

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.377.02,
СОЗДАННОГО 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 ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 01.06.2023 г. № 6

О присуждении Галузину Владимиру Андреевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методы и средства согласованного планирования разделяемых ресурсов для цифровых платформ управления орбитальными группировками дистанционного зондирования Земли» по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика принята к защите 23.03.2023 г. (протокол заседания № 4) диссертационным советом 24.2.377.02, созданным на базе ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» Минобрнауки РФ, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, состав которого утвержден приказом Минобрнауки РФ №714/нк от 02.11.2012 г.

Соискатель Галузин Владимир Андреевич, 12 ноября 1995 года рождения, в 2019 году с отличием окончил магистратуру ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» по направлению «Информатика и вычислительная техника». В период подготовки диссертации (с 2019 по 2023 гг.) Галузин Владимир Андреевич обучался в очной аспирантуре ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика, работал с 2016 по 2021 год в Обществе с ограниченной ответственностью «Научно-производственная компания «Интеллектуальные транспортные системы» в должности программиста. С 2021 года и по настоящее время работает программистом в Непубличном акционерном обществе «Группа компаний «Генезис знаний», а также с 2022 года – младшим научным сотрудником на кафедре «Электронные системы и информационная безопасность» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» Минобрнауки РФ.

Диссертация «Методы и средства согласованного планирования разделяемых ресурсов для цифровых платформ управления орбитальными группировками дистанционного зондирования Земли» выполнена на кафедре «Электронные системы и информационная безопасность» федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» Минобрнауки РФ.

Научный руководитель – Скобелев Петр Олегович, доктор технических наук, профессор кафедры «Вычислительная техника» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» Минобрнауки РФ.

Официальные оппоненты:

Городецкий Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник АО «Эврика», (г. Санкт-Петербург); Москвитин Алексей Эдуардович, доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник НИИ «Фотон» ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина», (г. Рязань) 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, заведующим лабораторией «Теории расписаний и дискретной оптимизации», и утвержденным Новиковым Дмитрием Александровичем, доктором технических наук, академиком РАН, директором ИПУ РАН, указала, что диссертация представляет собой законченное научное исследование, содержащее решение актуальной задачи разработки новых методов и средств согласованного планирования разделяемых ресурсов в цифровых платформах управления орбитальными группировками малых космических аппаратов дистанционного зондирования Земли. На основе результатов диссертационного исследования, при непосредственном участии автора, созданы сервис согласованного планирования и прототип цифровой платформы для решения задач управления ресурсами группировки малых космических аппаратов, которые успешно применяются на двух промышленных предприятиях. Диссертационная работа соответствует требованиям, установленным Положением о присуждении учёных степеней, соответствует специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика, а её автор, Галузин Владимир Андреевич, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук. Заключение содержит

замечания: целесообразно включить в обзор работы, посвящённые применению методов решения NP-трудной в сильном смысле проблемы RCPSP, а также работы, посвященные планированию аэрофотосъемки при помощи БПЛА; в работе недостаточно детально проработана задача и функции агента района наблюдения; не рассматривается динамическое объединение операций съемки близкорасположенных районов интереса; в работе не раскрыт механизм взаимодействия сервиса планирования цифровой платформы и аппаратов орбитальной группировки; целесообразно провести сравнение получаемых результатов с результатами, которые могут быть получены в промышленном пакете CPLEX.

Соискатель имеет 17 опубликованных работ по теме диссертации, из них 4 – в журналах, рекомендованных ВАК, 8 – в изданиях, индексируемых в Scopus, 5 работ – в трудах международных и всероссийских конференций; имеется также 3 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ. Опубликованные работы отражают все основные положения диссертации. Лично автору во всех работах принадлежит 3,81 п.л. В работах, опубликованных в соавторстве, соискатель принимал равное участие в постановке задачи и программной реализации, ему лично принадлежит анализ требований и постановка задачи, выбор и обоснование подхода к решению задачи, разработка моделей, методов и алгоритмов принятия решений, реализация разработанного метода, проведение экспериментальных исследований и формулировка выводов.

Наиболее значимые работы Галузина В.А. по теме диссертации:

1. Галузин, В.А. Обзор современных методов планирования работы перспективных космических систем / В.А. Галузин, А.Ю. Кутоманов, М.М. Матюшин, П.О. Скобелев // Мехатроника, автоматизация, управление. 2020;21(11): С. 639-650. (Авт.вклад 0,34 п.л.)

2. Галузин, В.А. Разработка моделей, методов и средств создания цифровой платформы согласованного планирования целевого применения гетерогенных группировок малых космических аппаратов дистанционного зондирования земли / В.А. Галузин // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Технические науки». 2022. Т. 30. №1, С. 20-45. (Авт.вклад 1,63 п.л.)

