

«УТВЕРЖДАЮ»



Директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН, академик  
Бычков Игорь Вячеславович

«12» октября 2017 г.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института динамики систем и теории управления  
имени В.М. Матросова Сибирского отделения Российской академии наук

Диссертация «**Метод и программное средство разработки баз знаний на основе трансформации концептуальных моделей**» выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова Сибирского отделения Российской академии наук (ИДСТУ СО РАН). В период подготовки диссертации соискатель **Дородных Никита Олегович** работал в ИДСТУ СО РАН программистом, младшим научным сотрудником в лаборатории 4.2. Информационно-телекоммуникационных технологий исследования природной и техногенной безопасности. В 2012 г. окончил с отличием Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Иркутский государственный технический университет» (ИрГТУ), специальность – «Автоматизированные системы обработки информации и управления».

Сведения о сданных кандидатских экзаменах подтверждаются справкой об обучении №15308-08-6525/09о от 22.09.2017, выданной Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Институтом динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова Сибирского отделения Российской академии наук.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Юрин Александр Юрьевич, заведующий лабораторией № 4.2. ИДСТУ СО РАН.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Диссертация Н.О. Дородных посвящена разработке методов и программных средств автоматизированного создания баз знаний на основе трансформации концептуальных моделей.

Исследования по теме диссертационной работы проводились автором в период 2013–2017 гг. в рамках проекта СО РАН IV.36.1.2, а также научных проектов РФФИ № 16-37-00122, 15-37-20655, 15-07-03088, 15-07-05641 и соглашения №8770 ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг.

**Актуальность темы диссертации.** В настоящее время знание является стратегическим ресурсом, при этом «оцифровка» знаний и их представление в виде концептуальных моделей, декларативных программ и кодов баз знаний (БЗ) обеспечивает их эффективное использование. Разработка БЗ представляет собой один из самых сложных и трудоемких этапов при создании интеллектуальных систем – «узким местом» проектирования систем подобного вида. На данном этапе решаются задачи моделирования предметной области, получения, концептуализации и формализации знаний с их описанием на определенном языке представления знаний. Актуальность разработки новых методов и средств, повышающих эффективность процессов обработки знаний, в том числе, при решении практических слабоформализованных задач в различных предметных областях, остается высокой.

Одним из способов повышения эффективности процесса разработки БЗ является применение методов получения знаний из различных источников, в том числе, концептуальных моделей, под которыми понимаются модели, представленные множеством понятий и связей между ними, определяющих смысловую структуру рассматриваемой предметной области вместе со свойствами и характеристиками, классификацией этих понятий по типам, ситуациям, признакам в данной области и законов протекания процессов в ней. При этом особый интерес представляет использование моделей, построенных с использованием программных средств концептуального, когнитивного, онтологического моделирования и CASE-средств путем их трансформации в программные коды.

Однако существующие методы и системы автоматизированного создания БЗ на основе концептуальных моделей обладают рядом недостатков, в частности: сложностью описания самих моделей для генерации кода; высокими квалификационными требованиями к пользователю; отсутствием возможности совместной распределенной и одновременной работы пользователей; отсутствием или ограниченностью генерации программного кода БЗ на различных ЯПЗ (частичное преобразование, скелетные коды). Это определяет актуальность создания новых моделей, методов и средств, обеспечивающих разработку БЗ, в том числе, на основе трансформации концептуальных моделей. В свою очередь, существование множества форматов концептуальных моделей требует создания средства, которое будет обладать свойством расширяемости в части создания дополнительных модулей в форме программных компонентов трансформации моделей.

#### ***Основные результаты диссертации и их новизна:***

1. Впервые предложен специализированный метод автоматизации процесса создания программных компонентов интеллектуальных систем для проектирования БЗ и синтеза их кода на основе трансформации концептуальных моделей, отличием которого от известных является использование языка описания трансформаций и оригинальной модели типового программного компонента.
2. Разработан новый предметно-ориентированный декларативный язык описания трансформаций (TMRL), включающий конструкции для описания не только преобразуемых структур и связей между ними, но и механизма взаимодействия с внешними программными компонентами трансформаций. Это позволяет абстрагироваться от конкретики специализированных языков трансформации моделей общего назначения и использовать созданные ранее компоненты трансформации.
3. На основе предложенного метода разработано инструментальное программное средство, позволяющее интерактивно создавать компоненты трансформации концептуальных моделей, а также проектировать с их помощью БЗ.
4. Создана оригинальная методика автоматизированной разработки БЗ, отличием которой от известных является использование концептуальных моделей в качестве исходных данных и специализированных программных компонентов и языков (TMRL и RVML) в качестве инструментальных средств.

