

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.206.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 23.03.2023 г. № 2

О присуждении Ушакову Виталию Анатольевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Комбинированные модели и алгоритмы планирования информационных процессов при взаимодействии подвижных объектов» по специальности 2.3.1. «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» принята к защите 29 ноября 2022 г., протокол заседания № 2, диссертационным советом 24.1.206.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 199178, Россия, г.Санкт-Петербург, 14-линия В.О., дом 39, утвержден приказом Минобрнауки России №105/нк от 11 апреля 2012 г. (с изменениями согласно приказам №574/нк от 15 октября 2014 г., № 386/нк от 27 апреля 2017 г., №748/нк от 12 июля 2017 г., №301/нк от 23 ноября 2018 г., №467/нк от 4 августа 2020 г., №804/нк от 16 декабря 2020 г., 561/нк от 03 июня 2021г., 384/нк от 19 апреля 2022г.).

Соискатель Ушаков Виталий Анатольевич, 16 ноября 1993 года рождения, в 2021 г. окончил очную аспирантуру в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (СПб ФИЦ РАН), Министерства науки и высшего образования Российской Федерации. Диплом об окончании аспирантуры (№107805 0010485) выдан 30 июня 2021 года Федеральным государственным бюджетным учреждением науки «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр

Российской академии наук». В настоящее время Ушаков Виталий Анатольевич работает старшим преподавателем кафедры информационных систем и технологий в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» (ГУАП), Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в лаборатории информационных технологий в системном анализе и моделировании Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (СПб ФИЦ РАН), Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор СОКОЛОВ Борис Владимирович, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (СПб ФИЦ РАН), Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук (СПИИРАН), лаборатория информационных технологий в системном анализе и моделировании, главный научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

ИВАЩЕНКО Антон Владимирович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Ордена Трудового Красного Знамени Российский научно-исследовательский институт радио имени М.И. Кривошеева». Самарский филиал – «СОНИИР», Научно-технический центр ПР 048, ведущий научный сотрудник;

ФРОЛОВ Константин Владимирович, кандидат технических наук, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Высшая школа бизнес-инжиниринга, доцент

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский государственный

технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова», г. Санкт-Петербург в своем положительном отзыве, подписанном Толпегиним Олегом Александровичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Динамики и управления полетом летательных аппаратов» и утвержденном Ивановым Константином Михайловичем, доктором технических наук, профессором, ректором университета, указала, что диссертационная работа В.А. Ушакова является законченной научно-квалификационной работой, которая характеризуется новизной, актуальностью, теоретической значимостью и практической ценностью результатов. Результаты являются достоверными и научно обоснованными. В работе успешно решена актуальная научно-техническая задача разработки комбинированных моделей и алгоритмов планирования информационных процессов при взаимодействии подвижных объектов.

Соискателем в диссертационной работе были получены следующие новые научные результаты:

1. Разработан оригинальный полимодельный (многомодельный) комплекс, описывающий процессы программного управления различными ИП, происходящими при взаимодействии группировки ПдО, а именно процессы программного управления операциями приема, передачи, обработки, хранения данных и информации. Новизна и основное отличие предложенного полимодельного комплекса состоит в том, с его помощью удалось согласовать на алгоритмическом уровне два различных математических описания, научные основы которых были разработаны в исследовании операций (для описания статической модели планирования) и теории оптимального управления (для описания динамической модели планирования) что, в конечном итоге, позволило обеспечить на практике эффективную реализацию общей концепции и технологии комплексного моделирования применительно к исследуемым в диссертации управленческим процессам.

2. В диссертации предложена оригинальная интерактивная многоэтапная итерационная процедура поиска планов (для статической модели) и программ управления (для динамической модели) ИП при взаимодействии группировки ПдО. Главное достоинство данной итерационной процедуры состоит в том, что для гарантированного обеспечения ее сходимости необходимо варьировать

минимальным количеством параметров, в качестве которых были выбраны значения объемов переданной и обработанной информации при взаимодействии группировки ПдО на заданном интервале планирования.

3. К числу новых научных результатов, полученных в диссертации, можно отнести комбинированное использование алгоритма оценивания робастности (нечувствительности) синтезированных планов к интервально заданным возмущающим воздействиям на основе анализа значений двойственных переменных в оптимизационной задаче линейного программирования (для статической модели планирования), а также алгоритма расчета и оценивания параметров аппроксимированных областей достижимости в пространстве целевых показателей, полученных для различных программ управления ИнП (для динамической модели планирования).

