

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.377.02
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 14.12.2021 г. № 13

О присуждении Жилияеву Алексею Александровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методы и средства построения «цифровых двойников» процессов управления предприятиями на основе онтологий и мультиагентных технологий» по специальности 2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации принята к защите 6 октября 2021 г., протокол № 8, диссертационным советом 24.2.377.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, приказом Минобрнауки России №714/нк от 02.11.2012 г.

Соискатель, Жилияев Алексей Александрович, 1992 года рождения, в 2014 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)» по специальности «Автоматизированные системы обработки информации и управления». В период подготовки диссертации (с 2014 по 2018 гг.) Жилияев Алексей Александрович обучался в очной аспирантуре федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», в настоящее время работает инженером-программистом в ООО «Робитех» (г. Самара) и с 2020 г. инженером на кафедре «Вычислительная техника» федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» Минобрнауки Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре «Конструкция и проектирование летательных аппаратов» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева» и кафедре «Электронные системы и информационная безопасность» федерального государственного бюд-

жетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет».

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Скобелев Петр Олегович, заведующий кафедрой «Электронные системы и информационная безопасность» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» Минобрнауки Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

Граничин Олег Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры системного программирования математико-механического факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»; Шишкин Вадим Викторович, кандидат технических наук, доцент, директор института авиационных технологий и управления федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ульяновский государственный технический университет» дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН (ИПУ РАН), г. Москва, в своем положительном заключении, подписанным Лазаревым Александром Алексеевичем, доктором физико-математических наук, профессором, главным научным сотрудником, исполняющим обязанности заведующего лабораторией «Теории расписаний и дискретной оптимизации», и утвержденным Новиковым Дмитрием Александровичем, доктором технических наук, членом-корреспондентом РАН, директором ИПУ РАН, указала, что диссертация представляет собой законченное научное исследование, содержащее решение актуальной задачи по созданию цифровых двойников (ЦД) 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. Диссертационная работа соответствует требованиям, установленным Положением о порядке присуждения учёных степеней, соответствует специальности 2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации, а её автор, Жилияев А. А., заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук. Заключение содержит замечания: следует уточнить предлагаемое определение цифрового двойника процессов управления предприятием; целесообразно включить в обзор более современные результаты исследований для различного типа NP-полных задач; провести анализ современных методов решения NP-трудной в сильном смысле проблемы RCPSР; точно указать область применения разработанных методов и средств, показав важность возможности перераспреде-

ления ресурсов между заказами, что, например, не всегда применимо для различных схем конвейерной сборки.

Соискатель имеет 20 опубликованных работ по теме диссертации, из них 5 – в журналах, рекомендованных ВАК, 6 – в изданиях, индексируемых в Scopus, 9 работ – в трудах международных и всероссийских конференций; имеется также 2 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ. Опубликованные работы отражают все основные положения диссертации. Лично автору во всех работах принадлежит 3,39 п.л. В работах, опубликованных в соавторстве, соискатель принимал равное участие в постановке задачи и программной реализации, ему лично принадлежит анализ и формализация задачи, разработка методов и алгоритмов решений, проведение исследований и их анализ.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Жилияев, А.А. Планирование целевого применения группировки космических аппаратов дистанционного зондирования Земли с использованием мультиагентных технологий / П.О. Скобелев, В.К. Скимунт, Е.В. Симонова, А.А. Жилияев, В.С. Травин // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2015. – № 10 (171). – С. 60-70 (авт.вклад 0,14 п.л.).

2. Zhilyaev, A.A. Application of Multi-agent Technology in the Scheduling System of Swarm of Earth Remote Sensing Satellites / P.O. Skobelev, E. V. Simonova, A.A. Zhilyaev, V.S. Travin // Procedia Computer Science. – 2017. – Vol. 103. – P. 396-402 (авт.вклад 0,11 п.л.).

3. Жилияев, А.А. Онтологии как инструмент создания открытых мультиагентных систем управления ресурсами / А.А. Жилияев // Онтология проектирования. – 2019. – Т.9, № 2(32). – С 261-281 (авт.вклад 1,31 п.л.).

4. Zhilyaev, A.A. Development of models and methods for creating a digital twin of plant within the cyber-physical system for precision farming management / P. Skobelev, I. Mayorov, E. Simonova, O. Goryanin, A. Zhilyaev, A. Tabachinskiy, V. Yalovenko // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – Vol. 1703 – P. 1-18 (авт.вклад 0,16 п.л.).

