



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное  
бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный  
университет»  
(ОГУ)

пр. Победы, д. 13, г. Оренбург, 460018  
Тел.: (3532) 77-67-78. Факс: (3532) 72-37-01.  
www.osu.ru, osu@osm.ru, osu@mail.osu.ru

№ 3388 от 31.10.2023

в № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

В диссертационный совет 24.2.479.07  
на базе ФГБОУ ВО «Уфимский  
университет науки и технологий»  
450008, г. Уфа, ул. К. Маркса, д. 12

## ОТЗЫВ

официального оппонента  
доктора технических наук, профессора Соловьева Николая Алексеевича  
на диссертационную работу 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 исследования

Предприятия, задействованные в разработке и производстве сложной наукоемкой продукции в рамках концепции INDUSTRY 4.0, имеют сложившуюся корпоративную информационную систему (КИС), реализуемую в виде интегрированных информационных систем различных классов: ERP, PLM, CAD, CAM, CAE, MES и др. Совместное производство продукции на территориально распределенных площадках привело к необходимости унификации программного обеспечения и подходов к его использованию в подразделениях отраслевых корпораций. Особого внимания заслуживает организация и применение единого информационного пространства (ЕИП) в процессе комплексного территориально-распределенного взаимодействия ВУЗа и предприятия на основе цифровых двойников (ЦД). Отсюда тема диссертационной работы Кузнецова А.А., посвященная проблеме создания цифрового двойника (ЦД) корпоративной прикладной IT-платформы, является своевременной и актуальной.

ВХОД. № 3295-13  
«16» 11 2023.

**Ключевые задачи диссертационного исследования:**

1 Разработка функциональной модели организации и применения единого информационного пространства (ЕИП) для комплексного территориально-распределенного взаимодействия вуза и производственного предприятия.

2 Разработка теоретико-множественной модели ЦД корпоративной прикладной IT-платформы для разработки сложных наукоёмких объектов.

3 Разработка метода создания и модернизации архитектуры ЦД КИС предприятия, реализующего согласованное развитие ЦД КИС и КИС предприятия.

4 Разработка архитектуры программного комплекса, реализующего методику управления знаниями на основе модельной гипотезы знаний и оценка эффективности предложенных технических решений.

**Научная новизна работы:**

1. Разработана функциональная модель организации и применения ЕИП, отличительной особенностью которой является использование ЦД КИС и СУЗ при комплексном территориально-распределенном взаимодействии вуза и предприятия, позволяющая устранить информационно-коммуникационные барьеры при решении актуальных производственных задач и при выполнении практико-ориентированной подготовки студентов.

2. Разработана теоретико-множественная модель ЦД корпоративной прикладной IT-платформы, позволяющая идентифицировать информационные объекты и связи между ними в исследуемой предметной области, что позволяет транслировать лучшие практики из научно-образовательной в производственную среду и обратно.

3. Разработан метод создания и модернизации архитектуры ЦД КИС, отличающийся тем, что основан на методологии TOGAF и положениях теории категорий, позволяющий формировать комплексное описание архитектуры ЦД КИС в текущем и целевом состояниях и обеспечивает согласованное развитие архитектур ЦД КИС и КИС предприятия.



4. Разработана архитектура программного комплекса управления знаниями, отличающаяся тем, что содержит программные модули для конструирования и создания рабочих процессов, позволяющих реализовать предложенную методику управления знаниями с учетом изменения бизнес-процессов.

5. Для подтверждения эффективности предложенной архитектуры СУЗ разработаны динамические модели с использованием свободно распространяемого программного средства Bizagi Modeler.

**Теоретическая значимость полученных автором результатов** заключается в разработанной модели организации и использования ЕИП с применением ЦД КИС; в теоретико-множественной модели ЦД корпоративной прикладной IT-платформы; в методе создания и модернизации архитектуры ЦД с применением методологии TOGAF и положений теории категорий.