Проведенные исследования необходимо продолжить в направлении расширения практических возможностей разработанного в диссертации полимодельного описания задачи планирования (программного управления) ИнП при взаимодействии группировки ПдО, а также соответствующих алгоритмов планирования и программного управления ИнП:

1. Разработанные статические и динамические модели, комбинированный алгоритм целесообразно рекомендовать к использованию в проектных организациях, занимающихся созданием систем управления СТО, предоставляющими информационные услуги; предприятий, переходящих на удаленный режим работы; компаний, оказывающих услуги облачных вычислений и хранения больших объемов данных (СПб ГУП ИАЦ, ЦТСС, НИИ КС и др.).

2. Предложенный комплексный подход к решению задач оптимального планирования функционирования группировки ПдО, а также соответствующее СМАО целесообразно далее применять при автоматизации процессов проактивного управления СТО, которые разрабатываются профильными научными организациями РАН: ФИЦ ИУ РАН, ИПУ РАН и др.

3. Разработанное СМАО может быть использовано при подготовке учебно-методических комплексов по дисциплинам «Управление данными», «Информационные технологии в управлении», «Теория информации, данные знания», а также для обеспечения выполнения учебных планов по специальностям «Информационные системы и технологии», «Информатика и вычислительная

техника» подготовка по которым ведется в СПбПУ им. Петра Великого, ГУАП, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», МАИ и т.д.

Диссертационная работа Ушакова В.А. по содержанию, научному уровню и степени завершенности исследования соответствует критериям п.п. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в редакции Постановления Правительства Российской Федерации от 26.09.2022), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Ушаков Виталий Анатольевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

Соискатель имеет 48 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 17 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ, индексируемых в базах данных WoS/Scopus – 5 работ.

Основные научные результаты опубликованы в 17 научных трудах общим объемом 11,58 п.л., из которых объем личного вклада соискателя составляет 7,6 п.л. Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. **Ушаков, В.А.** Модели и алгоритмы управления информационными процессами при взаимодействии подвижных объектов / В.А. Ушаков // Морские интеллектуальные технологии. – 2022. № 3 часть 1. – С. 235–247. DOI: [10.37220/MIT.2022.57.3.031](https://doi.org/10.37220/MIT.2022.57.3.031).
2. Крылов, А.В. Методологические и методические основы создания и использования интегрированных систем поддержки принятия решений / А.В. Крылов, М.Ю. Охтилев, В.А. Соболевский, Б.В. Соколов, **В.А. Ушаков** // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2020. Т. 63. № 11. – С. 963–974. DOI: [10.17586/0021-3454-2020-63-11-963-974](https://doi.org/10.17586/0021-3454-2020-63-11-963-974). *Личный вклад соискателя – 35%*.
3. **Ушаков, В.А.** Модельно-алгоритмическое обеспечение оперативного оценивания и анализа показателей качества управления информационными процессами // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2021. Т. 64. № 8. – С. 688–692. DOI: [10.17586/0021-3454-2021-64-8-688-692](https://doi.org/10.17586/0021-3454-2021-64-8-688-692).
4. Мурашов, Д.А. Постановка и анализ путей решения задачи синтеза программ управления и параметров информационно-вычислительной сети на основе

полимодельного описания / Д.А. Мурашов, **В.А. Ушаков** // Авиакосмическое приборостроение. – 2022. № 8. – С. 23–32. DOI: [10.25791/aviakosmos.8.2022.1293](https://doi.org/10.25791/aviakosmos.8.2022.1293). *Личный вклад соискателя – 35%*.

5. Sokolov, B. Formation Reachability Area as a Data Vector Using a Dynamic Model for Controlling Information Processes in the Automated Control System for Moving Objects / B. Sokolov, **V. Ushakov** // CEUR Workshop Proceedings. – 2020. Vol. 2803. – Pp. 67–75. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2803/paper10.pdf>. *Личный вклад соискателя – 65%*.
6. **Ushakov, V.** Approximation a Reachability Area in the State Space for a Discrete Task / V. Ushakov // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2020. Vol. 1226. – P. 617–624. DOI: [10.1007/978-3-030-51974-2_57](https://doi.org/10.1007/978-3-030-51974-2_57).
7. Sokolov, B. Model-algorithmic Support for Abilities Calculating of Control System Based on Projection Operators / B. Sokolov, **V. Ushakov** // Advances in Intelligent Systems and Computing. –2019. Vol. 986. – P. 342–348. DOI: [10.1007/978-3-030-19813-8_35](https://doi.org/10.1007/978-3-030-19813-8_35). *Личный вклад соискателя – 65%*.

