

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.107.03,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ПРОБЛЕМ
УПРАВЛЕНИЯ ИМ. В.А. ТРАПЕЗНИКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ
НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 4 июня 2026 г., № 6

О присуждении **Московскому Антону Дмитриевичу**, гражданину
Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методы и алгоритмы распознавания сцен для задач глобальной локализации мобильных роботов» по специальности 2.3.5. – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей» принята к защите 23 марта 2026 года (протокол заседания № 4) диссертационным советом 24.1.107.03, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук (117342, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Коньково, ул. Профсоюзная, д. 65, стр.2, приказ Минобрнауки России о выдаче разрешения на создание диссертационного совета № 1179/нк от 12.10.2022 г.).

Соискатель Московский Антон Дмитриевич, рожденный 18.02.1992, в 2015 г. окончил магистратуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)»; в 2019 году окончил аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный исследовательский центр “Курчатовский институт”» (далее НИЦ КИ). В настоящее время работает старшим научным сотрудником лаборатории робототехники Курчатовского комплекса нано-, био-, инфо-, когнитивных и социогуманитарных наук и природоподобных технологий (далее КК НБИКС-ПТ) НИЦ КИ.

Диссертация выполнена в лаборатории робототехники КК НБИКС-ПТ НИЦ КИ. **Научный руководитель** – доктор технических наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории робототехники КК НБИКС-ПТ НИЦ КИ **Карпов Валерий Эдуардович**.

Официальные оппоненты:

Романов Алексей Михайлович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры биокрибернетических систем и технологий, МИРЭА – Российский технологический университет;

Яковлев Константин Сергеевич, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник отдела 71, ФИЦ «Информатика и управление» РАН,

дали **положительные отзывы** на диссертацию.

Ведущая организация – **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систем информатики им. А.П. Ершова Сибирского отделения Российской академии наук** в своем положительном отзыве, подписанном заведующим лабораторией искусственного интеллекта, кандидатом технических наук **Загорулько Юрием Алексеевичем**, и утвержденным директором, доктором физико-математических наук **Пальяновым Андреем Юрьевичем**, указала, что соискатель разработал алгоритмическое и программное обеспечение глобальной локализации мобильных роботов на основе визуальных данных в сложных средах для повышения автономности и функциональности мобильных роботов.

Заключение ведущей организации имеет следующие замечания:

1. В тексте диссертации имеются неточности и описки:

– на стр. 52 в предложении «Измерения R (2.27) выполнены в локальных координатах робота, в то время как положение ориентиров L (2.28) в глобальных координатах карты» перепутана нумерация формул.

– на стр. 54 в предложении «Также стоит отметить, что на практике может использоваться другой критерий остановки (строка 3 алгоритма `sdm_process`), например достижение заданной точности переменных или просто ограничения числа итераций» под критерием остановки алгоритма `sdm_process`, наверное, имеется ввиду строка 7 (`while active_R  $\neq$   $\emptyset$  do`), а не 3 (-- R – функции интерпретации).

– на стр. 82 при описании метрики Degree используется англоязычная нотация (`SuperTrue`, `Wrong` и т.д.) в то время как в формуле 2.85 и далее по всему тексту – русскоязычная (Истина, Ложь и т.д.).

– неудачное расположение таблицы 4.4. на стр. 147 при котором создаётся впечатление, что рассматриваются один и тот же вариант алгоритма `sdm_global_localization` из-за того что приписка «+ `sdm_esis`» попала на следующую страницу.

2. В тексте диссертации не очень четко описана вычислительная сложность алгоритма `sdm_esis` (Табл. 2.12). На стр. 68 говорится: «Вычислительная сложность данного алгоритма вырастает по-прежнему линейна от числа ориентиров, однако в худшем случае квадратична от числа разбиений интервалов...». Наверное, в этом предложении пропущен предлог «но», но даже с учетом этого пред-

лога непонятно – сложность алгоритма является линейной или квадратичной? При этом следует заметить, что разбиение интервального значения n -переменной на две части при поиске точных значений является обычной практикой в n -вычислениях, а не каким-то форс-мажором («худшим случаем» как сказано в тексте диссертации).

