



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ФГБУН Института проблем
управления им. В.А. Трапезникова РАН
Д.т.н., член-корреспондент РАН

Д.А. Новиков

« 11 » ноября 2021 г.

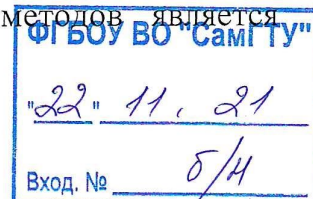
ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН (ИПУ РАН), г. Москва
на диссертационную работу Жиляева Алексея Александровича
«Методы и средства построения «цифровых двойников» процессов управления предприятиями на основе онтологий и мультиагентных технологий»,
представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации (технические науки)

Актуальность для науки и практики

Стремительная конвергенция кибер-физических систем и интеллектуальных систем поддержки принятия решений привела в последнее время к появлению целого спектра трактовок нового понятия «умного цифрового двойника» (Adaptive Digital Twin, Smart Digital Twin, Cognitive Digital Twin), интегрирующего различные передовые информационные технологии для управления сложными техническими объектами в реальном времени.

В работе Жиляева А.А. понятие «цифрового двойника» (ЦД) расширяется на область процессов управления предприятиями, охватывая весь цикл оперативного распределения, планирования и контроля использования ресурсов в синхронизации с работой предприятия через мобильные устройства и датчики. Решение поставленной задачи с помощью классических методов является



затруднительным в виду растущей размерности задачи и необходимости учёта специфичных для предметной области каждого предприятия индивидуальных особенностей, предпочтений и ограничений.

Сложность и трудоемкость разработки такого рода систем, интегрирующих кибер-физические системы, традиционные информационно-управленческие системы класса управления ресурсами (Enterprise Resource Planning (ERP)) и интеллектуальные системы принятия решений по управлению ресурсами непрерывно растет, что делает процесс разработки весьма длительным и дорогим. Необходимо заметить, что задача RCPSP (Resource Constraint Project Scheduling Problem), которая находится в основании задач управления ресурсами, является NP-трудной в сильном смысле.

В этой связи в работе ставится актуальная задача разработки методов и средств создания ЦД процессов управления предприятиями (ЦД предприятий), которые позволят создавать рассматриваемые системы быстрее и дешевле.

Для реализации ЦД предприятий в работе предложено использование онтологий и мультиагентных технологий, которые позволяют не только повысить оперативность управления по сравнению с традиционными ERP системами, но и автоматизировать процессы разработки ЦД, а также дать конечным пользователям возможность настраивать логику принятия решений агентами на специфику предметной области и особенности работы конкретного предприятия.

Жиляев А.А. провёл анализ публикаций по исследуемым вопросам, структурировал и систематизировал известные методы решения, обосновал отличия и новизну предлагаемого метода.

Проведённые автором аналитические исследования, разработки методов и средств, а также практические разработки были успешно доведены до внедрений.

Основные научные результаты и их значимость для науки и производства

Новизна исследований, представленных в работе, заключается в разработке методов и средств, позволяющих создать унифицированную мультиагентную систему, настраиваемую с помощью онтологических моделей предприятий.

Этот подход позволил разработать инструментальный комплекс и методику построения ЦД предприятий, которые позволяют существенно сократить сложность, стоимость и сроки создания ЦД предприятий.

Новыми в работе являются следующие результаты:

1. Предложена методика построения ЦД предприятий в виде ИКФС, синхронизируемых с реальным предприятием по событиям в реальном времени, позволяющая повысить оперативность управления и сократить сроки создания ЦД.
2. Разработана базовая онтология управления ресурсами для создания онтологических моделей предприятий, позволяющих настраивать ЦД на специфику производственного предприятия без перепрограммирования.
3. Модернизирована модель ПВ-сети за счет введения новых классов онтологически-настраиваемых агентов и методов (протоколов) их взаимодействия для автоматизации процессов создания ЦД предприятий.
4. Разработаны инструментальные средства построения ЦД предприятий позволяющие создавать и развивать ЦД пользователями-непрограммистами.
5. На основе разработанного инструментального комплекса впервые созданы прикладные ЦД для различных предприятий.

Разработанные методы и средства были апробированы при создании ЦД для управления предприятиями машиностроения и ряда других применений.

Все это позволяет сделать вывод о том, что диссертационная работа содержит новые подходы к решению поставленных задач.

Практическое значение результатов определяется следующим:

Полученные Жилиевым А.А. научные результаты имеют практическую значимость и позволяют:

- 1) решить сложные задачи управления ресурсами предприятий, в частности задачи управления сборкой самолетов и электромобилей, бурением скважин, целевым применением группировки космических аппаратов и выращиванием посевов сельскохозяйственных культур;

2) снизить трудоемкость, стоимость и сроки разработки и эксплуатации ЦД предприятий;

3) обеспечить открытость создаваемых ЦД процессов управления предприятиями за счет расширения предметных онтологий и модификации онтологических моделей предприятий;

4) повысить оперативность, гибкость и эффективность управления ресурсами, снизить риск возникновения ошибок, связанных с человеческим фактором;

5) повысить коэффициент использования программных компонент при разработке новых ЦД процессов управления предприятиями.