Оригинальность содержания диссертации составляет не менее 86% от общего объёма текста; цитирование оформлено корректно; заимствованного материала, использованного в диссертации без ссылки на автора либо источник заимствования, не обнаружено; научных работ, выполненных соискателем учёной степени в соавторстве без ссылок на соавторов не выявлено. Недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах в диссертации отсутствуют.

На диссертацию и автореферат поступило 7 отзывов, все отзывы положительные:

1. ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет». Отзыв составил заведующий кафедрой технологии обработки и защиты информации, д.т.н. проф. Сирота А.А. Замечания: В автореферате нет сведений о том, как влияет размерность разработанных моделей планирования на скорость сходимости итерационных процедур поиска оптимальных планов информационного взаимодействия подвижных объектов. В тексте автореферата отсутствуют требования, предъявляемые потенциальными пользователями к облику прототипа специального модельно-алгоритмического обеспечения решения задачи

планирования информационных процессов при взаимодействии подвижных объектов.

2. ПАО «РКК Энергия». Отзыв составили сотрудники к.т.н. Ковтун В.С., д.т.н., проф. Синявский В.В., д.ф.-м.н. Хатунцева О.Н. Замечания: При полимодельном описании статической модели планирования информационного взаимодействия ПдО группировки, состоящей из МКА, *рекомендуется включить в состав модели переменные, значение которых характеризует работу контрольно – измерительных пунктов (КИП), входящих в автоматизированную систему управления (АСУ) полётом.* К сеансным операциям управления, реализуемым с использованием КИП относятся: измерение текущих навигационных параметров движения МКА, выдача разовых команд немедленного исполнения, закладка рабочих программ, выполняемых вне сеанса связи во время автономного полёта, проведение сверки бортовой и наземных шкал времени, приёма телеметрической информации и информации оперативного контроля, характеризующей состояние систем МКА. Именно сеансные операции позволяют обеспечивать «...для каждого временного интервала постоянства структуры информационных взаимодействий» в динамической сети в условиях штатного полёта группировки КА. Булева переменная, значение которой соответствует смене или сохранению текущего подынтервала постоянства структуры, может иметь разное толкование при определении типа структуры. Постоянства одной топологической структуры группировки, которая упоминается в рецензируемой работе, может быть недостаточно для решения поставленных задач. Необходимо, как минимум, её дополнить структурой программно-математического и информационного обеспечения КИП. Технология управления с учётом числа задействованных КИП, будет также влиять на «постоянство структуры информационных взаимодействий». При описании динамической задачи планирования информационных процессов рассматривается обмен данными только между абонентами – космическими аппаратами, в составе группировки. При этом определён максимальный объём запоминающих устройств каждого абонента. Очевидно, что при заполнении информацией запоминающих устройств, её часть должна быть передана в «неограниченное по объёму хранилище», для

последующего заполнения запоминающих устройств КА новой информацией. В противном случае, ранее полученная информация будет потеряна (что нежелательно) из-за её «затирания» новой информацией. Как правило, для получения и накопления информации, получаемой от группировки КА, используются наземные комплексы приёма и обработки информации (НКПОИ) (например, изображений поверхности Земли). При этом НКПОИ могут быть представлены, как в стационарном, так и мобильном исполнении. Одной из главных задач планирования управления информационными потоками является сохранение всех данных, полученных на борту МКА путём передачи их на Землю и исключение информационных потерь из-за переполнения запоминающих устройств. Для этого НКПОИ распределяются определённым образом по трассам полёта группировки МКА. *Рекомендуется в динамическую модель планирования информационных процессов включать не только взаимодействие между МКА, но и взаимодействие между МКА и наземными комплексами приёма и обработки информации.*

