

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук,

профессора Бандман Ольги Леонидовны

на диссертацию Кушик Натальи Геннадьевны «**Методы выделения подклассов конечных автоматов с пониженными оценками сложности умозрительных экспериментов**»,

представленную на соискание учёной степени

доктора физико-математических наук по специальности

05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации

Теория автоматов лежит в основе науки о вычислениях, её положения являются базовыми для методологии разработки алгоритмов и программ, как управляющих, так и вычислительных. Ключевая роль в приложении этой теории принадлежит конечному автомату, который за полвека его изучения и использования, приобрёл значение основной модели дискретной системы. Детерминированный полностью определенный конечный автомат изучен весьма полно. Однако, развитие дискретных систем потребовало введения разного типа усиления моделирующих способностей конечных автоматов и усложнения задач их синтеза и анализа, что повлекло за собой необходимость в разработке новых методов их целенаправленного синтеза и проверки. Принимая во внимание тот факт, что преодоление сложности составляет главную проблему в решении задач синтеза и анализа конечных автоматов, исследование возможности понижения сложности путем поиска классов автоматов с пониженными оценками сложности «умозрительных» экспериментов над автоматами, следует считать **важной и актуальной** темой диссертации.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы.

В **первой главе** даны определения понятий, которые используются далее при выполнении исследования, обосновывается тема исследования и её актуальность. Определяются цели и задачи диссертации и формулируются основные положения, выносимые на защиту. Показано, что поставленные задачи и методы их решения соответствуют мировому уровню и современным тенденциям в области теории и методологии синтеза конечных автоматов.

Во **второй главе** приводится **свод результатов** по сложности «умозрительных» экспериментов. В первой половине дан обзор известных оценок, включая результаты кандидатской диссертации автора. Вторая половина посвящена новым результатам, заполняющим пустые места оценок сложности в пространстве «тип задачи — тип эксперимента». Представление нерешенных проблем в виде пустых клеток таблиц - удачный авторский приём для определения недостающих оценок сложности. Новыми результатами, полученными автором в этой главе, являются: 1) доказательство достижимости экспоненциальной оценки длины установочной последовательности для полностью определенного наблюдаемого недетерминированного автомата, и 2) PSPACE-сложность проверки существования безусловных установочного и различающего экспериментов.

В главе 3 предлагаются методы построения **адаптивных экспериментов**, понижающих сложность «умозрительных» экспериментов с полностью определенными наблюдаемыми недетерминированными автоматами. Доказаны теоремы о достижимости экспоненциальной оценки «высоты» условных различающих экспериментов. При этом (как и в гл.2) автор умело использует отношение линейного порядка на множествах состояний автомата. Определены классы недетерминированных автоматов, для которых проверка существования условных различающего и установочного экспериментов выполняется за полиномиальное время, и алгоритмы проверки их существования тоже имеют полиномиальную сложность. Такой же результат получен для введенного автором синхронизирующего эксперимента для полностью определенного недетерминированного автомата. Основным приёмом, который использует автор в построениях алгоритмов синтеза «умозрительных» экспериментов, и доказательства достижимости пониженных оценок, а именно, построение «тестовых примеров» (автоматов, полученных на основе пересечения исследуемого автомата с полуавтоматом) является оригинальным.

В четвёртой главе предлагаются способы проверки существования и синтеза **кратных проверяющих экспериментов** относительно модели неисправностей. Рассматривается задача, когда проверяемые автоматы являются «мутантами» эталонного инициального недетерминированного автомата. Случай имеет практическое значение для диагностики неисправностей управляющих систем. Предлагаемые способы проверки существования и синтеза проверяющих экспериментов сводятся к эффективному синтезу умозрительных экспериментов для прямых сумм эталонного и проверяемого автомата. Для недетерминированных автоматов без слияния используется переход к условным экспериментам. Получено ряд новых результатов, определяющих классы автоматов, для которых проверяющие эксперименты имеют полиномиальные оценки сложности. При этом используется тот факт, что для детерминированных автоматов задача проверки существования условного различающего эксперимента имеет полиномиальную сложность. Этот факт позволяет синтезировать условные проверяющие эксперименты на основе детерминированных подавтоматов (d -проекций).

В пятой главе показаны некоторые технические приложения предложенных методов. Автор признаёт, что модель слишком абстрактна, чтобы её можно было применять в практических случаях, и показывает, как упростить техническое описание проверяемой системы на двух примерах: 1) определения проверяющих тестов для протокола *IRC* и 2) оценки качества интерактивных сервисов. Кроме того, подробно описана реализация метода оценки качества сервиса на основе анализа и обучения автомата с одним состоянием, заданного логической схемой.

