

ОТЗЫВ
официального оппонента

доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой вычислительной математики, механики и биомеханики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» Столбова Валерия Юрьевича
на диссертационную работу Беляковой Вероники Алексеевны на тему «Разработка моделей и алгоритмов совершенствования управления в высокотехнологичных производствах на основе агентно-сервисного и онтологического подходов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.4. Управление в организационных системах

Актуальность темы

В условиях всевозрастающих объемов информации и цифровизации промышленности в Российской Федерации особую важность приобретает создание перспективных систем управления высокотехнологичными производственными и испытательными комплексами. Используемые на практике подходы к автоматизации управления этими комплексами, базирующиеся в основном на известных классических разработках, нельзя в достаточной степени считать результативными при работе с динамичными, взаимосвязанными технологическими цепочками. В этой связи формирование интеллектуальных систем управления, основанных на интеграции агентно-сервисных методик, цифровых двойников и онтологических моделей, представляет существенный научно-практический интерес.

Диссертационное исследование Беляковой Вероники Алексеевны сконцентрировано на разрешении указанной проблемы через создание прогрессивных моделей и вычислительных процедур для управления высокотехнологичными производствами и исследовательскими комплексами.

Избранная автором цель диссертационного исследования, а именно: разработка теоретически обоснованных и практически применимых моделей и алгоритмов управления высокотехнологичными производствами на основе

интеграции агентно-сервисных технологий, цифровых двойников и онтологического моделирования – представляется важной и весьма значимой для теории и практики управления промышленными предприятиями, особенно в части управления производствами научноемкого цикла. Поэтому состав решаемых задач диссертационного исследования (проведен анализ современных систем управления производством и выявлены ограничения традиционных подходов; разработана концептуальная модель интегрированного управления на основе онтологического инжиниринга; создана архитектура агентно-сервисной платформы управления с типовыми шаблонами агентов; разработана методика внедрения предложенных решений с системой показателей эффективности; проведена апробация разработанных моделей на практике) вполне отвечает достижению поставленной в работе цели.

Оценка содержания работы

Диссертация В.А. Беляковой структурно включает введение, четыре содержательных раздела, заключительную часть, перечень библиографических источников и приложения.

Введение (4-16 с.) содержит мотивированное изложение ключевых компонентов: значимости тематики, целевых установок и научных проблем, задействованных методик, новизны и прикладной ценности достигнутых результатов, информации о публикационной активности, а также апробации работы и защищаемых положений.

Первая глава исследования (17-51 с.) содержит развернутое рассмотрение актуальных систем производственного управления, идентифицированы рамки применимости устоявшихся методик в контексте цифровой модернизации. Выполнено сопоставительное исследование классических (SCADA/MES) и прогрессивных (агентно-ориентированных, цифровых двойников) управлеченческих комплексов.

Вторая глава (52-84 с.) посвящена концептуальным основам построения интегрированной системы управления производствами

повышенной технологичности. Сформирована авторская модель, интегрирующая агентно-сервисные технологии, цифровые двойники и семантические модели. Представлены формализованные описания агентов, протоколы их кооперации и критериальные зависимости для оценивания результативности системы.

Третья глава (85-98 с.) содержит комплексный методический инструментарий внедрения разработанных моделей, охватывающий стадии онтологического моделирования, развертывания агентных комплексов и оценивания их эффективности. Приведены конкретные метрические показатели и итоги опытной проверки.

Четвертая глава (99-139 с.) демонстрирует результаты практического воплощения разработанных моделей на платформе цифровых двойников с использованием агентного моделирования и онтологического инжиниринга. Показана результативность и масштабируемость предложенных решений на примерах системы управления испытательным комплексом и хранилища данных цифровых двойников химических материалов.

В заключении, содержащем основные выводы и результаты работы, показано, что для современного решения задач управления высокотехнологичными производствами необходимо внедрение гибких и масштабируемых решений, основанных на агентном взаимодействии и онтологическом инжиниринге, объединяющем производственные процессы в единое семантическое пространство для повышения согласованности агентов-сервисов. Именно для этого автором разработаны и внедрены концептуальная модель интегрированного управления, обеспечивающая сквозную координацию между стратегическим планированием, оперативным управлением и физическим уровнем производства за счет интеграции агентно-сервисной архитектуры с онтологическим ядром и цифровыми двойниками; многоуровневая методика онтологического моделирования, формализующая знания о производственных системах через единство ресурсных, процессных и управлеченческих аспектов; архитектура цифровых

двойников с предиктивной компонентой, сочетающая физические модели оборудования с алгоритмами машинного обучения, а также агентно-сервисная платформа управления с библиотекой типовых шаблонов агентов (регуляторы, аналитики, координаторы), реализующая децентрализованное принятие решений.

Следует констатировать, что все представленные в работе математические соотношения и вычислительные процедуры методологически корректны.

Итоги и результаты проведенного изыскания свидетельствуют о выполнении соискателем целостного и законченного научного исследования, характеризующегося новизной и практической ценностью.

