Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.8

Орлов
Максим Константинович

Модели и средства автоматизации компонентного проектирования интеллектуальных систем

АВТОРЕФЕРАТ
на соискание степени магистра наук
по специальности 7-06-0611-03 – искусственный интеллект

Научный руководитель
Голенков В.В.
доктор технических наук, профессор

Минск 2026

Краткое введение

Диссертационная работа посвящена автоматизации проектирования и разработки интеллектуальных систем с помощью компонентного подхода. Актуальность темы обусловлена ростом потребности в создании интеллектуальных компьютерных систем в различных сферах деятельности и в необходимости оптимизации разработки таких систем.

Важнейшим этапом эволюции любой технологии является переход к компонентному проектированию на основе постоянно пополняемой библиотеки многократно используемых компонентов. В работе рассматривается подход к проектированию систем, управляемых знаниями, ориентированный на использование совместимых многократно используемых компонентов, что существенно сокращает трудоемкость разработки таких систем.

Общая характеристика работы

Цель и задачи проводимых исследований

Целью диссертационной работы является создание условий для эффективного, осмысленного и массового проектирования интеллектуальных компьютерных систем нового поколения и их компонентов путём реализации библиотеки для накопления и совместного использования компонентов этих систем. Такие условия осуществляются путём неограниченного расширения постоянно эволюционируемых семантически совместимых интеллектуальных компьютерных систем и их компонентов. Сферы практического применения технологии компонентного проектирования семантически совместимых интеллектуальных систем ничем не ограничены.

Указанная цель определяет следующие задачи исследования:

а) Проанализировать подходы и методики разработки и оценки разрабатываемого программного модуля с выделением ключевых понятий;

б) Проанализировать и выделить требования к разрабатываемому модулю;

в) Проанализировать существующие аналоги;

г) Спроектировать программный модуль на основе выдвинутых требований;

д) Разработать и протестировать программный модуль.

Объектом исследования являются интеллектуальные компьютерные системы.

Предметом исследования являются модели, методы и программные средства для реализации компонентного подхода к проектированию интеллектуальных компьютерных систем.

Связь работы с приоритетными направлениями исследований и запросами реального сектора экономики

Тема диссертации соответствует приоритетному направлению «Цифровые информационно-коммуникационные и междисциплинарные технологии, основанные на них производства» согласно пункта 1 перечня приоритетных направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы, утвержденных Указом Президента Республики Беларусь «О приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы» от 07.05.2020 года № 156.

Диссертационное исследование выполнено на базе учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (кафедра интеллектуальных информационных технологий). Работа проводилась в ходе выполнения следующих научно-исследовательских программ и проектов:

а) Договор БРФФИ № Ф24МВ-011 от 15.04.2024 г. «Модели и средства автоматизации процессов обучения разработке искусственных нейронных сетей, совместимых с базами знаний, на базе открытых семантических технологий»

Личный вклад

Диссертационное исследование является квалификационной научной работой, выполненной соискателем самостоятельно на основе изучения отечественной и иностранной литературы, выполнено проектирование и реализация модели библиотеки многократно используемых компонентов интеллектуальных систем, менеджера многократно используемых компонентов, модели спецификации компонентов, основанной на открытых семантических технологиях. Проведена экспериментальная апробация, включая численные исследования и математическое моделирование ключевых компонентов.

Основные выводы, теоретические положения и практические разработки принадлежат автору диссертации и составляют содержание данной работы.

Опубликование результатов диссертации

По материалам выполненных исследований опубликовано 11 научных работ, в том числе 6 статей в рецензируемых изданиях, 3 главы в монографии, 2 тезисов докладов.

Апробирование результатов диссертации

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на международной научно-технической конференции OSTIS (Open Semantic Technologies for Intelligent Systems) 2021-2025гг., международной конференции PRIP (Pattern Recognition and Information Processing) 2021г., конференции студентов, магистрантов и аспирантов БГУИР 2021-2025гг.

Краткое содержание работы

Общий объем магистерской диссертации составляет 67 страниц, включая 13 иллюстраций, 1 листинг, библиографический список из 37 наименований.

Во введении диссертационной работы даётся обоснование актуальности темы исследования, формулируется научная проблема, цели и задачи работы, а также определяются объект и предмет исследования. Введение содержит описание методов исследования, формулируется рабочая гипотеза, подчёркивается научная новизна и личный вклад автора, а также раскрывается теоретическая и практическая значимость работы. Кроме того, во введении приводится информация об апробации результатов и публикациях по теме исследования, а также кратко описывается структура диссертации.

В первой главе проведён обзор и анализ современных методов и подходов к компонентному проектированию интеллектуальных систем и средств их автоматизации. Рассмотрены основные проблемы семантической совместимости и интеграции, а также существующие технологии и инструменты.

Во второй главе сформулировано понятие многократно используемого компонента, приведена формальная модель, их классификация и спецификация.

В третьей главе разработана формальная модель библиотеки многократно используемых компонентов, рассмотрена архитектура Экосистемы OSTIS в контексте библиотек.

В третьей главе разработана формальная модель менеджера многократно используемых компонентов, его функциональные возможности и реализация.

Работа завершается выводами, в которых подчёркнута научная новизна, практическая значимость и перспективы дальнейших исследований в области семантических технологий и интеллектуальных компьютерных систем нового поколения.

Заключение

Компонентный подход является ключевым в технологии проектирования интеллектуальных компьютерных систем. Вместе с этим, технология компонентного проектирования тесно связана с остальными составляющими *технологии проектирования интеллектуальных компьютерных систем* и обеспечивает их совместимость, производя мощнейший синергетический эффект при использовании всего комплекса частных технологий проектирования интеллектуальных систем. Важнейшим принципом в реализации компонентного подхода является семантическая совместимость многократно используемых компонентов, что позволяет минимизировать участие программистов в создании новых компьютерных систем и в совершенствовании существующих.

