

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.173.06 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НОВОСИБИРСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ», МИНОБРНАУКИ
РОССИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 18.06.2015 протокол № 4

О присуждении Маркову Александру Владимировичу, гражданство РФ, ученой степени кандидата технических наук. Диссертация «Автоматизация проектирования и анализа программного обеспечения с использованием языка UML и сетей Петри» по специальности 05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей» принята к защите «16» апреля 2015 г., протокол № 5 диссертационным советом Д 212.173.06 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки России, 630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, приказ о создании № 105/нк от 11.04.2012.

Соискатель Марков Александр Владимирович 1988 года рождения, в 2011 году соискатель окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский государственный технический университет». Присуждена степень магистра техники и технологии по направлению «Автоматизация и управление».

В 2014 году соискатель окончил очную аспирантуру Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Новосибирский государственный технический университет» работает младшим научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки России, кафедра автоматики. Диссертация выполнена на кафедре автоматики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, Воевода Александр Александрович, профессор кафедры автоматике Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Новосибирский государственный технический университет».

Официальные оппоненты:

Хусаинов Ахмет Аксанович, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», кафедра «Математическое обеспечение и применение ЭВМ.

Непомнящий Валерий Александрович, кандидат физико-математических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систем информатики им. А.П. Ершова Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория теоретического программирования, заведующий лабораторией. дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук, г. Санкт-Петербург в своем положительном заключении, подписанном Воробьевым Владимиром Ивановичем, доктором технических наук, профессором, главным научным сотрудником лаборатории информационно-вычислительных систем и технологии программирования и Барановым Сергеем Николаевичем, доктором физико-математических наук, профессором, главным научным сотрудником лаборатории информационно-вычислительных систем и технологии программирования указала, что из текста работы не очевидно, что решаемые задачи имеют пространства состояний с количеством состояний порядка 10^5 и 10^6 . Инверсия сети Петри рассматривается, как способ проверки достижимости состояния. Может быть, данный подход стоит использовать для анализа графа состояний от выбранного состояния в обратном направлении. В разделе 4.3. сеть Петри поддержания температуры кажется сомнительно маленькой. В диссертации автор не рассматривает отрицательные сценарии работы взаимодействия пользователя с банкоматом и протокола передачи данных. Автором лишь частично раскрыты аналоги CASE средств и подходов к проектированию и анализу ПО. Соискатель нередко использует узкоспециализированную терминологию, не приводя её значения. Например, на с. 6

диссертации используется, но нигде не вводится термин «тупиковая маркировка» и т.д. В автореферате не приводится пространство состояний сети Петри регулирования температуры в зоне обжига печи и его количественные характеристики.

Отмеченные недостатки носят частный характер и не снижают научной ценности и практической значимости проведенного исследования. Диссертация написана лаконичным научно-техническим языком, аккуратно оформлена и хорошо иллюстрирована. Автореферат достаточно полно и корректно отражает содержание диссертации.

Полученные в диссертации Маркова А. В. научно-практические результаты можно определить в совокупности как результаты, нацеленные на развитие и совершенствование моделей, методов и алгоритмов проектирования и анализа программного обеспечения и средств оценки его качества на основе UML диаграмм и раскрашенных сетей Петри. Исследования в данном направлении проводятся на протяжении многих лет, тем не менее, вклад автора в их развитие можно считать существенным.

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему. Научная новизна полученных результатов, их обоснованность и достоверность, а также их теоретическая и практическая значимость позволяют считать, что диссертация «Автоматизация проектирования и анализа разработки программного обеспечения с использованием языка UML и сетей Петри» удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Марков А. В. заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей».

Соискатель имеет 36 опубликованных работ, из них по теме диссертации 36 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях 6.