Научная новизна, достоверность и обоснованность результатов диссертационного исследования

В диссертационной работе обоснована потребность в усовершенствовании управления производствами высокой технологичности и созданы модели и вычислительные процедуры, позволяющие увеличить гибкость, адаптивность и производительность управляемых систем.

Положения, разработки и результаты диссертационного исследования автора характеризуются существенной степенью новизны:

1. Создана оригинальная авторская концептуальная модель интегрированного управления высокотехнологичными производствами, основанная на синтезе агентно-сервисной архитектуры, цифровых двойников и онтологического моделирования.
2. Впервые разработан методический аппарат онтологического моделирования производственных систем с иерархической структурой, объединяющей ресурсные, процессные и управляемые компоненты.
3. Предложена усовершенствованная архитектура цифровых двойников для объектов высокотехнологичных производств, базирующаяся на разработанном в диссертации комбинированном подходе.

4. Сформирована агентно-сервисная управленческая платформа с трехъярусной организацией и специализированными шаблонами агентов.

Аргументированность и доказательность научных положений и результатов диссертации обусловлены грамотным применением методов компьютерного и имитационного моделирования, использованием аппарата математического анализа, теории управления, теории агентных систем и онтологического инжиниринга.

Кроме этого, достоверность и доказательность результатов диссертационного исследования подтверждаются актами внедрения и заключениями о практическом использовании научных положений и разработок, представленными в приложении к диссертации, а также свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Практическая ценность диссертационного труда

Полученные автором результаты и выводы, разработанные в диссертации модели, алгоритмы и рекомендации способствуют повышению качества и обоснованности подготовки и принятия управленческих решений по вопросам внедрения интеллектуальных управленческих систем на промышленных предприятиях высокотехнологичного цикла. Разработанный математический и программный инструментарий прошел апробацию в системе управления испытательным комплексом для цифровых измерительных трансформаторов и в системе управления хранилищем данных цифровых двойников химических материалов.

Апробация работы и публикации по теме исследования

Ключевые научные результаты диссертационного изыскания в достаточной мере представлены в рецензируемых научных изданиях из Перечня, рекомендованного ВАК РФ (5 научных статей и 4 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ). Практическое применение прошло апробацию на различных всероссийских и международных научных конференциях, их перечень приведен во введении к работе. Суммарное

количество публикаций по тематике исследования достигает 28 наименований.

Содержание автореферата достаточно полно отражает выполненное автором научное исследование.

Замечания

1. Анализ моделей управления высокотехнологичными производствами было бы интересно дополнить количественными оценками о том, на каких отечественных и зарубежных предприятиях используются рассмотренные традиционные и инновационные решения.
2. Представленный в главе 2 математический аппарат концептуального базиса интегрированного управления мог бы быть дополнен таблицей весовых коэффициентов по различным отраслям предприятий высокотехнологичного цикла.
3. Что понимается под «оптимизацией онтологического моделирования» (глава 3, с.88-89)? Надо пояснить за счет чего были улучшены показатели эффективности использования информации в предлагаемой системе управления.
4. При описании практической реализации (глава 4) представляло бы интерес более детальное рассмотрение организационных аспектов внедрения разработанных решений на промышленных площадках.
5. При описании программной реализации физико-механических моделей, приведенных в главе 4 при построении цифровых двойников, было бы целесообразно указать версии использованного программного обеспечения и доступность его в открытом доступе.
6. В тексте работы встречаются отдельные тавтологии и небольшое количество опечаток (например, на с. 24-26, с. 58-60, с.112-114).

Отмеченные замечания имеют в основном уточняющий и рекомендательный характер и существенно не влияют на общую положительную оценку диссертационного исследования. Считаю, что

диссертационная работа Беляковой В.А. вносит значимый научный вклад в развитие теории и практики управления организационными системами.

Общий вывод

Диссертационная работа Беляковой Вероники Алексеевны представляет собой завершенное научное исследование, содержащее решение важной научно-практической задачи – усовершенствование управления высокотехнологичными производствами на базе интеграции современных цифровых технологий. Все обозначенные автором задачи диссертационного исследования успешно решены.

В целом, диссертационная работа Беляковой В.А. в полной мере соответствует критериям Положения ВАК РФ (пп. 9, 10, 11, 13, 14) о порядке присуждения ученых степеней, а Белякова В.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.4 – Управление в организационных системах.

Доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой
вычислительной математики,
механики и биомеханики
ФГАОУ ВО «Пермский
национальный
исследовательский политехнический
университет»



Валерий Юрьевич Столбов

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук защищена по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого тела».

Сведения об организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Адрес: 614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29

Телефон: +7 (342) 239-15-64

E-mail: Valeriy.stolbov@gmail.com

Сайт организации: pstu.ru

«08» декабря 2025 года

Подпись Столбов В.Ю. удостоверяю



Ученый секретарь
Ученого совета ПНИПУ

В.И. Макаревич

20

С ознакомлением
Столбов В.Ю. 11.12.2025г.