



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор РТУ МИРЭА

Прокопов Н.И.

« 4 » июня 2025 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет» (РТУ МИРЭА) по диссертационной работе Нгуена Тхань Конга на тему «Алгоритмизация маршрутизации и видеомониторинга при групповом патрулировании протяженных территорий беспилотными летательными аппаратами», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 2.3.1. – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).

Диссертация Нгуена Тхань Конга по теме «Алгоритмизация маршрутизации и видеомониторинга при групповом патрулировании протяженных территорий беспилотными летательными аппаратами» по научной специальности 2.3.1. – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки) выполнена на кафедре автоматических систем ИИИ РТУ МИРЭА.

Нгуен Тхань Конг в 2022 г. окончил ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия им. Адмирала флота Советского Союза Н.Г. Кузнецова» по специальности подготовки 09.05.01 «Применение и эксплуатация автоматизированных систем специального назначения» на отлично с золотой медалью. Сразу после окончания академии поступил в очную аспирантуру РТУ МИРЭА на кафедру автоматических систем ИИИ.

С 01.10.2022 г. по 30.09.2025 г. Нгуен Т.К. проходил обучение в очной аспирантуре в МИРЭА. Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2025 г. РТУ МИРЭА.

Научный руководитель - доктор технических наук, профессор кафедры автоматических систем МИРЭА Филимонов Александр Борисович.

На заседании кафедры присутствовали зав. каф., д.т.н., проф. Лютов А.Г., д.т.н., проф. Асанов А.З., д.т.н., проф. Певзнер Л.Д., д.т.н., проф. Филимонов А.Б., д.т.н., проф., зав. каф. ПУ Романов М.П., д.т.н., проф. каф. ПУ Манько

С.В., к.т.н., доц. Лузинский В.Т., к.т.н., доц. Арбузов В.Н., к.т.н., доц. Чернышев Н.Н., к.т.н., доц. Акимов Д.А., к.т.н., доц. Осипова Н.В., к.т.н., ст. преп. Новоженин М.Б., к.т.н., ст. преп. Павельев С.А., ассистент Обухова А.М.

В процессе обсуждения работы были заданы следующие вопросы:

1. Задача маршрутизации полета беспилотника для одного депо формализуется как задача целочисленного линейного программирования. Поясните структуру задачи.

ОТВЕТ. Контролируемая территория делится на ряд сегментов. Мы приходим к оптимизационной задаче с линейной целевой функцией, линейными ограничениями и целочисленными неизвестными переменными.

2. В чем суть геопространственной кластеризации зон патрулирования?

ОТВЕТ. При разбиении множества зон патрулирования на кластеры учитывается компактность и связность кластера как пространственного образования. Здесь не постулируется форма контролируемой территории.

3. Как работает генетический алгоритм в задаче коммивояжера?

ОТВЕТ. Генетический алгоритм – эвристический метод поиска глобального экстремума с использованием механизмов, аналогичных естественному отбору в природе. Генерируется множество решений – популяция, к которой применяют операции отбора, кроссинговера и мутации. В диссертации используется библиотека пакета Global Optimization Toolbox.

4. На слайде иллюстрируется метод маршрутизация полетов БПЛА на основе геопространственной кластеризации зон патрулирования. Какие алгоритмы кластеризации могут быть применены?

ОТВЕТ. Например, иерархические агломеративные методы. В диссертации применяется метод k-средних. Сравнительный анализ различных методов не проводился. Интерес представляют алгоритмы семейства FOREL (Formal Element).

5. Поясните назначение вейвлет-преобразования.

ОТВЕТ. Вейвлет-преобразование является мощным средством обработки видеоизображений, и в частности, отитки и фильтрации изображений. Оно особенно актуально для задач видеомониторинга надводных объектов с борта БПЛА.

По результатам рассмотрения диссертации «Алгоритмизация маршрутизации и видеомониторинга при групповом патрулировании протяженных территорий беспилотными летательными аппаратами» принято следующее заключение:

Актуальность темы исследования

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) приобрели огромную популярность в различных сферах человеческой деятельности благодаря ряду преимуществ по сравнению с пилотируемыми ЛА: экономичности, простоте эксплуатации, малой стоимости и отсутствию на борту человека. Применение БПЛА особенно эффективно при проведении воздушного патрулирования в сложных природных условиях, в условиях отдаленности объектов и ограниченности людских ресурсов.