На диссертацию и автореферат поступили отзывы официальных оппонентов. В положительном отзыве официального оппонента Граничина О.Н., указывается на необходимость описания принципов выбора функций удовлетворенности и бонусов и штрафов агентов и применяемых в протоколах переговоров агентов правил, позволяющих сократить пространство поиска решений; приведенная оценка качества построенного плана недостаточно показательна с точки зрения размерности решаемой задачи, а сами результаты сравниваются с комбинаторным поиском, не обладающим необходимыми для построения ЦД предприятий свойствами.

В положительном отзыве официального оппонента Шишкина В.В., отмечено, что было бы целесообразно конкретизировать область применения предлагаемых

методов и средств построения ЦД предприятий; не приведено детальное сравнение возможностей предложенных ЦД предприятий в виде интеллектуальных кибер-физических систем с возможностями ERP / MES / APS систем, использующихся для управления производством; отмечается недостаточно полное отражение вопросов интеграции разрабатываемых ЦД предприятий в контур управления предприятиями.

На автореферат диссертации поступило 7 отзывов от:

д.ф-м.н., в.н.с. лаборатории физики высоких энергий ФГБУН Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук А. В. Леонидова (г. Москва); к.т.н., доцента кафедры вычислительной техники ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет “ЛЭТИ” им. В.И. Ульянова (Ленина) М. Г. Пантелеева (г. Санкт-Петербург); д.ф-м.н., член-корреспондента РАН, проф. А. Г. Ченцова, г.н.с. отдела управляемых систем ФГБУН Институт математики и механики им. Н. Н. Красовского Уральского отделения РАН (г. Екатеринбург); академика РАН, д.т.н., проф. Н. А. Кузнецова, ФГБУН Институт радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова РАН (г. Москва); д.т.н., проф. В. А. Сухомлина, проф. кафедры информационной безопасности факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ им. М. В. Ломоносова (г. Москва); академика РАН, д.т.н., проф. И. А. Каляева, научного руководителя направления, г.н.с. НИИ многопроцессорных вычислительных систем и д.т.н., заведующего лабораторией НИИ многопроцессорных вычислительных систем С. Г. Капустяна, ФГАОУ ВО Южный федеральный университет (г. Ростов-на-Дону); д.т.н., профессора А.М. Бессарабова, заведующего учебно-научным центром «CALS-химия» НИЦ «Курчатовский институт» – ИРЕА (г. Москва).

Все отзывы положительные, отмечают актуальность темы диссертации, научную новизну и практическую значимость основных положений работы. В замечаниях указано на необходимость сопоставления рассматриваемых классов агентов с известными в теории интеллектуальных агентов классами когнитивных архитектур; отсутствие теоретически доказанных оценок, гарантирующих качество и эффективность приближенного эвристического решения рассматриваемых NP-трудных задач; отсутствие перечня международных и национальных стандартов цифровых двойников, которым могут удовлетворять созданные по предложенной технологии двойники; недостаточное раскрытие механизма автоматической двусторонней связи двойника и физического актива. Остальные замечания связаны с ограниченным объемом автореферата, а комментарии на них отражены в тексте диссертации.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой компетентностью в области системного анализа, управления и обработки информации, что подтверждается публикациями в научных изданиях в сфере исследования соискателя.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана базовая онтология управления ресурсами, позволяющая создавать прикладные онтологии и строить на их основе онтологические модели, пригодные для настройки ЦД на специфику работы предприятий;

предложена методика создания ЦД предприятий в виде интеллектуальных кибер-физических систем, построенных на основе онтологий и мультиагентных технологий и синхронизируемых с процессами управления реальными предприятиями по событиям в реальном времени;

доказано, что новые классы агентов сети потребностей и возможностей (ПВ-сети) и протоколы их взаимодействия, настраиваемые на онтологические модели предприятий, позволяют наращивать число учитываемых ограничений в ходе применения ЦД предприятий (без перепрограммирования);

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс существующих методов исследования, включая теорию расписаний, принципы и методы системного анализа, метод сопряженных взаимодействий в ПВ-сетях, методы исследования операций и дискретной оптимизации, теорию множеств, методы формализованного представления знаний и построения онтологий для поддержки принятия решений по управлению ресурсами;