3. В экспериментах, связанных с применением N -локализации не указывалось, какой способ остановки использовался для алгоритма `sdm_process`, при том, что характер вычислений в исследуемой области не позволяет использовать «стандартный» критерий остановки, который указан при описании упомянутого алгоритма на стр. 54., ввиду практически бесконечного, но ничтожно малого уточнения N -переменных.

4. Работа построена на использовании семантических карт, однако вопросы их построения находятся за рамками работы, а эксперименты с учётом ошибок, возникающих при их построении проведены только в наиболее простых симуляционных средах.

Отмечено, что указанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы Московского А.Д и её научной и практической ценности.

В отзывах оппонентов имеются следующие замечания:

В отзыве А.М. Романова:

1. Несмотря на отмеченную проблему современных SLAM-технологий по глобальной локализации в однородных пространствах большой размерности, в диссертации отсутствуют результаты экспериментальных исследований, в полной мере отражающих данные условия. Диссертация существенно выиграла бы, если бы, помимо сравнения разработанных решений с известными аналогами на базе модифицированного общедоступного набора данных, был проведён эксперимент на базе практической задачи, требующей глобальной навигации в условиях действительно крупного однородного пространства, включающего большое количество объектов со сходными семантическими признаками, например, промышленного склада.

2. Множество иллюстраций в диссертационной работе и автореферате выполнено с использованием одновременно русского и английского языков, причём речь идёт не просто об использовании устоявшихся терминов и аббревиатур, а просто об использовании части подписей на другом языке (например, рис. 1.2). Также в тексте неоднократно встречается попеременное обозначение одних и тех же сущностей то на русском, то на английском языке (например, ЛОЖЬ и FALSE).

3. Работа содержит большое количество буквенных обозначений в формулах, которые вводятся по тексту работы. С учётом объёма диссертации в 182 страницы, это существенно затрудняет анализ и сопоставление формул в раз-

личных частях работы. С точки зрения улучшения читаемости диссертации необходимо было бы добавить отдельный раздел, обобщающий все используемые буквенные обозначения, а также их физические размерности, в тех случаях, когда это применимо.

В отзыве К.С. Яковлева:

1. При описании задачи распознавания сцен приведен очень абстрактный пример (Рис. 2.1). Для лучшего понимания хотелось бы видеть описание более реалистичного примера.

2. В разделах 2.1.2-2.1.7 предлагается ряд методов и алгоритмов, однако не вполне понятно, является ли каждый последующий алгоритм расширением предыдущих или отдельным методом решения отдельной (под)задачи. Описание того, как представленные в этих пунктах алгоритмы упаковываются в единую систему (или – единый метод) распознавания сцен не приводится.

3. В разделе «2.2.3. Общие принципы формирования Н-модели для задачи локализации» не хватает иллюстративного примера: как устроены функции присваивания и функций проверки корректности для задачи локализации?

4. Отсутствует пояснение к Рис. 3.4 – что за объекты (ориентиры) имеются в рабочей области?

5. Диссертация содержит описание большого числа экспериментальных исследований. При этом часть из описанных в основном тексте экспериментов носит вспомогательных характер. Разумно было бы поместить описание такого рода экспериментов в приложении, а в основном тексте сконцентрироваться на основных эмпирических исследованиях, когда тестируется система локализации в комплексе.

Однако, указанные выше замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

По теме диссертации опубликовано 9 работ, получено 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ и 1 патент на полезную модель. Из них 2 работы опубликованы в рецензируемых научных изданиях перечня ВАК (по специальности 2.3.5) при Минобрнауки РФ; 3 работы опубликованы в изданиях, входящих в базы данных Scopus и WoS; остальные 4 работы опубликованы в прочих изданиях. Недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах отсутствуют.

Наиболее значимые публикации из числа рецензируемых изданий:

1. Московский А.Д. Распознавание сцен в задаче глобальной локализации мобильного робота с использованием моделей векторных представлений изображений и графовых подходов // Управление большими системами. – 2025. – № 114. – С. 307–344. (специальность 2.3.5)

2. Московский А.Д. Применение недоопределённых моделей в задаче глобальной локализации мобильного робота // Проблемы управления. 2025. – № 4. – С. 64–78. (специальность 2.3.5)

3. Moscovsky A. Subdefinite Computations for Reducing the Search Space in Mobile Robot Localization Task // Lecture Notes in Computer Science. – 2021. – Vol. 12948 LNAI. – P. 180–196. (Scopus/WoS).