Проблематику организации и выполнения воздушного патрулирования протяженных территорий закономерно рассматривать как самостоятельную область научных исследований, представляющую большой теоретический интерес и имеющую большое практическое значение. Эта область исследований в настоящее время активно развивается и представлена в работах многих авторов.

В работе Нгуена Т.К. исследуются вопросы разработки маршрутов патрулирования БПЛА, навигации и контроля параметров полета, мониторинга текущей обстановки в зоне патрулирования.

Выполненные Нгуен Т.К. исследования направлены на алгоритмизацию поставленных задач на основе методов вычислительного интеллекта: искусственных нейронных сетей, генетических алгоритмов, кластеризации, видеоанализа, вейвлет-преобразования изображений.

Выполнение требований воздушного патрулирования наилучшим образом обеспечивается группой БПЛА. В связи с этим научный интерес представляет проблематика группового патрулирования.

Научная новизна

Научная новизна заключается в разработке концепции прокладки маршрута полета БПЛА с применением ГИС-технологии, сплайн- и нейросетевой интерполяции траектории полета, разработке оптимальных

алгоритмов планирование маршрутов полета беспилотников при групповом патрулировании протяженных территорий, решении задачи видеомониторинга контролируемой территории в условиях плохой видимости.

Основные научные результаты, полученные в работе:

1. Предложена концепция прокладки маршрута полета БПЛА на основе ГИС-технологий, отличающаяся от существующих объединением задач навигации и маршрутизации с применением цифровых карт местности и расчетом траектории полета методами сплайн- и нейросетевой интерполяции.

2. Разработан алгоритм оптимального планирования маршрутов полета БПЛА, базирующихся в одном депо, для случая, когда патрулируемая территория имеет вытянутую форму. Отличительные особенности алгоритма: критерий эффективности плана – максимальное значение времени выполнения заданий; формализация решаемой задачи как множественной задачи коммивояжера (MTSP); сведение решаемой задачи к задаче целочисленного линейного программирования; применение в качестве метода оптимизации генетического алгоритма.

3. Разработан алгоритм маршрутизации полета БПЛА на основе геопространственной кластеризации зон патрулирования. Отличительные особенности алгоритма: контролируемая территория разбивается на кластеры методом К-средних, каждый кластер включает одно депо, которое размещается в ближайшей к его центру зоне, для каждого кластера решается MTSP-задача с одним депо.

4. Разработан алгоритм обнаружения объектов по данным видеонаблюдения в условиях плохой видимости, модифицирующий модель YOLOv8 на основе механизма внимания - Wavelet Attention.

Личное участие автора в полученных результатах

Все положения, выносимые на защиту, научные (теоретические и экспериментальные) результаты, а также рекомендации по их практическому применению, изложенные в диссертации Нгуена Т.К., получены непосредственно автором.

Степень достоверности результатов исследований

Достоверность полученных результатов подтверждается корректным использованием математического аппарата, применением аналитических методов исследования, а также результатами вычислительных экспериментов.

Практическая значимость проведенных исследований

Предложенные схемные решения, разработанные методы и алгоритмы, а также результаты теоретических и экспериментальных исследований ориентированы на решение задач маршрутизации, оптимального планирования и видеомониторинга полета беспилотников и могут быть использованы при проектировании математического, алгоритмического и программного обеспечения систем интеллектуальной поддержки оператора БПЛА в задачах воздушного патрулирования протяженных территорий.

Результаты диссертационных исследований также могут полезными и в других областях техники, ориентированных на применение методов и технологий вычислительного интеллекта.

Ценность научных работ соискателя ученой степени

Ценность научных работ Нгуена Т.К. состоит в возможности применения их результатов при разработке алгоритмов навигации, планирования и видеомониторинга в задачах воздушного патрулирования протяженных территорий.

Материалы диссертации приняты для использования в учебном процессе кафедры автоматических систем Института искусственного интеллекта РТУ МИРЭА.

Научная специальность и отрасль науки, которым соответствует диссертация

Содержание диссертации соответствует следующим пунктам паспорта научной специальности 2.3.1. – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки) ВАК РФ: «4. Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта», «10. Методы и алгоритмы интеллектуальной поддержки при принятии управленческих решений в технических системах»

По совокупности представленных решений и основных положений диссертационная работа соответствует технической отрасли науки.

