


УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор — проректор по научно-исследовательской работе Самарского университета,
д.т.н. доцент



» октября 2023 г.


А.Б. Прокофьев

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Кузнецова Александра Андреевича на тему «Модели многоагентного цифрового двойника корпоративной прикладной IT-платформы», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей

Актуальность темы

Разработка высокотехнологичных изделий машиностроения остается актуальной темой исследований, прежде всего, из-за жесткой конкуренции на внутреннем и внешнем рынках. Машиностроение является одной из ключевых отраслей экономики, и его успешное развитие определяет стратегическое и экономическое положение страны. Создание отраслевых корпораций, таких как АО «Объединенная двигателестроительная корпорация», ПАО «Объединенная авиастроительная корпорация» и АО «Вертолеты России» и др., позволяет эффективно консолидировать в реальном времени основные ресурсы отдельных предприятий, включая интеллектуальные, финансовые, материальные, производственные и др. для реализации крупных корпоративных проектов. Такой подход требует разработки, унификации и интеграции новых бизнес-процессов, позволяющих предприятиям работать синхронно, сокращая издержки и улучшая качество продукции. Все эти факторы делают разработку высокотехнологичных изделий в машиностроении актуальной темой для применения современных программных решений. Изучение данной темы может помочь найти новые подходы к оптимизации процессов, улучшению качества продукции и повышению конкурентоспособности российских компаний на мировом рынке. Использование информационных систем и их интеграция в единый процесс позволяют

ВХОД. № 3144-13
«07» 11 2023г.

сократить время на разработку изделий, повысить точность расчетов и снизить вероятность ошибок.

В целом, получение и применение новых знаний в области цифровизации при разработке и производстве высокотехнологичных изделий машиностроения позволит повысить эффективность производства, улучшить качество продукции, снизить затраты на производство и укрепить конкурентоспособность предприятий.

Оценка структуры и содержания работы

Содержание и структура диссертации Кузнецова А.А. полностью соответствуют заявленной цели исследования и критерию внутреннего единства. Это подтверждается последовательной логикой работы и взаимосвязанностью ее элементов.

Автором применен системный подход к построению методов, моделей и алгоритмов для построения цифровых двойников реальных и виртуальных объектов, их элементов и функциональных отношений в исследуемой предметной области в соответствии с отечественными ГОСТами. Проведен сравнительный анализ доступных технологий информационного обеспечения процессов проектирования, производства и т.д., включая PLM/CAD/CAM/CAE/ERP/ и др. системы и программные средства моделирования бизнес-процессов.

В работе определен авторский вклад в теорию программной инженерии при применении методов математической теории категорий множеств и методов концепции цифровых двойников (ЦД), развиваемой в консорциуме “РазВИТие” при взаимодействии изделий и процессов, включая обратные связи при их взаимодействии. Разработано ПО для реализации обратных связей при взаимодействии агентов с ЦД. Разработан ряд оригинальных теоретических и методических положений в области проектирования сложных процессов взаимодействия производственного предприятия (ПП) и университета.

Проведенное исследование имеет важное практическое значение, поскольку направлено на повышение эффективности управления взаимодействием ПП и университетом путем повышения уровня формализации и дальнейшей цифровизации.

Структурно диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы. Общий объем работы составляет 160 страниц текста, содержащего 50 рисунков и 5 таблиц, список литературы состоит из 110 наименований.

Во введении обоснована актуальность исследования, которая определена рядом факторов: степенью разработанности темы, теоретической базой для проведения исследований, методами в области системного проектирования цифровых двойников и построения цифровых платформ, методами интеграции образовательной и производственной сред. Определены задачи системного моделирования ПО, создание

программного обеспечения, его внедрение и оценка эффективности. Раскрыта научная новизна работы и ее практическая значимость.

В первой главе рассматриваются способы организации цифровых платформ для создания цифровых двойников. Анализируются существующие подходы к организации цифровых платформ, а также различные определения цифрового двойника. Обосновывается конструктивное определение цифрового двойника, приведенное в Предварительном национальном стандарте ГОСТ. Рассматриваются различные подходы к построению и описанию архитектуры цифровых двойников в составе архитектуры предприятия. Принимается методология TOGAF как наиболее эффективная для поставленных целей. Приводятся результаты сравнительного анализа подходов и методов управления предметно-ориентированными знаниями, в результате которого оптимальным решением принимается “Модельная гипотеза знаний” с применением ПО MediaWiki для построения системы управления знаниями.

