

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук Аршинского Леонида Вадимовича на диссертацию Кравченко Вячеслава Александровича на тему «Логико-математическое моделирование динамических систем с использованием аппарата функциональных грамматик», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Актуальность избранной темы работы. Логико-математическое моделирование предметных областей – одно из современных и перспективных направлений искусственного интеллекта. Подобные модели востребованы в экспертных системах, ситуационном управлении, событийном моделировании, в системах поддержки принятия решений, других областях. Их достоинством служит возможность достаточно полно отразить основные взаимосвязи между концептами предметной области без обращения к точным количественным методам, которые могут быть неизвестны для конкретной задачи или содержать алгоритмы, не отвечающие требованию эффективности. Подходы к построению таких моделей могут быть разными: на основе логических исчислений, правил продукций, иметь вид онтологий, когнитивных карт, joiner-сетей и т.д. В диссертационной работе за основу моделирования приняты формальные грамматики в варианте функциональных грамматик. Важным достоинством такого подхода служит, в частности, возможность не только строго и последовательно описать качественные взаимосвязи предметной области, но и генерировать в символьном виде точные количественные зависимости, существующие в ней. В этом смысле результаты диссертации лежат на стыке искусственного интеллекта и классического математического моделирования и являются *актуальными*.

Новизна научных результатов. В диссертационной работе Кравченко В.А. впервые разработан метод логико-математического моделирования динамических систем, использующий аппарат функциональных грамматик. В основе таких моделей лежит продукционная система, описанная неполной функциональной контекстно-свободной грамматикой. Вывод над такой системой позволяет строить суперпозиции функций, что кладется в основу алгоритмов работы программного комплекса логико-математического моделирования динамических систем. Эффективность алгоритмов и программного

комплекса продемонстрирована на модельных задачах из области механики и радиотехники.

Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации. В диссертации продемонстрирована эффективная техника моделирования динамических систем на основе аппарата функциональных грамматик, позволяющая, в частности, встраивать в модели численные методы расчета характеристик систем.

Автор разработал алгоритм автоматизированного построения логико-математических моделей динамических систем и реализовал его в соответствующем программном средстве.

Разработанная им база знаний по радиотехнике может быть применена для анализа и синтеза радиотехнических систем различного назначения. В качестве примера рассмотрены пассивные радиотехнические фильтры.

Эффективность метода продемонстрирована также на примере базы знаний по механике прямолинейного равноускоренного движения тела.

Степень достоверности и обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций. Достоверность полученных результатов подтверждается квалифицированным применением аппарата формальных грамматик, последовательными рассуждениями по обоснованию метода, а также успешным решением с его помощью соответствующих прикладных задач.

Все утверждения обоснованы и подтверждены надлежащими аргументами, исходные утверждения подтверждены ссылками на источники.

Апробация. Результаты работы докладывались на 11 конференциях различного уровня и с представительной географией, а также на ежегодных научно-практических конференциях преподавателей, научных сотрудников и аспирантов Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления. По теме работы опубликовано 19 работ. В том числе 5 в изданиях из перечня ВАК и 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Структура и содержание диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Объем работы составляет 126 страниц машинописного текста. Количество рисунков – 23, таблиц – 11, список литературы включает 114 наименований.

Первая глава посвящена применению функциональной парадигмы в логико-математическом моделировании динамических систем. В главе сформулирована соответствующая задача, перечислены методы построения логико-

математической модели на основе функциональных грамматик, рассмотрены этапы дедуктивного синтеза. Здесь же указаны возможные варианты прямых и обратных задач моделирования, приведена блок-схема логико-математического моделирования, показаны преимущества используемого аппарата. Введен последовательно-параллельный метод декомпозиции процедуры логического вывода и показаны его преимущества.

Вторая глава посвящена теоретическому описанию аппарата функциональных грамматик при логико-математическом моделировании предметных областей. В ней приводятся общие сведения о формальных грамматиках и описана процедура получения функциональной грамматики из контекстно-свободной. В главе указана взаимосвязь функциональной и атрибутивной грамматик, даны определения неполных контекстно-свободной и функциональной грамматик, описана процедура представления знаний на языке чистого лямбда-исчисления. Рассматриваются деревья перебора, получены правила роста дерева, ограничивающие его разрастание и сужающие поиск. Также обсуждается процедура решения задачи, опирающаяся на суперпозиции функций, построенных с помощью деревьев перебора.