Результаты работы использованы при проектировании, разработке и внедрении интеллектуальных систем управления производством самолета МС-21 в ПАО «Иркут» (г. Иркутск), сборкой грузовых электромобилей с применением робототехнических комплексов для компании «ТРА» (г. Санкт-Петербург), группировкой космических аппаратов для предприятия «СТТ Групп», бурением нефтяных скважин для компании «Газпромнефть-Ямал» (г. Тюмень), а также сельскохозяйственным предприятием точного земледелия на основе ЦД посевов растений для ОАО «Рассвет» (Ростовская область).

Результаты использованы в проектах Минобрнауки РФ:

1) Проект 14.576.21.0012 «Разработка интеллектуальной сервис-ориентированной платформы и технологии динамического планирования задач на малых космических аппаратах для предоставления услуг по запросу пользователей в реальном времени», уникальный ID номер RFMEFI57614X0012, выполненному в ООО "Научно-производственная компания "Разумные решения",

2) Проект 075-15-2019-1691 «Разработка принципов построения и моделей, методов и средств функционирования интеллектуальной кибер-физической системы для управления сельскохозяйственным предприятием точного земледелия на основе цифрового двойника растений, уникальный ID номер RFMEFI60419X0224, выполненному в ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет».

Результаты работы используются в учебном процессе Самарского университета в курсе «Современные технологии навигации и управления в космосе» для подготовки магистров по направлению 24.04.01.

Предложенные методы и средства создания ЦД предприятий развивают актуальное направление, целью которого является повышение оперативности и эффективности управления ресурсами в реальном времени.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Рекомендуется использование результатов диссертационной работы Жилиева А.А. при проектировании, разработке и внедрении интеллектуальных систем управления ресурсами на дискретных производствах.

Полагаем целесообразным интегрировать разработанный инструментальный комплекс с цифровыми платформами Интернета вещей и развивать его функциональные возможности, например, в части сочетания сервисов планирования и прогнозирования.

Рекомендуется применять разработанные методы и средства в учебных заведениях, ведущих подготовку специалистов по управлению предприятиями, онтологиям и базам знаний, системам управления знаниями, искусственному интеллекту и смежным специальностям.

Замечания к работе:

По содержанию работы могут быть сделаны следующие замечания:

1. В предлагаемом в работе определении цифрового двойника процессов управления предприятием следует уточнить, что речь идет об объединении возможностей кибер-физических систем и интеллектуальных систем принятия решений по управлению ресурсами в реальном времени, создаваемых на основе онтологий и баз знаний, интегрируемых с цифровыми платформами Интернета вещей.
2. В обосновании выбора мультиагентных технологий для решения сложных задач для планирования и оптимизации ресурсов автор ссылается на ключевые публикации по виртуальному рынку агентов, где доказывается возможность получения оптимума в задачах о назначениях, полученные в

2009-2010 гг. Целесообразно включить в обзор более современные результаты для различного типа NP-полных задач.

3. Не проведен анализ современных методов решения NP-трудной в сильном смысле проблемы RCPSP. Как отмечалось выше, данная проблема лежит в основании задач управления ресурсами.
4. В работе следует точно указать область применения разработанных методов и средств, пригодных, в первую очередь, в задачах дискретного малосерийного производства сложных изделий по индивидуальным заказам. Необходимо показать возможность перераспределения ресурсов между операциями заказов, что, например, не всегда применимо для различных схем конвейерной сборки на одной главной поточной линии.

Заключение

Диссертационная работа Жилиева А.А. представляет собой законченное научное исследование, содержащее решение актуальной задачи по созданию цифровых двойников процессов управления предприятиями на основе онтологий и мультиагентных технологий. На основе разработанных методов и средств, при непосредственном участии автора, созданы цифровые двойники предприятий, которые успешно применяются на ряде предприятий.

Отмеченные недостатки не снижают практической значимости выполненных Жилиевым А.А. исследований, а полученные в диссертации результаты соответствуют поставленным целям.

Аннотации и опубликованные работы отражают все основные положения диссертации. Научные и практические результаты диссертации представлены в достаточном количестве опубликованных работ (результаты опубликованы в 20 научных работах, из них 5 – в журналах, рекомендованных ВАК, 6 – в изданиях, индексируемых в Scopus, 9 работ – в трудах международных и всероссийских конференций), имеется 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. Все основные положения диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях, внесенных в Перечень журналов и изданий, утвержденных Высшей аттестационной комиссией.

В диссертации обозначен вклад автора в разработку проблемы в работах, опубликованных коллективно с соавторами.

Диссертационная работа соответствует требованиям, установленным Положением о порядке присуждения учёных степеней, утверждённом Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, соответствует специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации (технические науки), а её автор **Жилев Алексей Александрович** заслуживает **присуждения ему учёной степени кандидата технических наук.**

Отзыв на диссертацию и автореферат был обсуждён и одобрен на семинаре ФГБУН Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, который был проведен 8 ноября 2021 г.

Главный научный сотрудник,
И.о. Заведующего лабораторией «Теории
расписаний и дискретной оптимизации»,
доктор физико-математических наук,
профессор

Лазарев Александр Алексеевич

Специальность, по которой защищалась диссертация:

01.01.09 – «Дискретная математика и математическая кибернетика» (2007 г.)

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова Российской академии наук (ИПУ РАН)

Адрес: 117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 65

Телефон: +7 (495) 334-89-10

Адрес электронной почты: dan@ipu.ru

Сайт: <http://www.ipu.ru/>



Подпись Лазарева А.А.
ЗАВЕРЯЮ
ВЕД. ИНЖЕНЕР
ВООКЩЕНОВА Н.С.

С отзывом ознакомлен

23.11.21  Жилев А.А.