**Практическая значимость** проведенных исследований и полученных в работе результатов заключается в использовании ЦД КИС предприятия при комплексном распределенном взаимодействии научно-образовательной и производственной среды; в программном комплексе исполнения рабочих процессов в системе управления знаниями для ЦД корпоративной прикладной IT-платформы комплексного взаимодействия ПАО «ОДК-УМПО» и ФГБОУ ВО «УУНиТ».

**Достоверность и новизна полученных результатов** подтверждается согласованностью полученных результатов с результатами других авторов и их публикацией в ведущих рецензируемых журналах, апробацией результатов исследования при решении ряда прикладных задач в ПАО «ОДК-УМПО» и ФГБОУ ВО «УУНиТ».

#### **Оценка структуры и содержания работы.**

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы и приложений. Работа выполнена на 160 страницах, содержит 50 рисунков, 5 таблиц, 6 приложений. Список использованной литературы содержит 110 наименований.

Приложения содержат акты внедрения, функциональные модели, дополнительные материалы и свидетельство о государственной регистрации программы ЭВМ.

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.

### **Соответствие паспорту специальности**

Результаты диссертационной работы соответствуют следующим 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».

Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. В теме диссертации заявлен «многоагентный цифровой двойник», а по тексту диссертации агентно-ориентированная парадигма построения архитектуры цифрового двойника не описана.

2. В первой главе целесообразно больше внимания уделить описанию существующих ЦД созданных в отечественных отраслях промышленности.

3. Во второй главе в рамках разработки функциональной модели организации и использования ЕИП в процессах комплексного территориально-распределённого взаимодействия ВУЗа и предприятия для преодоления организационных барьеров не доказана низкая эффективность использования механизма базовых кафедр.

4. Не ясно, какие условия импортозамещения использованы при разработке программной системы управления знаниями. Кроме того, при



разработке программного обеспечения системы управления знаниями предлагается использовать поисковик «elasticsearch» (стр. 89), однако в настоящий момент Elastic NV (Elasticsearch) прекратила продажи программного обеспечения в России (<https://habr.com/ru/news/658097/>). Можно ли заменить указанный поисковик аналогом?

5. Не совсем понятно, каким образом BPMN-модель, предназначенная для визуализации информационных процессов, использована для оценки временных измерений.

6. На рисунке 2 (стр. 25), 24 (стр. 88) представлена архитектура программного обеспечения, в которой компоненты ЦД в англоязычной транскрипции, что затрудняет понимание ключевых процессов. Ряд рисунков программного интерфейса (рис. 30-34 диссертации) плохо читаемы из-за мелкого текста.

7. Публикации 7 и 8 автореферата требуют перевода и затрудняют проверку их соответствия заявленной теме диссертационных исследований.

Вместе с тем, отмеченные недостатки не носят принципиального характера и не снижают высокой оценки представленной работы.

### **Заключение**

Диссертация Кузнецова Александра Андреевича, представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, является законченной научно-квалификационной работой, посвященной решению актуальных научных задач в области цифровой трансформации и построения цифровых двойников, результаты которой обладают существенной научной новизной и практической ценностью.

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

Официальный оппонент  
доктор технических наук, профессор,  
профессор кафедры программного  
обеспечения вычислительной техники  
и автоматизированных систем  
ФГБОУ ВО «Оренбургский  
государственный университет»



Соловьев Николай Алексеевич

Докторская диссертация защищена по специальности 20.02.12 – Военная кибернетика, системный анализ, исследование операций, моделирование боевых действий и систем военного назначения

Даю согласие на обработку персональных данных.

Адрес места работы: 460018, г. Оренбург, просп. Победы, д. 13  
Рабочий телефон: 8(3532) 37-25-54  
Адрес эл. почты: [povtas@mail.osu.ru](mailto:povtas@mail.osu.ru)

Подпись Соловьева Николая Алексеевича удостоверяю.  
Главный ученый секретарь – начальник отдела  
диссертационных советов



Фот А.П.