Здесь же приведена общая схема логико-математического моделирования динамических систем на основе аппарата функциональных грамматик и дан пример базы знаний из области механики.

Третья глава посвящена вопросам применения разработанного метода в радиотехнике. Исследования ограничены линейной стационарной пассивной радиотехнической цепью в виде Γ -образного четырёхполюсника из R , L и C элементов, на входе и выходе которой действуют условные дискретные сигналы, подчиняющиеся условиям теоремы Котельникова, что не снижает общей ценности результатов. При этом сформирован набор необходимых понятий, разработан алфавит символов грамматики, даны отношения между понятиями и построена соответствующая система правил, определены функциональные зависимости, входящие в состав правил, приведены примеры решения прямой и обратной задач моделирования.

Четвертая глава посвящена разработке программного комплекса, осуществляющего логико-математическое моделирование динамических систем на основе представленного подхода. Здесь рассмотрены различные типы программных комплексов, приведена структурная схема программного комплекса, обоснован выбор языка программирования Лисп для разработки комплекса. В главе рассмотрены методы построения модуля ввода базы знаний, зна-

ний, решателя. Также показаны преимущества моделирования на основе функциональных грамматик перед классическими методами. В конце перечислены методы, использовавшиеся при программировании функций базы знаний по радиотехнике линейных стационарных систем.

В заключении представлены основные научные результаты работы.

В приложении приведены листинг программного комплекса логико-математического моделирования и фрагменты разработанных баз знаний.

Замечания по диссертационной работе.

Несмотря на общее положительное отношение к работе, следует отметить ряд спорных моментов и вопросов к диссертации.

1. Автор исходит из того, что количество внутренних переменных в каждом слое B_i равно rs , где r – число входов, а s – число выходов моделируемой системы, аргументируя это тем, что каждый из входов d_i в общем случае может влиять на каждый из выходов q_j . Но по таким же соображениям можно допустить, что выход каждого слоя C_i может влиять на каждый из выходов q_j . Почему не рассматривается возможность экспоненциального роста числа выходов от слоя к слою?

2. На стр. 22 указывается, что «технически БЗ представляет собой модуль либо на имеющемся, либо на специально созданном языке программирования». Однако фактически способов представления баз знаний намного больше.

3. На стр. 38 указывается, что «Выбор базисных символов зависит от назначения функциональной грамматики, но часто ими являются наиболее распространенные символы». Есть ли какие-нибудь рекомендации в рамках методики по выбору базисных символов?

4. Автор приводит примеры из двух предметных областей (механика и радиотехника), где каждый из примеров сопровождается своим набором функций. Существуют ли общие рекомендации по формированию такого набора?

5. Насколько вопросы 3 и 4 усложняют формирование БЗ?

6. С точки зрения автора, возможно ли на основе предлагаемого метода построить неизвестные ранее аналитические зависимости предметной области, или база знаний воспроизводит только уже известные соотношения?

7. Необходимо пояснить, как определить соответствуют ли действительности предложения теории, построенные на основе соответствующей грамматики? Как отделить истинные предложения от ложных?

8. Есть замечания по качеству оформления рукописи. Например, путаница с номерами формул (два раза формула (16); формула (13) вовсе не уравнение, видимо предполагалось (14) – стр. 19), на стр. 41 говорится, что строится система функций вывода $\{f_1, f_2, f_4, f_4\}$, а приводится система функций $\{f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_6\}$ и т.д.

Сделанные замечания не снижают общей ценности выполненной работы.

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Диссертации и автореферат соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011.

Заключение. Диссертация Кравченко Вячеслава Александровича соответствует научной специальности 05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, имеет внутреннее единство и является завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи разработки методики моделирования динамических систем с помощью функциональных грамматик, которая имеет существенное значение для теории и практики разработки систем искусственного интеллекта, что соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении учёных степеней». Считаю, что ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени.

Официальный оппонент

заведующий кафедрой «Информационные системы
и защита информации» ФГБОУ ВО «Иркутский
государственный университет путей сообщения»
доктор технических наук, доцент

Аршинский Леонид Вадимович

27 ноября 2017 года

Почтовый адрес:

664074, г. Иркутск, ул. Чернышевского, 15

тел. 8(3952)638359,

e-mail: arsh@irgups.ru