3. ФГБВОУ ВО «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского» Министерства обороны Российской Федерации. Отзыв составили сотрудники кафедры автоматизированных систем управления космических комплексов д.т.н., проф. Гончаревский В.С., к.т.н., доц. Григорьев К.Л., к.т.н., доц. Зиновьев С.В. Замечания: Из автореферата следует, что в диссертации решаются задачи оптимального управления с закрепленным левым и правым концом фазовой траектории и фиксированным интервалом времени. В теории оптимального управления рассматривается несколько типов двухточечных краевых задач (со свободными, закрепленными и подвижными концами фазовой траектории). Остается невыясненным, могут ли, предлагаемые в диссертации методы и алгоритмы использоваться для решения других типов указанных задач оптимального управления при поиске технологии и плана управления соответствующими ИнП. В тексте автореферата отсутствует описание используемого алгоритма оценивания робастности планов информационного взаимодействия группировки ПдО. В тексте автореферата некорректно приведены ссылки на использованную литературу (стр. 8 автореферата).

4. ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)». Отзыв составил профессор кафедры вычислительной техники д.т.н., проф. Водяхо А.И. Замечания: В автореферате недостаточно подробно рассмотрены вопросы преодоления большой размерности решаемых задач теории расписаний. Следовало бы привести кратко конструктивные способы борьбы с размерностью в исследуемых задачах оперативного оптимального планирования информационных процессов при взаимодействии группировки подвижных объектов в различных предметных областях. В тексте автореферата отсутствуют подробные сведения об особенностях программной реализации прототипа специального модельно-алгоритмического обеспечения решения задачи планирования информационных процессов при взаимодействии подвижных объектов применительно к аэрокосмической сфере.

5. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет». Отзыв составил профессор кафедры судовой автоматики и измерений, д.т.н., проф. Алексеев А.В. Замечания: В тексте автореферата неоднократно отмечается необходимость учета возмущающих воздействий, однако отсутствуют сведения о том, как это конструктивно реализовано в предлагаемой динамической модели при решении конкретных задач планирования информационных процессов при взаимодействии подвижных объектов. В тексте автореферата отсутствует подробный алгоритм планирования информационных процессов при взаимодействии подвижных объектов с использованием статической модели.

6. ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)». Отзыв составил заведующий кафедры «Системы интеллектуального мониторинга» д.т.н., проф. Нагибин С.Я. Замечания: В автореферате не приведена классификация решаемых нестационарных задач теории расписаний, к которым сводятся исследуемые в диссертации задачи оптимального оперативного планирования информационного взаимодействия группировки ПДО. В тексте автореферата отсутствует общая формальная постановка задачи планирования информационных процессов при взаимодействии ПДО, есть только ее содержательное описание.

7. «НИИ КС имени А.А. Максимова» – филиал АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева». Отзыв составили сотрудники к.т.н., ст. науч. сотр. Королев А.Н., к.т.н. Зайченко Ю.В. Замечания: Из содержания автореферата не вполне ясно, как автору удалось преодолеть проблему размерности при решении задач оперативного оптимального планирования информационных процессов при взаимодействии группировки космических аппаратов и группировки интеллектуальных транспортно-технических средств. В тексте автореферата отсутствует подробное описание алгоритма поиска программного управления информационными процессами при взаимодействии СОТС с использованием динамической модели.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что д.т.н., профессор Иващенко А.В. является известным ученым в области планирования в различных транспортных системах и разработки соответствующих моделей, в частности, широко известны его разработки технологий интеллектуального контроля производственных процессов, модели обработки больших данных в транспортно-логистических системах, работы в сфере цифровой трансформации информационных процессов в умном городе; к.т.н. Фролов К.В. – известный специалист в области управления информационными транспортно-техническими системами, в частности, широко известны его разработки облачных решений, решение задач интеграции технологических уровней информационной системы как средства расширения возможностей планирования на производственных предприятиях, решение методологических и архитектурных вопросов в задачах транспортировки; ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова» является известной как в России, так и за рубежом организацией в области разработки различных математических и динамических моделей и систем поддержки принятия решений, а также управление летательными аппаратами и морскими роботехническими комплексами, кроме того, широко известны достижения ее специалистов в области математического моделирования в различных предметных областях (соответствующей тематике диссертации), в

частности широко известны работы ученых ВОЕНМЕХ, связанные с формированием структур динамических моделей, разработкой динамических моделей технологических систем, построением математических моделей, моделированием движения летательных аппаратов и построением программного обеспечения.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана

