

УТВЕРЖДАЮ

ВРИО директора Института систем  
информатики им. А.П. Ершова  
Сибирского отделения  
Российской академии наук,  
кандидат физико-математических  
наук



Промский А.В.

29 января 2018 г.

### ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу  
Дородных Никиты Олеговича

**«Метод и программное средство разработки баз знаний на основе  
трансформации концептуальных моделей»**

представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук  
по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных  
машин, комплексов и компьютерных сетей

**Актуальность** разработки новых методов и инструментальных средств, повышающих эффективность процессов обработки знаний, в том числе при решении практических слабоформализованных задач в различных предметных областях, остается высокой. Разработка баз знаний является одним из самых сложных и трудоемких этапов при создании интеллектуальных систем, при этом автоматизированное получение знаний из различных источников, в том числе концептуальных (информационных) моделей, может стать одним из способов повышения эффективности решения данной проблемы.

Диссертационная работа Дородных Никиты Олеговича посвящена проблеме разработки баз знаний, в частности, автоматическому созданию (генерации) кода баз знаний на целевом языке представления знаний путем трансформации различных концептуальных моделей предметных областей. Целевыми языками представления знаний выбраны CLIPS и OWL, как наиболее распространенные на данный момент средства представления знаний в виде продукций и онтологий. Тема исследования является **актуальной** и представляет интерес с точки зрения теории и методов инженерии систем искусственного интеллекта.

Во введении автор обосновывает актуальность темы исследования, формирует цели и задачи диссертационной работы, подчёркивает новизну и практическую значимость исследования, а также приводит основные результаты диссертации и описание её структуры.

Первая глава представляет собой аналитический обзор. В ней содержится постановка задачи повышения эффективности разработки баз знаний и достаточно подробный аналитический обзор методов и средств автоматизации создания экспертных систем и баз знаний. Основное внимание уделяется использованию концептуальных моделей, являющихся ценным источником знаний о предметной области, и методов визуального

моделирования, используемых при формировании баз знаний. Приводится обширный обзор существующих подходов и средств разработки баз знаний на основе концептуальных моделей. Выделяются основные недостатки данных подходов, такие как узкая специализация в части поддержки форматов концептуальных моделей и целевых языков представления знаний, жесткое определение соответствий между элементами исходной концептуальной модели и целевой базы знаний при реализации, ориентация на высококвалифицированных специалистов-программистов. Основным результатом проведенного анализа является сформулированные требования к алгоритмическому и программному обеспечению. Также в работе подробно описаны ключевые принципы и понятия области трансформации моделей, дана сравнительная характеристика и выявлены недостатки существующих языков трансформации моделей, обоснована необходимость разработки нового предметно-ориентированного языка для представления и хранения модели трансформации (включая правила преобразования) концептуальных моделей в базы знаний. Отдельным пунктом обосновывается выбор целевых языков представления знаний (CLIPS и OWL).

Вторая глава посвящена описанию моделей и метода автоматизации процесса создания программных компонентов интеллектуальных систем, обеспечивающих проектирование и синтез кодов баз знаний путем трансформации концептуальных моделей предметных областей. При разработке данных компонентов предлагается применять оригинальную модель типового программного компонента, особенностью которой является использование модели трансформации в форме сценария преобразования, содержащего описание исходной и целевой метамодели, а также правил определяющих соответствия между элементами данных метамodelей. Подробно описываются метамodelи для определения модели продукции и онтологии, а также языков CLIPS и OWL. Предложенный метод основан на компонентно-каркасном подходе, где типовой компонент может быть рассмотрен как каркас с разъемами (слотами), специализация которого, в свою очередь, осуществляется путем формирования модели трансформации и выбора соответствующих блоков анализа и генерации. Особенностью метода, определяющим его новизну, является использование языков модельных трансформаций для описания модели трансформации. Для этого разработан специализированный предметно-ориентированный декларативный язык – TMRL, отличающийся от известных языков трансформации моделей: узкой специализацией, направленной на обеспечение трансформации концептуальных моделей в базы знаний; простотой его использования (за счет небольшого количества конструкций в языке); возможностью описания механизма взаимодействия с ранее разработанными программными компонентами трансформации. Созданные на TMRL спецификации удовлетворяют требованиям точности, понятности и полноты. Исследован вопрос проверки корректности построенных правил трансформации и метамodelей с целью выявления различного рода ошибок. Описана методика автоматизированной разработки баз знаний, отличительной чертой которой является использование концептуальных моделей в качестве исходных данных, специализированных программных компонентов трансформации в качестве средств конвертации и специализированного визуального языка RVML для моделирования полученных знаний в форме продукции.

Третья глава описывает разработанную автором веб-ориентированную программную систему (KBDS), её архитектуру, назначение, функции, пользовательский интерфейс, а также интерфейс взаимодействия с внешними программными средствами.

