

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по научной работе

ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН,

директор МСЦ РАН - филиала ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН

к.т.н., доцент

Шабанов Борис Михайлович

26 сентября 2016 года

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного учреждения «Федеральный научный центр

Научно-исследовательский институт системных исследований

Российской академии наук»

на диссертацию Бродского Юрия Игоревича

«Проблема описания и синтеза распределенных имитационных моделей сложных многокомпонентных систем», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.17 - Теоретические основы информатики.

Диссертационная работа Бродского Ю.И. предлагает новые методы построения имитационных моделей сложных многокомпонентных систем. Методы имитационного компьютерного моделирования находят широкое применение в задачах разработки, проектирования, анализа и оптимизации деятельности разнообразных сложных систем. Поэтому актуальность темы данного исследования, - развитие и теоретическое обоснование новых методов описания, синтеза и программной реализации распределенных имитационных моделей сложных многокомпонентных систем, - представляется очевидной.

Работа состоит из введения, трех глав, заключения и приложения.

Во **введении** обосновывается актуальность работы, ставятся задачи описания, синтеза и компьютерной реализации распределенных имитационных моделей сложных многокомпонентных систем, предлагаются схема исследования в рамках данной работы и обзор методов, применяемых для этого.

В **первой главе** реферативно приводятся основные сведения из теории родов структур и геометрической теории декомпозиции, на которые опирается дальнейшее изложение работы. На основе работ Ю.Н. Павловского приводятся основные определения теории родов структур Н. Бурбаки с позиций традиционной (небурбаковской) аксиоматики теории множеств. Вводится определение родов структур, приводятся примеры. Также приводятся некоторые понятия и сведения из разработанной Ю.Н. Павловским геометрической теории декомпозиции, такие как Р- и F-декомпозиция математических объектов.

Во **второй главе** предложен обзор различных средств, в разное время предлагавшихся различными авторами для решения некоторых из поставленных во введении задач. Рассмотрены следующие системы моделирования:

- GPSS (General Purpose Simulation System) - система моделирования, реализующая парадигму процессов массового обслуживания.
- Инструментальная система MISS (Multilingual Instrumental Simulation System), в создании которой участвовал и автор диссертации.
- Системы агентного моделирования ABMS (Agent-Based Modeling and Simulation).
- Унифицированный язык моделирования UML (Unified Modeling Language).
- Спецификация HLA (High Level Architecture) архитектуры высокого уровня для создания распределенных систем.

- Инструментальная система моделирования AnyLogic, позволяющая строить агентные, системно-динамические и ориентированные на процессы массового обслуживания модели.

Анализ перечисленных систем позволяет диссертанту сделать обоснованный вывод: хотя многие из них решают некоторые из поставленных во введении задач, но делают это эвристически, практически нигде не даются теоретические обоснования, почему предлагаются именно эти средства, какие средства необходимы и достаточны для построения каких классов имитационных моделей.

Третья глава посвящена изложению и обоснованию предлагаемых автором методов описания, синтеза и компьютерной реализации имитационных моделей сложных многокомпонентных систем - модельного синтеза и модельно-ориентированного программирования. Выделяется класс имитационных моделей, с кусочно-гладкими, имеющими не более конечного числа разрывов первого рода и непрерывными слева траекториями, для которых в каждой точке отрезка моделирования справедлива гипотеза о замкнутости. Для работы с моделями данного класса предлагается его формализация семейством родов структур «модель-компонента». Имитационные вычисления любого представителя упомянутого семейства могут быть организованы по одним и тем же правилам единой универсальной компьютерной программой. Кроме того, семейство оказывается замкнутым относительно объединения компонент в комплекс. Эти два свойства семейства моделей-компонент позволяют предложить новую модельно-ориентированную парадигму программирования программировать сразу моделями, которые впоследствии можно объединять в комплексы, которые также оказываются моделями-компонентами. При этом, несмотря на рост сложности комплексов, имитационные вычисления организуются все той же универсальной программой. Предложен декларативный язык модельно-ориентированного программирования ЯОКК,

приведены примеры описаний на этом языке. На основе методов модельного синтеза и модельно-ориентированного программирования создана пиринговая сеть распределенного имитационного моделирования, описание которой завершает главу.

В заключении приводится основной вывод работы - развитые и обоснованные в работе методы позволяют предложить сквозную технологию описания, синтеза и программной реализации имитационных моделей сложных многокомпонентных систем для задач выделенного в работе достаточно широкого класса. При этом структура получаемой в результате имитационной модели ориентирована на параллельное выполнение ряда вычислений, т.е. на высокопроизводительные и распределенные вычислительные системы.

В приложении приводятся конкретные примеры применения предлагаемых в работе методов модельного синтеза и модельно-ориентированного программирования при создании имитационных моделей (в том числе распределенных) ряда сложных систем.

Имеется замечание по форме представления результатов. Основная третья глава работы на наш взгляд слишком перегружена материалом. Ее вполне можно было бы разбить на три полноценные главы. Первая из которых могла бы быть посвящена выделению класса задач для которых будет решаться поставленная в работе проблема и обоснованию этого выделения. Вторую из них можно было бы посвятить доказательству основного утверждения работы о возможности синтеза модели комплекса из моделей компонент. Третья могла бы быть посвящена прикладным результатам развиваемой в работе теории - новым подходам к программной реализации имитационных моделей. В этом случае работа была бы лучше структурирована, и все ее главы были бы примерно одинаковы по объему и важности представленных результатов.

По существу представленных результатов замечаний нет.

В качестве направления дальнейших исследований хочется пожелать создания, на основе уже имеющегося макета программного обеспечения пиринговой сети распределенного имитационного моделирования, системы модельно-ориентированного программирования, ориентированной на реальные высокопроизводительные вычислительные системы.

В целом, диссертация Бродского Ю.И. является завершенным научным исследованием в области имитационного моделирования сложных многокомпонентных систем с ориентацией на распределенные и высокопроизводительные вычисления. Полученные в ней результаты новы, подтверждены строгими математическими доказательствами и результатами практической реализации ряда имитационных моделей сложных систем. Основные результаты диссертации опубликованы в 11 работах в изданиях, рекомендованных ВАК, 4 свидетельствах о государственной регистрации программ для ЭВМ, 8 монографиях, 4 учебных пособиях, 2 статьях в международной энциклопедии и ряде других работ. Полученные результаты рекомендуются к использованию при создании имитационных моделей сложных систем в МСЦ РАН, ВЦ РАН, ИПМ РАН, а также при разработке учебных курсов по имитационному и компьютерному моделированию для студентов университетов, обучающихся по специальности «Прикладная информатика».

Диссертационная работа «Проблема описания и синтеза распределенных имитационных моделей сложных многокомпонентных систем» полностью удовлетворяет критериям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением №842 Правительства РФ от 24 сентября 2013 г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.17 «Теоретические основы информатики», а ее автор, Бродский Юрий Игоревич, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по этой специальности.

Диссертация и отзыв обсуждены и одобрены на заседании научного семинара Межведомственного суперкомпьютерного центра Российской академии наук - филиала Федерального государственного учреждения «Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук». Протокол № 6 от 22 сентября 2016 года.

Руководитель научного направления ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН,
научный руководитель МСЦ РАН — филиала ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН
академик
26 сентября 2016 г.



Савин Геннадий Иванович