В работах, опубликованных в соавторстве, соискатель разработал методику проектирования программного обеспечения с использованием UML диаграмм и сетей Петри, нагруженные метки, способ инверсии сетей Петри, способы анализа сетей Петри (исследование отдельных сценариев работы системы, исследование подсетей иерархической сети Петри, исследование отдельных частей пространства состояний), программу по преобразованию графического представления сетей Петри в матричную

форму, реализовал рекурсивные функции на основе сетей Петри при использовании нагруженных меток, предложил компактное представление свободного языка сетей Петри, провел анализ результатов, полученных в данной области другими авторами.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Воевода, А.А. Методика автоматизированного проектирования программного обеспечения функционирования сложных систем на основе совместного использования UML диаграмм и сетей Петри [Текст] / А.А. Воевода, А.В. Марков. – Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2014. – №2(42). – С. 110–115.

2. Воевода, А.А. Разработка программного обеспечения: проектирование с использованием UML диаграмм и сетей Петри на примере АСУ ТП водонапорной станции [Текст] / А.А. Воевода, А.В. Марков, Д.О. Романников. – Труды СПИИРАН. – 2014. – №3(34). – С. 218–231.

3. Марков, А.В. Алгоритм автоматической трансляции диаграммы активности в сеть Петри [Текст] / А.В. Марков, Д.О. Романников. – Доклады АН ВШ РФ. – 2014. – №1(22). – С. 104–112.

4. Марков, А.В. Инверсия простой ординарной сети Петри [Текст] / А.В. Марков, А.А. Воевода. – Науч. вест. НГТУ. – 2013. – №4(53). – С. 215–218.

5. Марков, А.В. Проверка достижимости маркировки сетей Петри при помощи инвертирования деревьев состояний для протокола передачи данных [Текст] / А.В. Марков, А.А. Воевода. – Доклады ТУСУР. – 2014. – №1(31). – С. 143–148.

6. Романников, Д.О. Пример применения методика разработки ПО с использованием UML-диаграмм и сетей Петри [Текст] / Д.О. Романников, А.В. Марков. – Науч. вест. НГТУ. – 2012. – №1(46). – С. 175–181.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. ФГБОУ ВПО «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова» (г. Ярославль), д.ф.-м.н., доцент кафедры теоретической информатики Башкин В.А. Замечания. Стр. 9: не хватает определений предусловия и постусловия перехода. Некоторым определениям не хватает математической точности. В частности, не совсем понятно, как получается «компактное» представление свободного языка. Автор приводит примеры реализации сетями Петри рекурсивных функций (например, факториала). Однако любая рекурсивная функция тривиально преобразуется в

циклическую – которую легко представить в виде блок-схемы (или, как вариант, высокоуровневой сети Петри). В работе неявно описан именно такой вариант трансляции (получается цикл, а не рекурсия), так что существенной математической новизны я здесь не вижу. Прикладное значение у такого подхода, возможно, имеется. Есть проблемы с аккуратностью оформления. Например, на первой странице автореферата бросаются в глаза досадные ошибки в фамилиях И.Б. Вирбицкайте и S.Christensen. Впрочем, это, судя по всему, всего лишь опечатки – в тексте диссертации S.Christensen несколько раз упомянут правильно.

2. ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет» (г. Красноярск), д.т.н., профессор, заведующий кафедрой вычислительной техники Легалов А.И. Замечания. Из автореферата не вполне понятно, какие ключевые цели преследует автор, используя сети Петри на этапе проектирования. Обычно основные ошибки во взаимодействии процессов возникают на этапе кодирования, когда выбираются язык, библиотеки, методы параллельного программирования, а также известны потоки обрабатываемых данных, из-за общего доступа к которым, чаще всего и возникают конфликты. При анализе корректности программ автор ориентируется только на сети Петри без анализа других возможных вариантов. Было бы интересно узнать почему он не выбрал подход на основе Model Checking (проверка моделей), который в настоящее время является популярным. На стр. 6 автореферата автор рекомендует использовать полученные результаты в достаточно узких областях, определяющих сделанные им конкретные решения. Скорее всего это описка. Тем более, что рекомендации по использованию результатов диссертационной работы обычно находятся в прерогативе диссертационного совета.