В четвертой главе автором представлена апробация метода и разработанного инструментального средства, которая осуществлялась на примере создания трех

программных компонентов анализа концептуальных моделей (в виде диаграмм классов UML, концепт-карт ХТМ и деревьев событий), а также разработки продукционной базы знаний в формате CLIPS для прогнозирования развития деградационных процессов аппаратов в нефтехимии. Приведены соответствующие наглядные примеры, включающие как исходные концептуальные модели, так и полученные продукции. Представлены результаты оценки эффективности разработки продукционных баз знаний с использованием разработанной методики и средства по сравнению с классическим «ручным» методом без использования концептуальных моделей в качестве основы для синтеза кодов баз знаний. Автором дана интерпретация полученных результатов.

Заключение содержит обзор основных результатов диссертационного исследования.

Диссертация изложена на 277 страницах, включая 58 рисунков, 9 таблиц, состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы, включающего 270 наименований, и 11 приложений. Текст диссертации написан в научном стиле, хорошо структурирован и надлежащим образом оформлен. Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертационной работы.

Предложенные в диссертации метод автоматизации процесса создания баз знаний интеллектуальных систем на основе трансформации концептуальных моделей, предметно-ориентированный декларативный язык описания трансформаций, методика и программное средство автоматизированной разработки баз знаний, в своей полноте и комплексности являются **новыми**, их **обоснованность** базируется на использовании признанных теоретических методов искусственного интеллекта, принципов компонентно-каркасного подхода, технологий модельно-ориентированной разработки и трансформаций моделей.

**Практическая ценность** работы состоит том, что предлагаемые метод и программное средство обеспечивают эффективное решение поставленных задач, позволяя значительно сократить сроки и стоимость разработки, а также снизить требования к квалификации разработчика в части знания языков программирования и трансформации моделей. Материалы диссертационной работы использованы в рамках проекта СО РАН IV.36.1.2, проектов РФФИ 15-37-20655, 15-07-03088, 15-07-05641, 16-37-00122, соглашения № 8770 ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг.

**Практическая значимость** полученных результатов подтверждена актами внедрения и успешным практическим применением разработанного средства при выполнении работ по хозяйственному договору с АО «ИркутскНИИхиммаш», а также в учебном процессе ИрННТУ в рамках курсов «CASE-средства» и «Инструментальные средства информационных систем» при проектировании баз знаний.

Все основные результаты по теме диссертации опубликованы с достаточной полнотой в 30 печатных работах, из них – 4 статьи в журналах, рекомендованных ВАК для опубликования результатов диссертаций. Результаты исследований докладывались на международных и всероссийских научных конференциях и семинарах. Соискателем получены два свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Полученные в ходе выполнения диссертационной работы результаты и выводы на наш взгляд могут представлять интерес для научно-исследовательских и учебных организаций, таких, как ИДСТУ СО РАН, ИСЭМ СО РАН, ИрННТУ, ИСИ СО РАН, НГУ, НГТУ, СибГУТИ и др., а также для специалистов в области инженерии знаний и разработки интеллектуальных систем.

Замечания по диссертационной работе:

1. В работе используется, на наш взгляд, довольно жесткая схема управления интерпретатором правил трансформации через задание приоритетов. Фактически на правилах задается полный порядок. Это не очень удобно для пользователя, так как при этом он должен держать в голове весь процесс трансформации. Кроме того, при добавлении нового правила трансформации, например, в середину списка, потребуется изменить приоритеты у правил, следующих за ним.
2. В тестовых примерах, используемых для проверки эффективности предлагаемого метода разработки программного кода базы знаний по временному критерию, не учитывается время, которое необходимо затратить на освоение данного метода, который, на наш взгляд, является достаточно концептуально сложным.
3. На стр. 58 замечена досадная описка: вместо фразы «по средствам запроса» должно быть «посредством запроса».
4. На стр. 81 сказано, что «В процессе генерации кода БЗ может быть использована модель онтологии или модель продукции ...». Правильно – «модель продукции».
5. На стр. 88 сказано: «Данные правила задаются на этапе 2.5 алгоритма создания модели трансформации». Правильно – на этапе 3.5.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки данной работы. В целом диссертационная работа Дородных Никиты Олеговича представляет собой законченную целостную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему и содержащую ряд новых результатов в области разработки интеллектуальных систем и баз знаний. Содержание диссертационной работы соответствует пунктам 1, 2 и 3 области исследования специальности 05.13.11.

Диссертация удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук, а ее автор Дородных Никита Олегович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей.

Обсуждение диссертации проведено на заседании объединенного семинара Института систем информатики им. А.П. Ершова СО РАН и кафедры программирования НГУ «Интеллектуальные системы» 25 января 2018 г., протокол № 1.

Заведующий лабораторией искусственного интеллекта  
Института систем информатики СО РАН  
кандидат технических наук,  
старший научный сотрудник

29 января 2018 г.

Личную подпись зав. лаб.  
Нач. отдела кадров

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
науки «Институт систем информатики им. А.П. Ершова  
Сибирского отделения Российской академии наук»,  
630090, Российская Федерация, г. Новосибирск, проспект  
Академика Лаврентьева, 6, (383) 330-86-52,  
www.iis.nsk.su, iis@iis.nsk.su.

Загорулько Юрий Алексеевич