Текст диссертации написан **ясным хорошим языком**. Автор использует стиль изложения, являющийся компромиссом между словесной и математической формами, отдавая некоторое предпочтение словесной форме, избегая сложных аббревиатур. Это, на мой взгляд, облегчает восприятие материала. Кроме того, пониманию текста способствует тот факт, что в каждой главе даётся краткий обзор состояния дел в решении проблемы, обсуждаемой в этой главе.

При общем положительном впечатлении о работе возникли следующие замечания.

Замечания по существу

Стр.64 . Теорема 2.7 сформулирована не полно. Условие «каждое состояние может быть начальным» должно быть в тексте Теоремы. Теорема доказана для автомата \mathcal{S} удовлетворяющего условиям раздела 2.2.1.2. Эти условия тоже должно быть указано в тексте Теоремы. Иначе она звучит как справедливая для любого автомата \mathcal{S} .

Стр. 217. Применение рандомизированного алгоритма для ответа на вопрос о существовании кратного условного проверяющего эксперимента TS , обнаруживающего неисправный автомат из множества FD с вероятностью ϵ , не обосновано. Пояснение о невозможности оценить значение ϵ только усиливает сомнение в выбранном подходе, которое распространяется и на Теорему 4.17. То же замечание относится к алгоритму 4.6 теоремы 4.22. Ссылка на [76] не проясняет ситуацию.

Стр.250. Пример использования «умозрительных» экспериментов для обнаружения «критических трасс» в расширенном автомате (рис.5.2) содержит переход от расширенного конечного автомата к его древовидному l -эквиваленту. Поскольку автомат расширенный, то не очевидно, существует ли древовидный эквивалент с полиномиальной длиной l .

Стр.261 (раздел 5.5). Здесь подробно и основательно описан метод определения тестов для автомата с одним состоянием, иными словами, для тестирования и синтеза булевых функций представляющих заданные входо/выходные последовательности. При этом, показаны преимущества предложенного метода по отношению к другому, использующему нечёткую логику. Это очень интересно, но слабо соотносится с темой диссертации.

Замечания по тексту.

Стр. 32. Почему-то автор избегает использовать понятие «внутреннее состояние автомата». Наверное, было бы проще определять полуавтомат и подразделять все типы состояний.

Стр.61. Вершины дерева преемников помечены подмножествами упорядоченных пар состояний: $p_1 < p_2 < \dots$. Эти пары должны быть пронумерованы так, чтобы их множество можно было рассматривать как $Z = \{0, 1, \dots, n-1\}$ и использовать как отношение линейного порядка. Неясно, как определяется порядок на множестве пар состояний автомата. То же для входо-выходных состояний.

Стр.66. В постановке задачи α -HOMING $2 \leq m \leq n^2$. Наверное, n без квадрата, так как $|S_{in}| \leq |S|$.

Стр.81. Главное определение этой главы: «Под (адаптивной) различающей диагностической последовательностью понимают дерево эксперимента... .» Во-первых, понятие «дерево эксперимента» не определено, а во-вторых, «последовательность равна дереву» – не корректно.

Стр.179. При построении усеченного дерева автомата проводятся «дуги», а не «ребра», т.к. граф автомата направленный.

Высказанные выше замечания не умаляют достоинств представленного исследования, выполненного на **высоком научном уровне**. Диссертация представляет собой завершенное научное исследование, которое можно квалифицировать как **научное достижение в области теории и методологии синтеза дискретных систем**, состоящее в существенном продвижении в решении важной проблемы уменьшения сложности задач анализа и синтеза конечных автоматов. Все выносимые на защиту положения обладают **научной новизной**. полученные результаты **строго доказаны** и **опубликованы** в рецензируемых изданиях. Содержание автореферата соответствует идеям и выводам диссертации

Из вышесказанного следует, что **диссертация удовлетворяет критериям** для докторских диссертаций, установленным Правительством РФ в Постановлении №842 от 24 сентября 2013 с изменениями и дополнениями от от 21апреля 2016 года. Наталья Геннадьевна Кушик заслуживает присуждения ей ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.01 - Системный анализ, управление и обработка информации.

Официальный оппонент

Бандман О. Л.

Главный научный сотрудник
Лаборатории синтеза параллельных программ
Федерального государственного бюджетного
Учреждения науки Института вычислительной
математики и математической геофизики
Сибирского отделения Российской академии наук,
доктор технических наук,
профессор по специальности 05.13.11
e-mail: bandman@ssd.sccc.ru
630090, Новосибирск-90, Морской пр. 62, кв. 5
Тел. +7 960 787 7081



Подлинность подписи О.Л.Бандман удостоверяю
Уч. секр. ИВМиМГ СО РАН
к.ф.м.н.

М .А.Марченко

07.11.2016