Во второй главе рассмотрена задача систематизации и автоматизации взаимодействия предприятия и вуза. По методологии SADT была формализована и проанализирована традиционная схема взаимодействия предприятия и вуза, определены новые связи для повышения эффективности отношений. Разработана новая функциональная модель, основанная на использовании единого информационного пространства (ЕИП) и механизма базовой кафедры. ЕИП включает в себя цифровой двойник корпоративной информационной системы (ЦД КИС), который является ключевым элементом в процессе взаимодействия вуза и предприятия. Он обеспечивает устранение информационно-коммуникационных барьеров, трансфер технологий и практико-ориентированную подготовку студентов.

В третьей главе диссертации разработана теоретико-множественная модель с внутренней метаструктурой цифрового двойника корпоративной прикладной IT-платформы и метод адаптивной модернизации в рамках общей архитектуры КИС. Корпоративная прикладная IT-платформа представлена как интегрированная система информационных систем различных классов, которые охватывают все этапы жизненного цикла объектов в различных аспектах и обеспечивают информационное взаимодействие между большим количеством агентов (участников) процесса. Формула для цифрового двойника корпоративной прикладной IT-платформы изоморфно трансформируется в множества программных средств, технологий и стадий жизненного цикла. Отмечается, что в конкретных дочерних организациях применяются различные компоненты IT-платформы, что требует индивидуального подхода к созданию их цифровых двойников.

В четвертой главе разработана архитектура системы программного обеспечения для управления формализованными знаниями на предприятии и в вузе. Показано, что использование цифровых двойников в совместной работе предприятия и вуза ставит ряд требований, включая наличие специалистов с опытом работы в ЦД, разработку механизмов для выявления неявных знаний и повышение информативности системных документов. Предложены правила реинжиниринга структуры процесса поддержки ЦД, который заключается в отказе от текстовых документов в пользу электронных статей в системе управления знаниями (СУЗ). Отмечено, что появление новых знаний должно происходить не только в рамках технической поддержки, но также во всех сферах деятельности исследуемой предметной области, и что в конечном итоге СУЗ должна интегрировать все бизнес-процессы из PLM системы. С использованием функционального моделирования для каждого бизнес-процесса предложена функция выявления и формализации новых знаний. Для формализации и проверки сведений, добавляемых в СУЗ, разработан алгоритм экспертной оценки формализованных знаний. Отличительной особенностью алгоритма является использование ключевых слов для автоматической выборки экспертов в соответствии с тематикой статьи. Новые ключевые слова используются для корректировки существующих глоссариев и профилей экспертов в СУЗ.

В заключении сформулированы основные результаты и выводы, полученные в диссертационной работе.

Область исследования диссертации соответствует пунктам паспорта научной специальности 2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей:

п. 3 «Модели, методы, архитектуры, алгоритмы, языки и программные инструменты организации взаимодействия программ и программных систем»;

п. 4 «Интеллектуальные системы машинного обучения, управления базами данных и знаний, инструментальные средства разработки цифровых продуктов».

Оформление диссертации соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011. Автореферат диссертации выполнен с соблюдением установленных требований, полностью отражает ее содержание, полученные в ней практические и теоретические результаты и выводы.

Новизна полученных результатов заключается в следующих аспектах.

методе формирования функциональной модели организации и использования единого информационного пространства на основе множества цифровых двойников объектов корпоративной информационной системы на основе математической теории категорий множеств. Это обеспечивает качественное улучшение

территориально-распределенного взаимодействия между вузом и предприятием. Обратные связи обеспечивают устойчивость и управляемость этого процесса.

2. В теоретико-множественной модели многоагентного цифрового двойника корпоративной прикладной ИТ-платформы формализованы реальные и виртуальные объекты, составляющие цифровые двойники предметной области. Это позволяет обеспечить целостность описания и непротиворечивое представление предметной области в едином информационном пространстве КИС.

предложенном методе архитектурного моделирования для создания и модернизации архитектуры цифровых двойников КИС, основанном на стандарте TOGAF. Это повышает управляемость процессов и обеспечивает согласованность архитектуры цифровых двойников и КИС в целом.

предложенной архитектуре программного комплекса управления знаниями, включающей разработанный модуль конструирования и создания рабочих процессов, который позволяет автоматизировать процесс накопления, формализации и использования новых знаний.