3. Galuzin, V. Multi-agent Planning System for Target Application of Earth Remote Sensing Space Systems for Solving Precision Farming Tasks / P. Skobelev, V. Travin, E. Simonova, D. Mishutin, V. Galuzin, A. Galitskaya // In Proceedings of the 11th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART 2019) – Vol. 2, P. 647-654. (Авт.вклад 0,07 п.л.)

4. Galuzin, V. Swarm of Satellites: Implementation and Experimental Study of Multi-Agent Solution for Adaptive Scheduling of Large-Scale Space Observation Systems / P. Skobelev, E. Simonova, V. Galuzin, A. Galitskaya, V. Travin // Advances in Practical Applications of Agents, Multi-Agent Systems, and Social Good. The PAAMS Collection. PAAMS 2021. Lecture Notes in Computer Science, vol 12946. Springer, Cham. P. 267-278 (Авт.вклад 0,15 п.л.)

На диссертацию и автореферат поступили отзывы официальных оппонентов. В положительном отзыве Городецкого В.И. указывается на необходимость проведения дополнительного исследования масштабируемости предложенного алгоритмического базиса на перспективных характеристиках систем ДЗЗ; отмечается, что на допустимое разрешение получаемых снимков должны накладываться ограничения как снизу, так и сверху; следует использовать вместо термина «разделяемый ресурс» термин «общедоступный ресурс»; отмечается, что результаты, выносимые на защиту, имеют разные научный и прикладной вес, некоторые из них имеют скорее квалификационное значение для диссертанта, чем научную новизну; следует уточнить приведенное в диссертации определение агента.

В положительном отзыве Москвитина А.Э. отмечено, что в работе не приведены детальные алгоритмы расчета баллистики космических аппаратов; при разработке модели орбитальной группировки не принималась во внимание возможность межспутниковой связи; недостаточно полно отражены вопросы интеграции разрабатываемой платформы и сервиса планирования орбитальных группировок малых космических аппаратов дистанционного зондирования Земли в контур центра управления полетами.

На автореферат диссертации поступило 8 отзывов от:

д.ф.-м.н., члена-корреспондента РАН, г.н.с. отдела управляемых систем ФГБУН Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского Уральского отделения РАН, проф. А.Г. Ченцова (г. Екатеринбург); д.т.н., профессора Высшей школы системного инжиниринга МФТИ А.А. Романова (г. Москва); д.т.н., академика РАН, проф. Н.А. Кузнецова, ФГБУН Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН (г. Москва); д.ф.-м.н., высококвалифицированного 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. заместителя начальника отдела ЦУП АО «ЦНИИмаш» Б.А. Кучерова (г. Королев); 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.т.н., зав. лабораторией НИИ многопроцессорных вычислительных систем Южного федерального университета Э.В. Мельника (г. Таганрог); к.ф.-м.н., доцента кафедры математического моделирования в космических исследованиях факультета космических исследований МГУ имени М.В. Ломоносова И.А. Самыловского (г. Москва).

В замечаниях указано, что из автореферата не ясно, имеются ли теоретически доказанные оценки, гарантирующие качество и эффективность получаемых результатов; целесообразно провести более детальное исследование возможности ускорения расчетов при планировании КА на многопроцессорных кластерах в зависимости от растущего числа процессоров; недостаточно полно отражены вопросы интеграции разрабатываемой платформы в контур центра управления полетами; целесообразно уточнить, насколько сложно и трудоёмко ввести в рассматриваемую систему новые критерии планирования, предпочтения и ограничения; в автореферате не раскрыты возможности применения полученных результатов для областей, отличных от ДЗЗ. Остальные замечания связаны с ограниченным объемом автореферата (комментарии на них отражены в тексте диссертации) и с дальнейшими направлениями развития представленных в работе методов и средств.

Все отзывы положительные, отмечают актуальность темы диссертации, научную новизну и практическую значимость основных положений работы, указанные недостатки в отзывах не снижают научную и практическую значимость результатов и не влияют на общую положительную оценку работы, а диссертационная работа Галузина Владимира Андреевича соответствует требованиям «Положения о присуждении учёных степеней», сделано заключение, что автор диссертации Галузин Владимир Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

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

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан метод согласованного планирования разделяемых ресурсов в цифровой платформе управления группировками малых космических аппаратов дистанционного зондирования Земли, отличающийся от ранее предложенного метода на основе сети потребностей и возможностей двухэтапной итерационной

процедурой параллельной обработки запросов агентов для достижения «конкурентного равновесия», унификацией части расчетов и вынесением их на предварительные стадии, использованием принципа «ленивых вычислений», что обеспечивает разрешение конфликтов по совместному использованию разделяемых ресурсов, пакетную обработку большого числа заявок и работу с площадными районами интереса;