Для реализации компонентного подхода в работе предложена *библиотека многократно используемых совместимых компонентов интеллектуальных компьютерных систем на основе Технологии OSTIS*, введена классификация и спецификация многократно используемых компонентов ostis-систем, предложена модель менеджера компонентов, позволяющего взаимодействовать *ostis-системам* с *библиотеками многократно используемых компонентов* и управлять компонентами в системе, рассмотрена архитектура экосистемы *интеллектуальных компьютерных систем* с точки зрения использования библиотеки многократно используемых компонентов.

Для автоматизации компонентного проектирования были реализованы следующие модели.

а) Модель многократно используемых компонентов ostis-систем, их классификация и спецификация;

б) Модель библиотеки многократно используемых компонентов ostis-систем;

в) Модель менеджера многократно используемых компонентов ostis-систем.

К средствам автоматизации компонентного проектирования относится спроектированный и разработанный менеджер многократно используемых компонентов ostis-систем и библиотека.

Основные результаты работы заключаются в следующем:

а) На основе анализа выявлены главные недостатки и преимущества современных пакетных менеджеров и библиотек компонентов;

б) Математическое моделирование показало, что переиспользование готовых компонентов существенно ускоряет разработку компьютерных систем;

в) Для выполнения поставленных задач был спроектирован и создан менеджер многократно используемых компонентов, библиотека компонентов, приведена спецификация и классификация многократно используемых компонентов.

Список опубликованных работ

1–A. Орлов М. К. Средства описания зависимостей между процессами в семантической памяти / Орлов М. К. // БГУИР, Электронные системы и технологии : сборник тезисов докладов 57-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, 2021. – 2021. –

2–A. Valerian Ivashenko, Nikita Zotov, Maksim Orlov. Semantic Logging of Repeating Events in a Forward Branching Time Model / Valerian Ivashenko, Nikita Zotov, Maksim Orlov. // UIIP NASB, Republic of Belarus, 2021. – 2021. –

3–A. Valery Taberko, Dzmitry Ivaniuk, Nikita Zotov, Maksim Orlov, Alexander Pupena, Natalia Lutska. Principles of building a system for automating the activities of a process engineer based on an ontological approach within the framework of the Industry 4.0 concept / Valery Taberko, Dzmitry Ivaniuk, Nikita Zotov, Maksim Orlov, Alexander Pupena, Natalia Lutska. // BSUIR, Open semantic technologies for intelligent systems: 11th International Conference, OSTIS, 2021. – 2021. –

4–A. Natalia Lutska, Oleksandr Pupena, Alona Shyshak, Valery Taberko, Dzmitry Ivaniuk, Nikita Zotov, Maksim Orlov, Lidiia Vlasenko. Ontological model of digital twin in manufacturing / Natalia Lutska, Oleksandr Pupena, Alona Shyshak, Valery Taberko, Dzmitry Ivaniuk, Nikita Zotov, Maksim Orlov, Lidiia Vlasenko. // Springer International Publishing, Open Semantic Technologies for Intelligent Systems: 11th International Conference, OSTIS 2022. – 2022. –

5–A. Орлов М. К. Средства обнаружения неполноты знаний в интеллектуальных диалоговых системах / Орлов М. К. // БГУИР, Электронные системы и технологии : сборник тезисов докладов 58-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, 2022. – 2022. –

6–A. Orlov, M. Comprehensive library of reusable semantically compatible components of next-generation intelligent computer systems / Orlov, M. // Open semantic technologies for intelligent systems. – 2022. – Iss. 6. – С. 261–272.

7–A. Maksim Orlov, Anastasia Vasilevskaya. Non-procedural problem-solving models in next-generation intelligent computer systems / Maksim Orlov, Anastasia Vasilevskaya. // BSUIR, Open semantic technologies for intelligent systems: 11th International Conference, OSTIS, 2021. – 2021. –

8–A. Maksim Orlov. Control Tools for Reusable Components of Intelligent Computer Systems of a New Generation / Maksim Orlov. // BSUIR, Open semantic technologies for intelligent systems: 13th International Conference, OSTIS, 2023. – 2023. –

9–A. Шункевич Д.В., Василевская А.П., Орлов М.К., Ивашенко В.П. Смысловое представление логических формул и высказываний в различного

вида логиках / Шункевич Д.В., Василевская А.П., Орлов М.К., Ивашенко В.П. // Технология комплексной поддержки жизненного цикла семантически совместимых интеллектуальных компьютерных систем нового поколения, Минск, Бестпринт, 2023. – 2023. –

10–А. Ивашенко В.П., Шункевич Д.В., Василевская А.П., Орлов М.К. Логические, продукционные и функциональные модели решения задач в ostis-системах / Ивашенко В.П., Шункевич Д.В., Василевская А.П., Орлов М.К. //Технология комплексной поддержки жизненного цикла семантически совместимых интеллектуальных компьютерных систем нового поколения, Минск, Бестпринт, 2023. – 2023. –

11–А. Орлов М.К., Шункевич Д.В., Ковалёв М.В., Садовский М.Е., Загорский А.Г., Банцевич К.А. Комплексная библиотека многократно используемых семантически совместимых компонентов ostis-систем / Орлов М.К., Шункевич Д.В., Ковалёв М.В., Садовский М.Е., Загорский А.Г., Банцевич К.А. //Технология комплексной поддержки жизненного цикла семантически совместимых интеллектуальных компьютерных систем нового поколения, Минск, Бестпринт, 2023. – 2023. –