3. ФГБУН Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН (г. Новосибирск), д.т.н., профессор, г.н.с. лаборатории синтеза параллельных программ Бандман О.Л. Замечания. Название диссертации «Автоматизация проектирования и анализа ПО...» создает впечатление, что цель работы состоит в создании всего комплекса средств автоматического проектирования: методов, алгоритмов и программ. Это, в некотором приближении, соответствует содержанию работы. Однако, формулировка цели на стр.4 автореферата ограничена «разработкой методики». Более того, при перечислении задач диссертации разработка ПО упоминается только для одной из возможных процедур (переход от сети Петри к

матрице). К научной новизне отнесено «проектирование регулирующих элементов поддержания давления и температуры», что на самом деле является применением результатов диссертации. Следует отметить также некоторый недостаток математической точности формулировок: в Алгоритме 1 дуги ориентированного графа называются ребрами; “src,trg: $E \rightarrow V$ ” отображает в каждом ребре вершину (?) (стр.11) и др.

4. ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет путей сообщения» (г. Иркутск), д.т.н., заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры автоматизация производственных процессов Мухопад Ю.Ф. Замечание. Не приводится пространство состояний сети Петри регулирования температуры (рис. 11).

5. ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет» (г. Киров), к.т.н., советник ректората Доррер М.Г. Замечания. Вызывает сожаление, что автор, сказав «а» - перейдя к матричной форме описания сетей Петри в последнем пункте 3 главы работы – не попытался сказать и «б», используя для анализа пространства состояний исследуемой сети механизм вычисления инвариантов. Это решение вполне вписывалось бы в поставленные им задачи исследования. Для предложенных алгоритмов не проведен анализ эффективности и быстродействия, что особенно актуально в силу большого объема моделей в реальных проектах.

6. ФГБУН Институт автоматики и процессов управления ДВО РАН (г. Владивосток), к.т.н., с.н.с. лаборатории машинной графики Харитонов Д.И. Замечания. В тексте автореферата используются длинные составные предложения, усложняющие восприятие содержания. К тому же в предложениях зачастую нарушаются правила согласования падежей. В тексте автореферата отдельно описаны результаты, полученные автором, но по тексту реферата нововведения или изменения методов, предложенные автором, не отделены от методов, предложенных другими учёными. Обилие терминов UML и неоднозначный перевод с русского на английский и обратно затрудняют понимание процесса проектирования в тексте автореферата. Не для всех положений, объявленных в автореферате выносимыми на защиту, текст автореферата содержит необходимый объем описания для проверки положения. В частности, программа для представления сетей Петри в матричной форме совершенно не описана по тексту автореферата.

7. ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (г. Томск), к.т.н., доцент кафедры ПМ Кочегуров А.И. Замечания. К сожалению, в автореферате не приведен количественный сравнительный анализ эффективности применения ранее использованных и предложенной методики и алгоритмов на основе совместного использования унифицированного языка моделирования UML диаграмм и сетей Петри. Конечно, задача проектирования и разработки ПО весьма сложна и многогранна, и автор имел полное право ограничить эту задачу решением на основе совместного применения языка UML и сетей Петри, но хотелось бы на тех конкретных практических примерах, которые приведены в четвертой главе диссертации, видеть результаты использования методик на основе и других программных средств и технологий.

8. ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет» (г. Иркутск), к.т.н., доцент, заведующий кафедрой вычислительной техники Дорофеев А.С. Замечания. На мой взгляд, желательно было представить разработанные алгоритмы в виде наглядных блок-схем, кратко изображающих процессы, описанные в работе. Из автореферата не совсем ясно, какие виды сети Петри применяются в работе.

9. ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет» (г. Астрахань), к.т.н., доцент кафедры «Связь» Барабанова Е.А. Замечаний нет.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается известностью их достижений в области теории сетей Петри и верификации программного обеспечения и тематикой исследования и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны

1. Методика проектирования ПО (архитектуры и исполняемого поведения), состоящая из семи этапов и включающая разработку UML диаграмм (прецедентов, классов, объектов, последовательности и активности) и сетей Петри для анализа диаграммы активности и последовательности, позволяющая устранить логические ошибки (заикливание, тупиковые маркировки и мертвые переходы), расширить границы применимости полученных результатов.