новая интеграция статических (с использованием аппарата исследования операций) и динамических (модели, используемые для формального представления задач оптимального управления) в виде полимодельного комплекса. Предложенная интеграция позволяет избежать потери данных, которые вследствие математических особенностей затруднительно включить в модель при использовании унимодельной формализации задачи;

новая взаимосвязь для полимодельного (многомодельного) комплекса, описывающий процессы программного управления различными информационными процессами, происходящими при взаимодействии группировки подвижных объектов, а именно процессы программного управления операциями приема, передачи, обработки, хранения данных и информации. Новизна и основное отличие предложенного полимодельного комплекса состоит в том, с его помощью удалось согласовать на алгоритмическом уровне два различных математических описания, научные основы которых были разработаны в исследовании операций (для описания статической модели планирования) и теории оптимального управления (для описания динамической модели планирования) что, в конечном итоге, позволило обеспечить на практике эффективную реализацию общей концепции и технологии комплексного моделирования применительно к исследуемым в диссертации управленческим процессам;

структура алгоритма решения задачи оптимального планирования, основанный на методе последовательных приближений Крылова-Черноуьско, и отличающийся от существующих алгоритмов динамической декомпозицией исходной большеразмерной задачи планирования на задачи меньшей размерности, число которых изменяется на каждом из подынтервалов постоянства структуры;

новая формализация большеразмерной, нестационарной многокритериальной задачи агрегированного планирования операций, входящих информационный процесс без привязки их ко времени, и задачу детального планирования указанных операций с привязкой ко времени;

структура программного прототипа решения задач оперативного планирования информационных процессов при взаимодействии подвижных объектов, позволяющий осуществить одновременно синтез как наилучшего плана (технологии) приема, передачи, хранения и обработки данных и информации при взаимодействии подвижных объектов, так и программ оптимального управления информационными процессами в рамках рассматриваемого взаимодействия.

предложены:

последовательная декомпозиция нестационарной многокритериальной задачи теории расписании на задачу агрегированного планирования операций, входящих в информационный процесс без привязки их ко времени, и задачу детального планирования указанных операций с привязкой ко времени;

оригинальная интерактивная многоэтапная итерационная процедура поиска планов (для статической модели) и программ управления (для динамической модели) информационными процессами при взаимодействии группировки подвижных объектов. Главное достоинство данной итерационной процедуры состоит в том, что для гарантированного обеспечения ее сходимости необходимо варьировать минимальным количеством параметров, в качестве которых были выбраны значения объемов переданной и обработанной информации при взаимодействии группировки подвижных объектов на заданном интервале планирования;

комбинированное использование алгоритма оценивания робастности (нечувствительности) синтезированных планов к интервально заданным возмущающим воздействиям на основе анализа значений двойственных переменных в оптимизационной задаче линейного программирования (для статической модели планирования), а также алгоритма расчета и оценивания параметров аппроксимированных областей достижимости в пространстве целевых

показателей, полученных для различных программ управления информационными процессами (для динамической модели планирования);

доказана перспективность использования предложенного метода для решения задач оперативного оптимального планирования информационных процессов при взаимодействии группировки маломассоразмерных космических аппаратов и группировки интеллектуальных транспортно-технических средств;

введены:

новая постановка задачи оптимального планирования при взаимодействии группировки подвижных объектов, базирующийся на классической и современной теориях оптимального управления, в рамках которого сохраняется принадлежность синтезируемых управляющих воздействий к классу кусочно-непрерывных функций, что позволяет для решения задачи синтеза планов информационного взаимодействия использовать известные алгоритмы численного решения задач оптимального управления (в том числе метод последовательных приближений Крылова-Черноузько);

вариант формальной постановки задачи планирования при взаимодействии подвижных объектов, который позволил провести декомпозицию на задачу агрегированного планирования операций, входящих в информационный процесс, с привязкой к ресурсам и задачу детального планирования операций, входящих в информационный процесс с привязкой ко времени.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны возможность решения детерминированной большеразмерной задачи теории расписаний, а именно задачи разработки оптимальных планов при взаимодействии группировки подвижных объектов за счет комбинированного использования математического аппарата теории оптимального управления и исследования операций;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован аппарат системного анализа, теории расписаний, современной теории оптимального управления сложными динамическими объектами, исследования операций, а также прикладной теории оценивания качества моделей и полимодельных комплексов;