изложены основные особенности задачи управления производственными ресурсами предприятий, требования, предъявляемые к разрабатываемым методам представления знаний и построения расписаний в реальном времени, набор понятий и отношений базовой онтологии управления, достаточный для описания факторов, принимаемых во внимание в процессах управления ресурсами предприятий и, в тоже время, допускающий интерпретацию созданных на его основе прикладных онтологических моделей предприятий унифицированной мультиагентной системой;

изучена задача поиска баланса интересов (консенсуса) программных агентов ЦД предприятия для реакции на непредвиденные события, нарушающие планы, в реальном времени;

проведена модернизация концепции ПВ-сети, предложены новые классы онтологически-настраиваемых агентов, на основе которых становится возможным строить онтологически-настраиваемые ЦД предприятий.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработан комплекс инструментальных средств для автоматизации процесса создания программных компонент ЦД предприятий на основе онтологий и мультиагентных технологий;

разработаны и внедрены ЦД процессов управления, реализованные в виде интеллектуальных кибер-физических систем управления, для предприятий по производству самолета МС-21 в ПАО «Иркут» (г. Иркутск), сборке грузовых электромобилей с применением робототехнических комплексов для компании «ТРА» (г. Санкт-Петербург), эксплуатации группировки космических аппаратов для предприятия «СТТ Групп», бурению нефтяных скважин для компании «Газпромнефть-Ямал» (г. Тюмень), а также точного земледелия на основе ЦД посевов растений для ОАО «Рассвет» (Ростовская область).

Результаты работы используются в учебном процессе Самарского национального исследовательского университета имени академика С. П. Королева в курсе «Современные технологии навигации и управления в космосе» для подготовки магистров по направлению 24.04.01;

определены экспериментальным путем преимущества использования предложенной методики построения ЦД предприятий в виде существенного сокращения трудоемкости, сроков и стоимости их разработки.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

методика построена с использованием существующих подходов к системному анализу процессов управления предприятиями в рассматриваемых областях применения, подтверждается непротиворечивостью предложенных математических моделей и методов решения, сопоставлением классических и разработанных методов и средств построения ЦД на модельных и реальных данных, сравнением результатов моделирования с результатами, полученными квалифицированными специалистами промышленных предприятий;

идея базируется на обобщении передового опыта разработок в области цифровых двойников, интеллектуальных и кибер-физических систем, онтологий, баз знаний и мультиагентных технологий и результатов практических работ по решению сложных задач управления целевым применением космических аппаратов, сборкой самолетов и электромобилей, бурением нефтяных скважин, выращивания посевов растений;

использованы представительные выборки данных для решения задач управления производственными ресурсами в широком диапазоне указанных выше практических применений;

установлено, что в ходе применения разработанных методов и средств обеспечивается сокращение трудоемкости, стоимости и сроков разработки систем рассматриваемого класса в 3 - 4 раза по сравнению с затратами на построение таких систем без использования созданного инструментального комплекса.

Личный вклад соискателя состоит в решении научных и технических задач на всех этапах выполнения диссертационного исследования, включая постановку и формализацию задачи построения ЦД предприятий, разработку новых моделей, методов и алгоритмов, определение функций и архитектуры и реализацию инст-

рументального комплекса программным средств и построения целого ряда ЦД предприятий; лично ему принадлежат: создание базовой онтологии управления ресурсами, модификация модели ПВ-сети за счет введения новых классов онтологически-настраиваемых агентов и протоколов их взаимодействия, обеспечивающих решение задачи поиска балансов интересов (консенсуса) агентов при возникновении событий рассогласования состояния ЦД и процессов управления реальным предприятием, разработка функций и архитектуры инструментального комплекса для автоматизации процесса создания ЦД предприятий на основе онтологий и мультиагентных технологий, разработка унифицированного мультиагентного модуля управления ресурсами предприятий; подготовка исходных данных и проведение экспериментов; анализ результатов, а также подготовка публикаций по теме диссертации.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: недостаточно полно раскрыта субоптимальность получаемых решений и вопросы интеграции разрабатываемых ЦД предприятий с информационными системами предприятиями.

Соискатель, Жилиев А. А., ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании № 13 от 14 декабря 2021 года диссертационный совет принял решение присудить Жилиеву Алексею Александровичу учёную степень кандидата технических наук по специальности 2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации за новые научно обоснованные технические решения и разработки в области «цифровых двойников» предприятий, имеющие существенное значение для развития страны.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 9 докторов наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящего в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 19, против 0.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Радченко
Владимир Павлович

Зотеев
Владимир Евгеньевич

14 декабря 2021 г.