2. Новая научная идея, заключающаяся в использовании нагруженных меток для моделирования работы систем со сложной структурой, и позволяющая расширить класс решаемых задач при использовании предложенной методики.

3. Новая научная идея – проверка свойства достижимости сетей Петри посредством инверсии сетей Петри – изменения направлений взаимосвязей между вершинами сети с целью достижения начальной маркировки.

4. Алгоритмы преобразования UML диаграмм в сети Петри (действие, выполнение условия, разделение/слияние), а также способ выполнения автоматической трансляции UML диаграммы активности в сети Петри, который возможен за счет схожести структуры форматов.

5. Программное обеспечение для преобразования комбинации мест и переходов маркированных сетей Петри к матричной форме, которое позволяет автоматизировать преобразование диаграмм в сети Петри.

новая экспериментальная методика, позволившая выявить качественно новые закономерности исследуемого явления, повысить точность измерений с расширением границ применимости полученных результатов и т.п.)

предложены

1. Нетрадиционный подход к проектированию систем со сложной структурой при использовании нагруженных меток сетей Петри.

2. Нетрадиционный подход проверки свойства достижимости в сетях Петри через выполнение инверсии сетей Петри.

3. Моделирование работы регуляторов с использованием сетей Петри, которое показано на примерах поддержания давления в трубопроводах при использовании дискретных величин и температуры в зоне обжига печи на основе дискретизированных аналоговых величин.

доказана перспективность применения разработанной методики проектирования программного обеспечения с использованием языка UML и сетей Петри, которая включает использование нагруженных меток, инверсию и анализ пространств состояний отдельными частями.

введены

1. Нагруженные метки, как способ проектирования сложных систем.

2. Инверсия сетей Петри для проверки достижимости заданного состояния.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано, что методика анализа проектируемого программного обеспечения с использованием UML диаграмм и сетей Петри вносит вклад в расширение области решаемых задач.

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс существующих методов построения и исследования пространства состояний (сохранение информации о всех изученных состояниях, sweep-line method, хеширование), который расширен предложенными способами анализа (анализ отдельных сценариев работы системы, анализ подсетей отдельно от иерархической сети, анализ отдельных частей пространства состояний).

изложены

1. Идея использования нагруженных меток для проектирования систем со сложной структурой и для реализации рекурсивных функций.

2. Идея проверки достижимости заданного состояния сети Петри через выполнение её инверсии.

3. Этапы выполнения разработанной методики проектирования программного обеспечения с использованием UML диаграмм и сетей Петри, которая позволяет находить и устранять логические ошибки (зацикливание, тупиковые маркировки, мертвые переходы).

4. Условия использования разработанных способов анализа сетей Петри и пространств состояний.

раскрыты тенденции развития аппарата сетей Петри, которые заключаются в расширении сетей Петри. Отмечено, что более остро встает проблема «взрыва» пространств состояний при анализе систем.

изучен генезис совместного использования UML и сетей Петри в результате чего выявлено, что отсутствует формализация правил преобразования UML диаграмм и сетей Петри.

проведена модернизация

1. Разработанных ранее методик и способов проектирования программного обеспечения с использованием UML диаграмм и сетей Петри, обеспечивающая ее использование для более широкого круга задач.

2. (формализация) правил преобразования диаграмм деятельности в сети Петри, обеспечивающая в последующем автоматическую трансляцию диаграмм деятельности в сети Петри.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены (указать степень внедрения)

1. Программное обеспечение для поддержания температуры в автоматизированной системе управления подготовки железорудных окатышей, для поддержания давления в автоматизированной системе управлением технологическим процессом водоснабжения, для разработки интернет-сайтов. В проектировании и отладке перечисленного программного обеспечения участвовали специально созданные команды людей, которыми использовалась методика, предложенная в диссертации. Данная методика вносит изменения в этап проектирования программного обеспечения, а именно на данном этапе происходит анализ моделей проектируемой системы.

