальные верхние и нижние оценки длин самых коротких проверяющих и диагностических тестов для N контактов в классах произвольных двухполюсных контактных схем и П-схем в случае когда неисправными могут быть не более k контактов. При $k = 1, N-1, N$ найдены точные значения указанных длин для произвольного N .

Во второй главе рассматриваются задачи проверки исправности и распознавания состояний функциональных элементов с использованием экспериментов, заключающихся в составлении произвольных схем из заданных функциональных элементов с последующим нахождением функций, реализуемых составляемыми схемами. Получены нетривиальные верхние и нижние оценки длин самых коротких проверяющих и диагностических тестов для N функциональных элементов, в случае когда неисправными могут быть не более k элементов.

К недостаткам работы можно отнести повторы при изложении постановки задачи тестирования базисных элементов (стр. 8). Представляется, что в случае

технически сложных доказательств теорем было бы полезным предварять их кратким планом доказательства. Однако перечисленные замечания несущественны, они не оказывают влияния на общую положительную оценку работы.

Оценивая диссертацию в целом, отметим, что результаты работы являются существенным вкладом в развитие математической теории контроля исправности и диагностики неисправностей управляющих систем. Диссертация К.А. Попкова представляет собой законченное научное исследование, в котором разработаны и предложены подходы и методы построения проверяющих и диагностических тестов для контактов и функциональных элементов. Некоторые результаты являются в определенном смысле окончательными. Полученные результаты имеют существенное значение для решения теоретических и практических задач в области теории контроля исправности и диагностики неисправностей управляющих систем.

Диссертация написана на хорошем математическом уровне, ее результаты строго математически обоснованы, являются новыми, получены автором самостоятельно и опубликованы в ведущих журналах, а также обнародованы на научных семинарах и конференциях. Результаты других авторов, упомянутые в тексте диссертации, отмечены соответствующими ссылками. Работа хорошо оформлена, результаты изложены ясно. Автореферат правильно отражает содержание работы.

Считаю, что представленная диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 01.01.09, а ее автор, Попков Кирилл Андреевич, заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.09 – дискретная математика и математическая кибернетика.

Доктор физико-математических наук, профессор,
заведующий кафедрой теоретической кибернетики
Казанского федерального университета

Аблаев Фарид Мансурович

29 февраля 2016 г.