На диссертацию и автореферат поступили отзывы, все отзывы положительные.

1. Отзыв на автореферат доктора физико-математических наук, заведующего кафедрой нейротехнологий Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Лобачевского, профессора **Казанцева В.Б.**, содержит следующие замечания:

– Эксперименты, проведенные в работе, подтверждают повышение эффективности методов распознавания сцен при использовании визуально-языковых моделей, однако не рассмотрены вопросы чувствительности этих моделей к изменению ракурса в рамках решаемой задачи.

– В качестве альтернатив используемому подходу на основе классических методов поиска изоморфного подграфа, стоило бы рассмотреть использование GNN (Graph Neural Networks), способных за меньшее время давать приближенное решение.

2. Отзыв на автореферат доктора технических наук, профессора кафедры Математическая кибернетика и информационные технологии Московского университета связи и информатики, профессора **Леохина Ю.Л.**, содержит следующие замечания:

– Недостаточно подробно раскрыт вопрос выбора количества гипотез, формируемых методами распознавания сцен и использования полученного коэффициента уверенности.

– Автору стоило бы рассмотреть в работе более поздние аналоги использованной визуально-языковой модели CLIP, например адаптированные к учёту более мелких деталей на изображении.

3. Отзыв на автореферат доктора технических наук, главного научного сотрудника отдела разработки систем радиомониторинга АО «НПК Криптонит», доцента **Лобова Е.М.**, содержит следующие замечание:

– В тексте автореферата недостаточно подробно изложено, в чем именно заключается принципиальное преимущество разработанного подхода и за счет каких механизмов достигается прирост качества.

– Изложение ряда положений в автореферате отличается высокой концентрацией фактического и терминологического материала, что, с одной стороны, свидетельствует о содержательной насыщенности работы, а с другой, несколько затрудняет быстрое выделение ключевых итогов исследования. Для автореферата было

бы полезно чуть более рельефно обозначить центральные результаты и их практическое значение.

4. Отзыв на автореферат кандидата технических наук, младшего научного сотрудника Института проблем передачи информации **Шипитько О.С.**, содержит следующие замечания:

– Несмотря на наличие количественных метрик и сравнений в численных экспериментах, натурные эксперименты на реальных роботах в основном носят демонстрационный характер и ограничиваются подтверждением работоспособности предложенных подходов, что затрудняет объективную валидацию применимости метода вне контролируемых сценариев моделирования и датасетов.

– Несмотря на наличие количественных метрик и сравнений в численных экспериментах, натурные эксперименты на реальных роботах в основном носят демонстрационный характер и ограничиваются подтверждением работоспособности предложенных подходов, что затрудняет объективную валидацию применимости метода вне контролируемых сценариев моделирования и датасетов.

5. Отзыв на автореферат кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника Института прикладной математики им. Келдыша РАН **Кия К.И.**, содержит следующее замечание:

– Хотелось бы кратко характеризовать типы сцен, для которых предложенные методы разрабатывались и давали модели для исследования.

6. Отзыв на автореферат кандидата технических наук, доцента кафедры 704 «Информационно-управляющие комплексы ЛА» Московского авиационного института **Удаловой Н.В.**, содержит следующее замечание:

– В описаниях наблюдаемых сцен не учитываются полезные информативности объектов, что не позволяет оптимизировать структуру описаний и, следовательно, минимизировать требуемые объемы вычислений.

7. Отзыв на автореферат кандидата технических наук, доцента кафедры математического моделирования и искусственного интеллекта Российского университета дружбы народов им. Патриса Лумумбы **Киселева Г.А.**, содержит следующие замечания:

– Обзор современных работ по визуальной локализации и распознаванию сцен в целом отражает выбранную автором парадигму семантических карт, однако связь выполненного исследования с доминирующими в последние годы нейросетевыми и гибридными методами (в том числе в постановке place recognition) могла бы быть раскрыта более последовательно и чётко. В автореферате сравнительный анализ акцентирован прежде всего на работах, близких к использованной семантической модели, и сравнительно слабо обсуждает место предложенных решений на фоне альтернативных подходов, ориентированных на глобальное сопоставление изображений и признаковых описаний сцен. Более

развёрнутый комментарий о границах применимости предлагаемой технологии по отношению к методам place recognition, а также указание причин отказа от их прямого включения в экспериментальное сравнение (особенности симметричных помещений, ракурсные ограничения, отсутствие подходящих симуляторов на момент проведения основной части исследований) сделали бы позицию автора более прозрачной и усилили бы восприятие новизны работы. Метод обработки метеорологической информации мог бы быть более обоснован с точки зрения выбора статистических методов.