2. Разработанная методика проектирования и анализа программного обеспечения использовалась при выполнении гранта НГТУ фундаментальных и прикладных исследований «Использование UML-диаграмм и аппарата сетей Петри как формальных методик анализа архитектуры программного обеспечения», гранта на выполнение проекта, отобранного для финансирования в 2012 году в рамках реализуемой программы стратегического развития НГТУ по итогам конкурса НИОКР, определяющих формирование научнотехнического задела по приоритетным направлениям развития науки. Направление 2.3.: "Информационные и цифровые технологии и системы", государственного задания №2014/138 тема проекта "Новые структуры, модели и алгоритмы для прорывных методов управления техническими системами на основе наукоемких результатов интеллектуальной деятельности.

определены количественные пределы исследования пространства состояний в программной среде CPN Tools (version 3.4.0).

создана система практических рекомендаций по проектированию и анализу разрабатываемого программного обеспечения с использованием языка UML и сетей Петри.

представлены

Акт внедрения о том, что полученные научные результаты использованы на горно-обогатительном комбинате Акционерного Общества Соколовско-Сарбайского Горно-обогатительного Объединения (АО ССГПО, Республика Казахстан, г. Рудный).

Акт внедрения о том, что полученные научные результаты использованы при проектировании ПО локальных подсистем АСУ ТП водоснабжения (г. Тюмень).

Акт внедрения о том, что полученные научные результаты использованы при разработке интернет сайтов в ООО «Дабаз» (г. Новосибирск).

Справка о том, что полученные научные результаты использованы в учебном процессе по дисциплине «Технология программирования» в виде лекций по этапам разработки программного обеспечения для подготовки специалистов по специальности 230105 «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» и 230100 «Информатики и вычислительная техника» в ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет».

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ

Результаты получены с использованием в средах CPN Tools, Rational Rose, Magic Draw. Показана пригодность применения результатов исследования при решении задач из различных областей.

теория строится на известных данных и фактах из области сетей Петри, UML и их обобщений, и согласуется с опубликованными данными по теме диссертации и позволяет использовать предложенную методику.

идея базируется на анализе теоретических исследований, практики применения используемых подходов и способов при проектировании и анализе программного обеспечения.

использованы

Методика проектирования программного обеспечения (архитектуры и исполняемого поведения), состоящая из семи этапов и включающая разработку UML диаграмм (прецедентов, классов, объектов, последовательности и активности) и сетей Петри для анализа диаграммы активности и последовательности. Предложено отказаться от проектирования диаграмм состояний в пользу исследования пространства состояний моделируемых сетей Петри. В диссертационной работе

предложен способ выполнения автоматического преобразования диаграммы активности в сеть Петри.

При исследовании пространств состояний отдельными частями предлагается использовать инверсию сетей Петри.

установлено, что для реализации рекурсии в сетях Петри предпочтительнее использовать нагруженные метки вместо вложенных сетей Петри с вертикальной синхронизацией, результаты использования которых качественно совпадают.

использованы корректный математический аппарат и общепризнанные программные среды.

Личный вклад соискателя состоит в:

разработке методики совместного использования UML диаграмм и сетей Петри. Им предложены нагруженные метки для моделирования сложных систем и способ инверсии сетей Петри и правила для ее выполнения с целью проверки достижимости заданного состояния. Соискателем разработана программа по преобразованию и анализу сетей в матричной форме. Все основные результаты получены автором лично. В работах, опубликованных в соавторстве, соискатель внес определяющий вклад для достижения результатов, заявленных в диссертации.

На заседании 18.06.2015 диссертационный совет принял решение присудить Маркову Александру Владимировичу ученую степень кандидата технических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 7 докторов наук (отдельно по каждой специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту нет человек, проголосовали: за 19, против нет, недействительных бюллетеней 1.

Председатель
диссертационного совета

енисов Владимир Иванович

Ученый секретарь
диссертационного совета

иков Андрей Владимирович