

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации ГУЖВЫ Никиты Сергеевича на тему «Идентификация светофоров на основе 3D измерений нейронных сетей в мультикамерных системах помощи водителю трамвая», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» и состоявшейся в НИТУ МИСИС 04 марта 2026г.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ МИСИС 25.12.2025г., протокол №35.

Диссертация выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (НИТУ МИСИС) на кафедре инженерной кибернетики института Информационных технологий и компьютерных наук.

Научный руководитель – Садеков Ринат Наилевич, доктор технических наук, профессор кафедры инженерной кибернетики НИТУ МИСИС.

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ МИСИС (протокол №35 от 25.12.2025г.) в составе:

1. Темкин Игорь Олегович, д.т.н., заведующий кафедрой автоматизированных систем управления НИТУ МИСИС – председатель комиссии;
2. Гончаренко Сергей Николаевич, д.т.н., профессор кафедры автоматизированных систем управления НИТУ МИСИС;
3. Куприянов Вячеслав Васильевич, д.т.н., профессор кафедры автоматизированных систем управления НИТУ МИСИС;
4. Прохорцов Алексей Вячеславович, д.т.н., заместитель директора высокоточных систем им. В.П. Грязева федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тульский государственный университет
5. Соколов Сергей Михайлович, д.ф.-м.н., профессор, главный научный сотрудник федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук»;

В качестве ведущей организации утверждено федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра Великого, (г. Санкт-Петербург).

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- Обоснован выбор архитектуры системы помощи водителя трамвая и инструментов для реализации цели исследования.
- Разработана методика объединения результатов детекции светофоров на изображениях при использовании отдельных камер (межкадровый трекинг) и

совокупности камер (межкамерный трекинг) на основе “взвешенных” комбинированных метрик схожести.

- Разработан алгоритм оценивания положения светофоров в пространстве на основе модифицированного фильтра Калмана с учётом детекций на изображении.
- Разработан алгоритм идентификации светофоров за счет сопоставления полученных координат детекций с координатами светофоров, зафиксированных в картах.
- Разработана методика оценки точности алгоритма идентификации, учитывающая действия водителя и позволяющая идентифицировать светофор без проведения разметки данных.

#### **Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

1. Автором предложена оригинальная методика комплексирования данных в мультикамерной системе. В отличие от известных геометрических подходов, которые часто дают сбои при высоком уровне шума измерений и рассинхронизации камер, диссертант разработал комбинированный критерий, объединяющий пространственные координаты и семантические векторы признаков, генерируемые нейросетью. Это впервые позволило реализовать устойчивое сопровождение светофорных объектов в системе разнофокусных камер с различными углами обзора и обеспечило формирование единой непротиворечивой модели дорожной сцены по данным асинхронных источников

2. Предложен принципиально новый подход к обработке измерений 3D нейросети, обеспечивающий повышение точности локализации объектов. Автор обоснованно отказался от классической линеаризации уравнений наблюдения, характерной для расширенного фильтра Калмана, в пользу сигма-точечного фильтра с тесно связанной архитектурой, что позволило корректно учесть нелинейные искажения оптики и повысить точность оценивания вектора состояния системы в условиях высокой неопределенности параметров модели наблюдения.

3. Разработана методика оценки точности алгоритма идентификации, основанная на введенном автором новом перечне режимов функционирования, состояний системы и внешних событий. Предложенная методика позволяет перейти от статических метрик к динамической оценке качества работы алгоритмов в контексте реальных сценариев проезда перекрестков, используя действия водителя как эталон для верификации принимаемых решений.

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

1. Разработанная методика межкамерного трекинга позволила отказаться от использования дорогостоящих лидарных сенсоров в пользу комбинации узкоугольных и широкоугольных камер, что существенно снизило себестоимость конечного изделия.
2. Применение алгоритмов нелинейной фильтрации на базе UKF обеспечило расширение зоны уверенного детектирования до 150 метров, что позволяет минимизировать ошибки сопоставления данных технического зрения с картой,

обеспечивая своевременное принятие решений о необходимости остановки транспортного средства и инициирование алгоритмов плавного торможения.

3. Разработанное программно-алгоритмическое обеспечение обладает свойством инвариантности к аппаратной платформе, что позволяет интегрировать программные модули в системы управления различных типов подвижного состава.
4. Реализованная в работе методика «теневой» валидации, позволяет сократить цикл тестирования новых версий ПО, обеспечивая возможность быстрой адаптации системы к новым маршрутам.

#### **Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:**

достоверность полученных в процессе исследований и разработок результатов обеспечивается корректным применением методов системного анализа пространственных данных, теории фильтрации, а также нейросетевых моделей и алгоритмов. Работоспособность методик и алгоритмов подтверждена масштабным внедрением, а именно: системы помощи водителю с разработанным программным обеспечением многократно тестировались в ходе специальных контрольных мероприятий и установлены на более чем 300 трамвайных вагонах в Санкт-Петербурге (СПб ГУП «Горэлектротранс»). Результаты исследований докладывались на ведущих профильных конференциях и защищены патентами.

**Личный вклад соискателя состоит** в проведении детального анализа проблемной области для формулирования задач исследования, непосредственном участии в сборе и анализе исходных данных, в обработке и интерпретации результатов компьютерных и натуральных экспериментов, в получении основных научных результатов, а именно: в разработке методик и алгоритмов, обеспечивающих требуемую точность и оперативность идентификация светофоров на основе 3D измерений нейронных сетей в мультикамерных системах помощи водителю трамвая, а также в подготовке публикаций по выполненной работе

Соискателем опубликовано 2 печатных работы в изданиях из перечня, утвержденного ВАК Минобрнауки России, он является со-автором 3 патентов на изобретение.

Пункт 2.6 Положения о присуждении ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук НИТУ МИСИС соискателем ученой степени не нарушен.

Диссертация **Гужвы Никиты Сергеевича** соответствует критериям п.2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС, так как в ней, на основании выполненных автором исследований решена научно-техническая задача, заключающаяся в разработке алгоритмов детекции и валидации светофоров бортовой системой помощи водителя трамвая на основе оригинальной методики комплексирования информации, полученной с разнофокусных камер, что существенно влияет на безопасность движения, обеспечивая своевременное принятие решений о необходимости остановки транспортного средства с учетом плавности торможения.

Научная специальность полностью соответствует паспорту специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» (п. 5 - Разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта и п.9 - Разработка проблемно-ориентированных систем управления, принятия решений и оптимизации технических объектов.).

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Гужве Никите Сергеевичу ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

#### **Результаты голосования**

При проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 4 человек, участвовавших в заседании из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала:

за - 4 (четыре) ,

против - нет,

недействительных бюллетеней - нет.

Председатель Экспертной комиссии  
д.т.н., заведующий кафедрой  
автоматизированные системы управления  
НИТУ МИСИС



Темкин И.О.

«6»марта 2026г.