#### ***Научная и практическая значимость результатов проведенного исследования.***

Разработанные в рамках диссертационной метод и веб-ориентированное инструментальное средство позволяют значительно сократить сроки и стоимость разработки программных компонентов интеллектуальных систем, обеспечивающих синтез кода БЗ на основе трансформации концептуальных моделей, а также снизить требования к квалификации разработчика в части знания языков программирования и модельных трансформаций за счет применения интерактивного визуального способа создания программных компонентов трансформаций. Практическая значимость результатов определяется их использованием в учебном процессе ИрНИТУ в рамках курсов «CASE-средства» и «Инструментальные средства информационных систем» при проектировании БЗ, а также при выполнении работ по хозяйственному договору с ОАО «ИркутскНИИХиммаш».

Созданное программное обеспечение зарегистрировано в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам №2017618430, №2017618446 от 01.08.2017.

*Достоверность результатов проведенных исследований* подтверждается обоснованным использованием методов и технологий трансформации моделей, опубликованных в открытой печати, публикацией полученных результатов, работоспособностью разработанного инструментария, решением тестовых и прикладных задач. Теоретические аспекты развивают известные методы и алгоритмы.

*Полнота изложения результатов диссертации в печатных работах, опубликованных соискателем,* подтверждается следующим перечнем работ:

*Статьи в журналах, из списка рекомендованных ВАК РФ для опубликования основных научных результатов диссертации на соискание ученой степени кандидата и доктора наук:*

1. Бычков И.В., Дородных Н.О., Юрин А.Ю. Подход к разработке программных компонентов для формирования баз знаний на основе концептуальных моделей // Вычислительные технологии. – 2016. – Т.21. – №4. – С. 16-36.
2. Грищенко М.А., Дородных Н.О., Николайчук О.А., Юрин А.Ю. Применение модельно-управляемого подхода для создания продукционных экспертных систем и баз знаний // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2016. – №2. – С. 16-29.
3. Дородных Н.О., Юрин А.Ю. Использование диаграмм классов UML для формирования продукционных баз знаний // Программная инженерия. – 2015. – №4. – С. 3-9.
4. Дородных Н.О., Юрин А.Ю. Web-сервис для автоматизированного формирования продукционных баз знаний на основе концептуальных моделей // Программные продукты и системы. – 2014. – №4. – С. 103-107.

*Статьи в журналах из перечня Web of Science & Scopus:*

5. Berman A.F., Grishchenko M.A., Dorodnykh N.O., Nikolaychuk O.A., Yurin A.Y. A model-driven approach and a tool to support creation of rule-based expert systems for industrial safety expertise // In Processing of the International Forum on Knowledge Asset Dynamics. IFKAD-2017. 2017, pp. 2034-2050.

*Основные статьи в других изданиях:*

6. Грищенко М.А., Дородных Н.О., Юрин А.Ю. Модельно-управляемый подход. Алгоритмическое и программное обеспечение для создания продукционных баз знаний и экспертных систем. LAP, 2015. – 129 с.
7. Дородных Н.О., Коршунов С.А., Юрин А.Ю. Концепция подхода к созданию программных компонентов генерации баз знаний на основе трансформации концептуальных моделей // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2016. – №2. – С. 111-120.
8. Дородных Н.О., Юрин А.Ю. Формирование баз знаний продукционного типа на основе UML-моделей // Информатика и кибернетика. – Д.: ДонНТУ, – 2016. – № 3(5). – С.44-50.
9. Дородных Н.О., Юрин А.Ю. Разработка программных компонентов для формирования баз знаний на основе трансформации концептуальных моделей // Пятнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2016. Труды конференции. В 3-х томах. Т. 1. Смоленск: Универсум, 2016. – С. 33-40.
10. Дородных Н.О. Web-based software for automating development of knowledge bases on the basis of transformation of conceptual models // Материалы VII Международной научно-технической конференции OSTIS-2017. Минск: БГУИР. 2017. С. 145-150.
11. Дородных Н.О. Программная система автоматизации разработки web-сервисов для генерации баз знаний // Труды конференции «Системный анализ и информационные технологии. САИТ-2017». – М: ФИЦ ИУ РАН. – С. 222-229.
12. Дородных Н.О., Николайчук О.А., Юрин А.Ю. Автоматизация создания продукционных баз знаний на основе концептуальных моделей // Труды конференции.

В 2-х т. «Системный анализ и информационные технологии. САИТ-2015». – М: ИСА РАН. – Т1. – С. 281-288.

*Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ:*

13. Дородных Н.О. Web-ориентированный редактор моделей трансформаций (Web Transformation Model Editor): Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2017618430 от 01.08.2017. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 2017.
14. Дородных Н.О. RVML editor (Web Knowledge Base Designer): Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2017618446 от 01.08.2017. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 2017.

**Личный вклад автора.** Все выносимые на защиту научные положения получены соискателем лично. В основных научных работах по теме диссертации, опубликованных в соавторстве, лично соискателем разработаны: в [1, 2, 9, 11] – модели и методы автоматизации создания программных компонентов для автоматического создания БЗ на основе трансформации концептуальных моделей; [3, 4, 6-8, 10, 14] – методическое и программное обеспечение автоматизированного создания БЗ на основе трансформации концептуальных моделей; [5, 12, 13] – апробация разработанных моделей, методов и программного средства автоматизации создания БЗ путем трансформации концептуальных моделей, включая результаты их эффективности.