изложены методологические и методические основы решения планирования информационных процессов при взаимодействии подвижных объектов;

раскрыты

новая системно-кибернетическая интерпретация задачи планирования информационных процессов при взаимодействии подвижных объектов, базирующейся на фундаментальных и прикладных результатах, полученных в теории оптимального управления и исследования операций;

системно-кибернетический подход, методологии и технологии комплексного (системного) моделирования и проактивного (упреждающего) управления;

изучены существующие методы решения задач планирования информационных процессов при взаимодействии подвижных объектов (как на статических моделях, так и на логико-динамических моделях), парадигма миниатюризации космической техники, в частности информационных малых космических аппаратов, принцип эмерджентности;

проведена модернизация существующих методов теории оптимального управления и исследования операций, путем применения их в новой предметной области.

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

разработаны и внедрены следующие результаты диссертационной работы:

комбинированные модели, разработанные для повышения качества управления информационными процессами при взаимодействии группировки подвижных объектов, а также обобщенная процедура расчета плана информационного взаимодействия группировки подвижных объектов в учебном процессе на кафедре 42 «Информационные системы и технологии» ГУАП (г. Санкт-Петербург) при подготовке бакалавров по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии» при проведении лекционных и практических занятий по дисциплинам «Управление данными», «Теория информации, данные, знания» и при подготовке магистров по направлению 09.04.02 «Информационные системы и технологии» при проведении лекционных и

практических занятий по дисциплинам «Оптимизация систем обработки информации», «Модели информационных процессов и систем»;

специальное модельно-алгоритмическое обеспечение, включающее в себя статическую и динамическую модели планирования информационных процессов при взаимодействии группировки подвижных объектов использованы в рамках выполнения следующих НИР: государственное задание СПИИРАН 0073-2018-0003 и 0073-2019-0004 по теме: «Методология и технологии интеграции существующих и перспективных государственных и коммерческих информационно-управляющих и телекоммуникационных систем и сетей на различных этапах их жизненного цикла», грант РФФИ «Аспиранты» в рамках научного проекта № 19-38-90221 «Разработка и исследование методов и алгоритмов оперативного многокритериального оценивания и анализа показателей качества автоматизированной системы управления подвижными объектами на основе построения областей достижимости в пространстве системотехнических параметров», грант РФФИ в рамках научного проекта № 18-08-01505 «Разработка и исследование методов и алгоритмов проактивного управления восстановлением работоспособности бортовых систем сложных динамических объектов при возникновении нештатных ситуаций», грант РФФИ в рамках научного проекта № 20-08-01046 «Комбинированные методы и алгоритмы комплексного моделирования, многокритериального оценивания и оптимизации показателей живучести и эффективности функционирования сложных объектов, обладающих структурно-функциональной избыточностью» в СПИИРАН – СПб ФИЦ РАН;

прототип программного обеспечения автоматизированного решения задач оптимального планирования информационных процессов при взаимодействии подвижных объектов, а также автоматизированное решение задач расчета и анализа робастности и устойчивости планов функционирования соответствующей распределенной информационно-вычислительной сети использованы при создании единого виртуального электронного паспорта космической ракеты-носителя «Союз-2» в рамках выполнения ОКР «Русь» в АО «НИО ЦИТ «Петрокомета»;

определены возможности и перспективы практического использования полученных результатов диссертации при исследовании конкретных технологий

оптимального оперативного планирования информационных процессов при взаимодействии группировки подвижных объектов;

создана структура специального модельно-алгоритмического обеспечения планирования информационных процессов при взаимодействии подвижных объектов, которое позволяет повысить качество управления операциями приема, ретрансляции, хранения и обработки данных и информации на основе автоматизации и оптимизации решения указанных задач;

представлены предложения и направления для дальнейших научных исследований, в основу которых могут быть положены разработанные модели и алгоритмы; новый и современный взгляд на решение проблемы управления структурной динамикой группировок МКА, имеющих различное целевое предназначение и несомненно вызовет интерес специалистов в данной области знаний и получит дальнейшее развитие как научных, так и прикладных аспектов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ достоверность полученных результатов подтверждена проведением всестороннего анализа работ по исследуемой проблеме, корректным применением научно-методического аппарата в виде использованных методов и теорий, апробацией основных результатов диссертации в печатных трудах и докладах на международных и всероссийских конференциях, положительными итогами практической реализации результатов работы;