Обоснованность и достоверность результатов исследования

В работе сформулированы и предложены принципы и правила интеграции реальных, виртуальных и информационных объектов и их системных моделей в ЕИП в форме множества компьютерных моделей ЦД. Корректность и достоверность моделей ЦД и их отношений подтверждается их непротиворечивостью основным положениям математической теории категории множеств, системной инженерии, методологии CALS, SADT, ИТ высокоуровневого программирования BPMN, MediaWiki и др. Эффективность подтверждена примерами. Полученные выводы не противоречат ранее опубликованным исследованиям

Публикации и апробация работы

Основные результаты диссертации опубликованы в 15 работах, в том числе в 4 статьях в научных изданиях из Перечня рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК, либо в научных изданиях, индексируемых базой данных RSCI, 10 статьях в других изданиях. Получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы ЭВМ.

Теоретическая и практическая значимость результатов, полученных автором диссертации, для практики

Разработанная IDEF0 модель процесса организации и применения единого информационного пространства с применением цифровых двойников корпоративных информационных систем (КИС) и систем управления знаниями (СУЗ) в вузе обеспечила

комплексное территориально-распределенное взаимодействие между вузом и предприятием в учебном процессе и при выполнении совместных проектов.

Модель СУЗ, отображающая взаимосвязь между различными типами объектов, их атрибуты и исполнителей операций, является основой для создания базы данных СУЗ с использованием цифровых двойников корпоративной прикладной IT-платформы в вузе.

В целом предложенный в диссертации метод построения цифровых двойников КИС на основе методологии TOGAF обеспечивает внедрение инновационных технологий в производственную и образовательную среду, а разработанная система управления знаниями позволяет автоматизировать процессы накопления, формализации и использования знаний.

Практическая значимость результатов диссертации подтверждена актами внедрения в КИС ПАО «ОДК – УМПО», ФГБОУ ВО «УУНиТ».

Замечания по работе

1. В тексте диссертации следовало более детально описать особенности программной реализации разработанного автором и зарегистрированного в Роспатенте программного продукта «Программный комплекс исполнения рабочих процессов для системы управления знаниями». Это позволило бы подчеркнуть актуальность использования предложенной автором методологии реализации цифровых двойников в предметной области организации взаимодействия программ и программных систем, управления базами знаний.

2. Для расширения практической значимости диссертации рекомендуется использовать модели вариативных сценариев, учитывающие разнообразие параметров и ограничений. Это позволит применять цифровые двойники для задач принятия решений, подчеркивая их универсальность.

3. Имеется ряд аспектов, требующих более детального рассмотрения при организации расширенного внедрения предложенных автором программных решений. К таким аспектам, например, можно отнести организационно-правовые вопросы лицензирования кода; вопросы аудита кода из репозитория с открытым исходным кодом на предмет корректной реализации безопасного обмена данными и защиты информации.

Вместе с тем, указанные замечания не являются принципиальными, не снижают общей положительной оценки работы, ее научной и практической ценности, а отмеченные вопросы внедрения результатов диссертации выходят за рамки научной специальности.

В качестве пожелания и рекомендации для дальнейшего развития предложенных методов и моделей следует рассмотреть возможность ее применения в качестве подсистемы, интегрированной в информационное пространство ОДК.

Заключение

Диссертация Кузнецова Александра Андреевича на соискание ученой степени кандидата технических наук является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития теории и практики разработки программного обеспечения цифровых двойников корпоративных прикладных IT-платформ в сфере машиностроения.

Диссертация соответствует требованиям п.9 Положения ВАК о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор, Кузнецов Александр Андреевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей.

Диссертационная работа Кузнецова А.А. и отзыв обсуждены на заседании кафедры программных систем федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» (протокол № 3 от 20 октября 2023года).

Отзыв составил:

заведующий кафедрой программных систем

Самарского университета

доктор технических наук, доцент

Востокин Сергей Владимирович

Докторская диссертация защищена 19/10/2007 по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Даю согласие на обработку персональных данных.



Подпись Востокина С.В. удостоверяю.
Начальник отдела сопровождения деятельности
научных советов Самарского университета
Бояркина У.В. Бояркина У.В.
« 26 » октября 2023 г.

Адрес организации: 443086, г. Самара, ул. Московское шоссе, д. 34,

Телефон/факс (канцелярия): (846) 267-43-70

Адрес эл. почты: ssau@ssau.ru