– Экспериментальная часть диссертации, безусловно, является её сильной стороной с точки зрения объёма инженерной работы и числа реализованных программных решений. В то же время отдельные аспекты постановки и анализа экспериментов могли бы быть представлены более строго. В ряде случаев статистическая обработка результатов ограничивается демонстрацией графиков и отдельных численных показателей без детального обсуждения устойчивости методов к различным источникам шума и вариативности сцен. Часть экспериментов выполнена на специализированных стендовых конфигурациях и наборах данных, разработанных в организации автора, что потенциально усложняет внешнее сопоставление. Вместе с тем использование модификации открытого набора данных, выложенной автором в открытом доступе, существенно повышает воспроизводимость ключевых результатов, и этот момент, на мой взгляд, стоит подчёркивать сильнее.

– Теоретическое изложение используемых моделей и алгоритмов местами выглядит менее детализированным, чем это могло бы быть в диссертации по специальности 2.3.5. Во второй главе вводится значительное число определений и конструкций, при этом часть методов остаётся в форме алгоритмических схем и эвристических процедур, обоснование которых даётся преимущественно экспериментально. Вместе с тем следует отметить, что в представленной работе акцент сознательно смещён в сторону практических аспектов разработки и внедрения технологий локализации, что соответствует традициям набора советов по техническим наукам и подтверждается масштабом реализованных прототипов и актами внедрения.

8. Отзыв на автореферат кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника, руководителя отдела 71 ФИЦ ИУ РАН **Макарова Д.А.**, содержит следующие замечания:

– Не указаны требования к вычислительным устройствам необходимым для реализации предложенных алгоритмов распознавания сцен.

– Не отмечено влияние вариативности среды (освещение, сезонность) и шумов камер на успешность распознавания сцен.

– Эксперименты в автореферате фокусируются в основном на показателях точности разработанных методов при этом практически не затрагивают вопросы быстродействия. Например, указано что разработанные методы до 4х раз превышают классические по скорости, но отсутствуют абсолютные показатели времени исполнения, которые безусловно представляют интерес в разрезе задачи локализации.

– Уместно было бы привести также результаты экспериментов, отражающих возможности масштабирования предложенной комплексной технологии глобальной локализации, поскольку работа с большими пространствами декларируется во введении как основной вызов перед современными методами.

9. Отзыв на автореферат кандидата физико-математических наук, специалиста АО «НПК Криптонит» **Протопопова А.В.**, содержит следующие замечания:

– Автор недостаточно подробно коснулся темы несоответствий между реальностью и картой (например, в силу устаревания последней).

– Результаты апробации предлагаемой технологии в реальных условиях представлены недостаточно развернуто.

10. Отзыв на автореферат кандидата физико-математических наук, доцента кафедры математического моделирования и искусственного интеллекта Российского университета дружбы народов им. Патриса Лумумбы **Хачумова М.В.**, содержит следующие замечания:

– имеются некоторые неточности в формулировках, так:

1) вместо фразы «положение ориентира, r и α – расстояние и угол до него» лучше сказать «положение ориентира определяется расстоянием r и углом α .»;

2) вместо выражения «сопоставление из множества S в множество M » лучше использовать более распространённый в математике термин «отображение множества S в множество M »;

– соответствие Паспорту специальности избыточно продублировано в разделе «Научная новизна».

11. Отзыв на автореферат кандидата технических наук, доцента Балтийского Федерального Университета им. И. Канта **Толстеля О.В.**, не содержит замечаний.

12. Отзыв на автореферат кандидата технических наук, доцента кафедры прикладной математики Института цифровых технологий и общественных наук ФГБОУ ВО ТГАСУ, **Гедике А.И.** содержит следующее замечание:

– к сожалению, рамки автореферата не позволили автору достаточно полно представить практическую апробацию в реальных экспериментах.