Апробация работы

Основные положения и выводы диссертации докладывались и получили положительную оценку на всероссийских и международных научных и научно-практических конференциях: 2024 International Seminar on Electron Devices Design and Production (SED), Sochi, Russian Federation (2024); X междунар. науч.-практ. конф. «Теоретические и практические аспекты развития современной науки: теория, методология, практика» (Уфа, 2023); XII междунар. науч.-практ. конф. «Современные тенденции и инновации в науке и производстве» (Междуреченск, 2023); II Национальная научно-практ. конф. «Фундаментальные, поисковые, прикладные исследования и инновационные проекты» (Москва, 2023); III Национальная науч.-практ. конф. «Фундаментальные, поисковые, прикладные исследования и инновационные проекты» (Москва, 2024).

Полнота изложения материалов диссертации в публикациях

По теме диссертации опубликованы 12 научных работ, из них 4 статьи в рецензируемых изданиях на категории К1, К2, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, 1 статья в изданиях, индексируемых в международных базах цитирования Scopus, 6 статей и докладов в сборниках трудов российских и международных конференций, а также получено свидетельства о регистрации программ для ЭВМ № 2024685952.

Основные положения диссертации отражены в статьях:

1. Филимонов А.Б, Филимонов Н.Б, **Нгуен Т.К.**, Фам К.Ф. Планирование маршрутов полетов БПЛА а задачах патрулирования протяженных территорий. // Мехатроника, автоматизация, управление, 2023, Т. 24, № 7. – С. 374-381. (ВАК – К1, Scopus – Q3, РИНЦ).
2. Филимонов А.Б, Филимонов Н.Б, **Нгуен Т.К.**, Фам К.Ф. Оптимизация маршрутов полета БПЛА при групповом патрулировании протяженных территорий как множественная задача коммивояжера с несколькими депо // Мехатроника, автоматизация, управление, 2024, Т. 25, № 5. – С. 259-265. (ВАК – К1, Scopus – Q3, РИНЦ).

3. Филимонов А.Б, **Нгуен Т.К.** Нейронные сети с вейвлет-преобразованием в задаче обнаружения надводных объектов при условиях плохой видимости // Инженерный вестник Дона, 2025, № 1. (БАК – К2, РИНЦ)

4. **Нгуен Т.К.**, Нгуен М.Т. Задача обнаружения надводных объектов в условиях плохой видимости // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН, 2025, Т. 27, № 1. – С. 171-180. (БАК – К2, РИНЦ)

5. **Cong N.T.** Application of Convolutional Neural Networks with Wavelet Transform to Maritime Border Patrol Tasks // 2024 International Seminar on Electron Devices Design and Production (SED), Sochi, Russian Federation, 2024. – P. 1-3, doi: 10.1109/SED63331.2024.10741061

6. Филимонов А.Б. , Нгуен Т.К. Кластерный метод решения множественной задачи коммивояжера с несколькими депо // Журнал передовых исследований в области естествознания, 2024, № 19. – С. 4-10. (РИНЦ).

Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ:

7. Филимонов А.Б., **Нгуен Т.К.** Программа оптимизации маршрутов полетов группы беспилотных летательных аппаратов. Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ, № 2024685952 от 02.11.2024г.

Рекомендация диссертации к защите

Рассмотренная диссертация представляет собой законченную самостоятельную научно-квалификационную работу автора.

По уровню решения поставленных задач, содержанию и оформлению представленная работа отвечает требованиям, предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

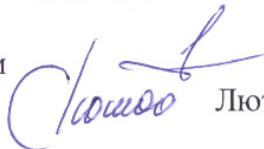
Диссертация Нгуена Тхань Конга «Алгоритмизация маршрутизации и видеомониторинга при групповом патрулировании протяженных территорий беспилотными летательными аппаратами» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.3.1. – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).

Заключение принято на расширенном заседании кафедры автоматических систем Института искусственного интеллекта РТУ МИРЭА.

Присутствовали на заседание 14 чел. (из них членов кафедры – 12 чел.)

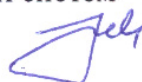
Результаты голосования: «за» – 14 чел., «против» – 0 чел.,
«воздержалось» – 0 чел, протокол № 13 от 30 мая 2025г.

Заведующий кафедрой автоматических систем
д.т.н., профессор



Лютов Г.А.

Учёный секретарь кафедры автоматических систем
к.т.н, ст. преп.



Новоженин М.Б