теория построена на известных принципах, проверенных данных и фактах с использованием современных известных и апробированных методов исследования, согласуется с опубликованными частными результатами других исследователей;

построена на основе математического аппарата исследования операций и современной теории оптимального управления;

идея базируется на анализе работ отечественных и зарубежных исследователей в области планирования информационных процессов при взаимодействии подвижных объектов;

использованы математический аппарат исследования операций и современной теории оптимального управления для решения задачи планирования информационных процессов при взаимодействии подвижных объектов, который

позволяет выполнить последовательную декомпозицию большеразмерной нестационарной многокритериальной задачи оперативного планирования ИнП при взаимодействии группировки ПдО, обеспечивающую ее разбиение на задачу агрегированного планирования операций, входящих в ИнП без привязки их ко времени, и задачу детального планирования указанных операций с привязкой ко времени.

установлено качественное и количественное соответствие результатов решения задач оперативного оптимального планирования при взаимодействии группировки маломассоразмерных космических аппаратов и группировки интеллектуальных транспортно-технических средств как с эвристическими планами, так и с аналогичными результатами, полученными с помощью других моделей;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, представительные выборочные совокупности с обоснованием подбора объектов наблюдения и измерения и т.п.;

Личный вклад соискателя состоит в:

- системном анализе современного состояния исследований в области информационного взаимодействия группировки подвижных объектов;
- разработке методологических и методических основ решения задачи планирования информационных процессов при взаимодействии подвижных объектов, и провести содержательную и формальную постановки задачи планирования информационных процессов при взаимодействии подвижных объектов
- разработке полимодельного описание задачи планирования информационных процессов при взаимодействии подвижных объектов;
- разработке обобщенных алгоритмов решения задачи планирования информационных процессов при взаимодействии подвижных объектов;
- разработке специального модельно-алгоритмического обеспечения решения задачи планирования информационных процессов при взаимодействии группировки подвижных объектов для различных предметных областей;

- разработке прототипа программы решения задачи планирования информационных процессов при взаимодействии группировки подвижных объектов для различных предметных областей;
- исследовании прототипа программы решения задачи планирования информационных процессов при взаимодействии группировки подвижных объектов для различных предметных областей;
- подготовке основных публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: задача координации агрегированного и детального планов рассматривается конструктивно, в связи с чем, неясно, как обрабатывать события, приводящие к изменению процессов взаимодействия, как во временном, так и в структурном аспекте; неясно, каким образом учитывается постоянство структуры при разбиении интервала планирования на подынтервалы (участки); почему бы не предложить описанный метод для решения задач теории расписания в универсальной, а не только узкоспециальной постановке.

Соискатель Ушаков В.А. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию: в диссертации рассматривается этап планирования, на котором осуществляется предварительное распределение операций взаимодействия подвижных объектов и потоков между соответствующими ресурсами, а обработка событий, связанных с изменением плана информационного взаимодействия, осуществляется уже на этапе непосредственного функционирования группировки подвижных объектов и указанные вопросы являются предметом дальнейших исследований. Разбиение интервала планирования на подынтервалы (участки) в диссертации выполнялось с учетом специфики распространения радиоволн в конкретной предметной области (космическое пространство, аэропорт). Описание метода для решения задач теории расписания в универсальной постановке является направлением дальнейших исследований.

На заседании 23.03.2023 г. диссертационный совет принял решение за решение научно-технической задачи разработки комбинированных моделей и

алгоритмов планирования информационных процессов при взаимодействии подвижных объектов, имеющей важное значение для развития отрасли технических наук, которая состоит в разработке нового специального модельно-алгоритмического обеспечения планирования информационных процессов при взаимодействии группировки подвижных объектов, включающего взаимосвязанный комплекс оригинальных статических и динамических моделей планирования указанных процессов, а также комбинированные алгоритмы многокритериального синтеза технологий и программ управления операциями приема, передачи, обработки и хранения информации о состоянии контролируемых объектов присудить Ушакову В.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 16, против нет, недействительных бюллетеней 1.

Заместитель председателя диссертационного совета
доктор технических наук,
профессор РАН

Ронжин Андрей Леонидович

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат технических наук

Абрамов Максим Викторович

23.03.2023 г.