Во всех отзывах, имеющих замечания, отмечено, что замечания не снижают теоретической и практической значимости полученных результатов и не влияют

на положительную оценку диссертационного исследования, а Московский А.Д. заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 2.3.5. – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован профилем их научной деятельности и профессиональных интересов, подтвержденных публикациями в рецензируемых изданиях.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **предложен** метод распознавания сцен на основе поиска изоморфного подграфа с учетом визуального сходства и его реализация, повышающие точность получаемого решения в диапазоне 13-49% в сравнении с современными аналогами;

- **предложен** метод и алгоритмы недоопределённой локализации, позволяющие проводить как глобальную, так и пошаговую (непрерывную) локализацию в ограничениях (интервалах), что позволяет уточнять положение классическими методами локализации, тем самым повышая до порядка общую точность и/или скорость локализации;

- **предложена** комплексная технология глобальной локализации, включающая разработанные алгоритмы распознавания сцен и недоопределённой локализации, а также модификации классических алгоритмов локализации с использованием облаков точек, позволяющая повысить точность (от 5 до 48% по метрике попадания положения робота в доверительный интервал) и скорость процедуры (до 4х раз в сравнении с геометрическими методами) глобальной локализации по визуальным ориентирам и дальномерным данным;

- **разработан** алгоритм формирования набора данных на основе KITTI-360, а также **предложены** метрики, позволяющие проводить оценку качества алгоритмов распознавания сцен.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что **разработаны** новые методы распознавания сцен, способные учитывать, как визуальное сходство отдельных объектов, так и геометрические особенности наблюдаемой сцены. А также **предложенный** метод недоопределенной локализации может быть использован для сужения области поиска и отсеивания ложных гипотез, полученных от метода распознавания сцен.

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

- разработанная комплексная технология повышает эффективность решения задачи глобальной локализации мобильных роботов на больших\симметричных\повторяемых пространствах и тем самым расширяет их автономность и функциональность;

- разработанная комплексная технология и отдельные её части в виде соответствующего программного обеспечения использованы в НИР Электростальского института (филиала) Московского политехнического университета при создании системы локализации по визуальным ориентирам подвижной платформы для проведения подспутниковых измерений; а также в различных НИР НИЦ КИ в области создания систем технического зрения и локализации по визуальным ориентирам для наземных роботов; а также в учебном процессе КНТ МФТИ (Физтех-школа природоподобных, плазменных и ядерных технологий им. И.В. Курчатова), что подтверждено актами о внедрении.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- **теория и подходы**, используемые при разработке указанных методов и технологии, а также соответствующего программного обеспечения, основываются на адекватных постановках задач и согласуются с данными публикаций по тематике исследований. Разработанное программное обеспечение успешно прошло апробацию, что подтверждается соответствующими актами о внедрении, зарегистрированными результатами интеллектуальной деятельности и публикацией результатов диссертации в рецензируемых изданиях;

- **научные результаты**, представленные в диссертации, не противоречат общепринятым концепциям и положениям, научные выводы подтверждаются результатами имитационного моделирования и проведенных экспериментальных исследований.

Все исследования, представленные в диссертационной работе, проведены **лично соискателем** в процессе научной деятельности. Из совместных публикаций в диссертацию включен тот материал, который непосредственно принадлежит соискателю.

На заседании 4 июня 2026 г. диссертационный совет принял решение присудить Московскому А.Д. ученую степень кандидата технических наук за решение актуальной научно-технической задачи по разработке и внедрению информационных технологий в робототехнических системах.

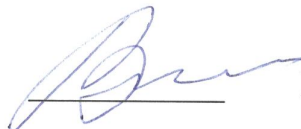
При проведении тайного голосования по вопросу о присуждении Московскому Антону Дмитриевичу ученой степени кандидата технических наук, из 16 человек, входящих в состав совета, присутствовали и голосовали 12 членов диссертационного совета, из них 6 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации. Результаты голосования: за – 11, против – 0, недействительных бюллетеней – 1.

Зам. директора по научной работе
д.т.н.



Краснова С.А.

Председатель диссертационного
совета 24.1.107.03, д.т.н.



Вишневский В. М.

Ученый секретарь диссертационного
совета 24.1.107.03, д.т.н.



Барабанова Е. А.

4 июня 2026 года