**Ценность научных работ соискателя и их апробация** подтверждена:

- Использованием результатов диссертационной работы в учебном процессе ИрНИТУ в рамках курсов «CASE-средства» и «Инструментальные средства информационных систем».
- Использованием результатов диссертационной работы при выполнении работ по хозяйственному договору с ОАО «ИркутскНИИхиммаш».
- Дипломом в конкурсе молодых ученых «Результаты научной деятельности» в номинации «Лучший аспирант ИДСТУ СО РАН» на конференции «Ляпуновские чтения 2015».
- Дипломом за лучший доклад среди молодых ученых на VI международной научно-технической конференции «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем» (OSTIS-2016).
- Дипломом III степени за лучший доклад среди молодых ученых на пятнадцатой национальной конференции по искусственному интеллекту с международным участием (КИИ-2016).
- Участием в конференциях: XII Международный форум управления знаниями «International Forum on Knowledge Asset Dynamics. IFKAD-2017» (г. Санкт-Петербург, 2017 г.); II, III Российско-монгольская конференция молодых ученых по математическому моделированию, вычислительно-информационным технологиям и управлению (Россия, г. Иркутск – Монголия, п. Ханх, 2013, 2015 гг.); Международная научно-практическая конференция «Фундаментальная информатика, информационные технологии и системы управления: реалии и перспективы. ФПТМ-2014» (г. Красноярск, 2014 г.); XLIV Международная конференция и XIV Международная конференция молодых ученых «Информационные технологии в науке, образовании и управлении. IT + S&E'15» (г. Гурзуф, 2015 г.); Пятнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием. КИИ-2016 (г. Смоленск, 2016 г.); VI, VII Международная конференция «Системный анализ и информационные технологии. САИТ» (г. Светлогорск, 2015, 2017 гг.); VI, VII Международная научно-техническая конференция «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем. OSTIS» (Беларусь, г. Минск, 2016, 2017 гг.); IV Всероссийская конференция «Математическое моделирование и вычислительно-информационные технологии в междисциплинарных научных исследованиях» (г.

Иркутск, 2014 г.); XV, XVI Всероссийская конференция молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям (г. Тюмень, г. Красноярск, 2014, 2015 гг.); XXI, XXII Байкальская Всероссийская конференция с международным участием и Школа-семинар научной молодежи «Информационные и математические технологии в науке и управлении» (г. Иркутск, 2016, 2017 гг.); Конференциях «Ляпуновские чтения» (г. Иркутск, 2014, 2015, 2016 гг.).

- Отдельными результатами диссертационного исследования, полученными в рамках программы фундаментальных исследований СО РАН проект IV.36.1.2, а также научных проектов РФФИ № 16-37-00122, 15-37-20655, 15-07-03088, 15-07-05641 и соглашения №8770 ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг. Основные результаты диссертации и ее отдельные положения, а также результаты конкретных прикладных исследований и разработок обсуждались на научных семинарах ИДСТУ СО РАН.

**Соответствие диссертации паспорту научной специальности.** В соответствии с паспортом специальности 05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей» диссертационная работа Дородных Н.О. охватывает решение задач повышения эффективности создания программ и программных систем, в частности, систем проектирования и синтеза БЗ, включая исследование языков и систем программирования (построение предметно-ориентированного языка трансформации концептуальных моделей в код БЗ и поддерживающего его программной системы), а также моделей, методов, алгоритмов и программных инструментов для организации взаимодействия программ и программных систем.

Отраженные в диссертационной работе положения соответствуют пунктам 1, 2 и 3 области исследования специальности 05.13.11:

- Модели, методы и алгоритмы проектирования и анализа программ и программных систем, их эквивалентных преобразований, верификации и тестирования.
- Языки программирования и системы программирования, семантика программ.
- Модели, методы, алгоритмы, языки и программные инструменты для организации взаимодействия программ и программных систем.

Диссертационное исследование Дородных Н.О. «Методы автоматизированной разработки баз знаний на основе трансформации концептуальных моделей» является самостоятельной научно-квалификационной работой. Работа соответствует всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, не содержит заимствованного материала без ссылки на автора и (или) источник заимствования.

Диссертационная работа Дородных Н.О. «Метод и программное средство разработки баз знаний на основе трансформации концептуальных моделей» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей».

Заключение принято на заседании Семинара ИДСТУ СО РАН по вычислительным технологиям. На заседании присутствовало 17 чел. Результаты голосования: «за» – 17 чел., «против» – нет, «воздержалось» – нет (протокол № 2 от 12 октября 2017 г.).

Председатель семинара,  
д.т.н., профессор

Г.А. Опарин

Секретарь семинара,  
к.т.н.

А.П. Новопащин