предложена функциональная архитектура цифровой платформы управления группировкой малых космических аппаратов дистанционного зондирования Земли, отличающаяся от используемых на практике систем управления космическими аппаратами интеграцией в единый контур сервисов согласованного планирования ресурсов орбитальных группировок и сети пунктов приема информации разных поставщиков, мониторинга выполнения миссии, обработки и хранения результатов съемки, что позволяет обеспечить полный цикл предоставления услуг дистанционного зондирования Земли потребителям от подачи заявки – до получения результатов;

доказано, что разработанные методы и средства позволяют увеличить объем обрабатываемых пакетов заявок и повысить качество получаемых изображений.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: **применительно к проблематике диссертации результативно использован** комплекс существующих моделей и методов исследования, включая методы системного анализа, исследования операций, математического и имитационного моделирования, сопряженных взаимодействий в мультиагентных сетях потребностей и возможностей;

изложены основные принципы нового подхода к решению задачи согласованного планирования разделяемых космических аппаратов и наземных станций орбитальных группировок ДЗЗ и сформулированы требования, которым должны удовлетворять методы и средства планирования для реализации целей перспективных миссий с быстро растущим числом аппаратов и заявок на съемку;

изучены существующие подходы к решению задачи пакетной обработки заявок на съемку ДЗЗ с сохранением возможности адаптивного согласованного перестроения плана по событиям разделяемых ресурсов орбитальных группировок ДЗЗ;

проведена модификация базовых классов агентов и протоколов ПВ-сети для предметной области, а также дополнительно разработаны алгоритмы расчета баллистики и учета особенностей съемки и сброса информации ДЗЗ.

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

разработана цифровая платформа управления целевым применением группировок малых космических аппаратов ДЗЗ для реализации всего жизненного цикла заявки: от поступления – до выдачи результатов;

разработаны и внедрены сервис согласованного планирования разделяемых ресурсов и прототип платформы для решения задач управления группировками МКА «Канопус» по заказу компании АО «СТТ групп» в интересах АО «Корпорация «ВНИИЭМ», а также при разработке платформы управления пунктами приема информации для Сколковского института науки и технологий.

определены экспериментальным путем преимущества использования предложенных методов и средств в сравнении с известными методами при отработке большого числа заявок на съемку в орбитальной группировке ДЗЗ, которые обеспечили существенное увеличение объема обрабатываемых пакетов заявок и повышение качества получаемых изображений.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

методика построена с использованием существующих подходов к системному анализу процессов управления орбитальными группировками, подтверждается непротиворечивостью предложенных математических моделей и методов решения, сопоставлением классических и разработанных методов и средств управления на модельных и реальных данных;

идея базируется на обобщении передового опыта и результатов практических работ по решению сложных задач распределения ресурсов, планирования и оптимизации ресурсов в области управления целевым применением космических аппаратов;

использованы результаты сравнения полученных результатов с результатами известных методов на базе пакета OptaPlanner;

установлено, что в ходе применения разработанных моделей, методов и средств обеспечивается увеличение объема обрабатываемых пакетов заявок в 4 раза и повышение качества получаемых изображений на 5-15% в зависимости от размера выборки по сравнению с применяемыми в настоящее время на практике методами;

использованы представительные выборки данных для решения задач управления орбитальными группировками (до 20 000 заявок).

Личный вклад соискателя состоит в решении научных и технических задач на всех этапах выполнения диссертационного исследования, включая системный анализ и выявление требований к решению современных задач планирования целевого применения группировок космических аппаратов ДЗЗ; новую постановку задачи согласованного планирования разделяемых ресурсов в

цифровой платформе управления группировками космических аппаратов ДЗЗ; разработку метода для адаптивного согласованного планирования заявок на съемку районов интереса; разработку и реализацию функциональной архитектуры сервиса планирования; подготовку исходных данных и проведение экспериментальных исследований; анализ результатов, а также подготовку публикаций по теме диссертации.

В ходе защиты диссертации были высказаны критические замечания:

1. Не проведены детальные исследования масштабируемости предложенного алгоритмического базиса.
2. Не рассматривается решение задачи в условиях ограничения по времени планирования.

Соискатель Галузин В.А. согласился с замечаниями, ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании №6 от 1 июня 2023 года диссертационный совет принял решение присудить Галузину Владимиру Андреевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика за новые научно обоснованные технические решения и разработки в области цифровых платформ управления орбитальными группировками космических аппаратов ДЗЗ, имеющие существенное значение для развития страны.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 7 докторов наук по научной специальности 2.3.1, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 18, против 0.

Председатель
диссертационного совета

Радченко Владимир Павлович

Ученый секретарь
диссертационного совета

Зотеев Владимир Евгеньевич

1 июня 2023 года

