

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.277.04, СОЗДАННОГО  
НА БАЗЕ ФГБОУ ВО «УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ» ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 21.09.2022 № 16

О присуждении Чан Ван Туан, гражданину Социалистической республики Вьетнам, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Автономный контроль приемников спутниковых навигационных систем для повышения информационной надежности системы управления движением наземного робота» по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления принята к защите 22.06.2022 (протокол заседания № 8) диссертационным советом Д 212.277.04, созданным на базе ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» (432027, г. Ульяновск, ул. Северный венец, д. 32) №678/НК ОТ 18.11.2020.

**Соискатель** Чан Ван Туан 01 Февраля 1987 года рождения. В 2013 году соискатель окончил ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» по специальности «Приборостроение». В 2016 - 2022 году обучается в аспирантуре Ульяновского государственного технического университета по направлению подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника». Диссертация выполнена на кафедре «Измерительно-вычислительные комплексы» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет».

**Научный руководитель** – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Измерительно-вычислительные комплексы» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» Киселев Сергей Константинович.

**Официальные оппоненты:**

**Иванов Александр Васильевич**, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», профессор кафедры «Радиотехника»;

**Приходько Виктор Владимирович**, к. ф.-м. н., ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», старший научный сотрудник Научно-исследовательского технологического института им. С.П. Капицы

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** - Федеральный научно-производственный центр АО «НПО «Марс», г. Ульяновск, в своем положительном отзыве, подписанном Пифтанкиным А.Н., кандидатом технических наук, главным специалистом ФНПЦ АО «НПО «Марс» и Павлыгиным Э.Д., кандидатом технических наук, главным специалистом ФНПЦ АО «НПО «Марс», утвержденном генеральным директором ФНПЦ АО «НПО «Марс», кандидатом технических наук, Маклаевым В.А., указала, что диссертация является законченной научно квалификационной работой, которая посвящена решению важной научной задачи и содержит значимые научные и практические результаты.

Соискатель имеет 11 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 11 работ, из них в рецензируемых научных изданиях из списка ВАК опубликовано 2 работы, получен 1 патент на полезную модель.

Общий объем опубликованного материала составляет 66 м.п. страниц, авторский вклад – 54 м.п. страницы (82 %). Недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах в диссертационной работе отсутствуют.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Чан, В.Т. Оценка достоверности данных спутниковой навигационной системы при управлении движением наземных мобильных роботов / С.К. Киселев, В.Т. Чан // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2021. – Т. 10. – № 2 (54). – С. 12-15.

2. Чан, В.Т. Управление движением наземного мобильного робота при нарушении целостности навигационных данных спутниковой навигационной системы / С.К. Киселев, В.Т. Чан // Автоматизация процессов управления. – 2021. – № 2 (64). – С. 4-12.

3. Устройство управления мобильным роботом / С.К. Киселев, В.Т. Чан. // Патент на полезную модель 209590 U1. Заявка № 2021122819 от 29.07.2021. – Опубликовано 17.03.2022. – Бюл. №8.

4. Чан, В.Т. Алгоритм оценки достоверности данных спутниковой навигационной системы при управлении траекторным движением наземных мобильных роботов / В.Т. Чан, С.К. Киселев // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XVIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Томск, 22–26

Марта 2021 г.) / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2021. – С. 407-408.

5. Чан, В.Т. Управление движением наземного мобильного робота при нарушении целостности навигационных данных спутниковой навигационной системы / В.Т. Чан, С.К. Киселев // Научно-техническая конференция "Интегрированные системы управления"(Россия, г. Ульяновск, 18 - 19 мая 2021 г.): Сб. науч. тр. – Ульяновск: ФНПЦ АО «НПО «Марс», 2021. – С. 64-72.

На диссертацию и автореферат поступило 5 отзывов: все отзывы положительные, во всех 5 отзывах имеются замечания.

1. В отзыве главного научного сотрудника АО «Концерн «Центральный научно-исследовательский институт «Электроприбор», г. Санкт-Петербург, доктора технических наук, профессора Колесова Николая Викторовича указано замечание: в качестве недостатка работы можно было бы отметить отсутствие сопоставления с техническими решениями, предполагающими введение незначительной избыточности, например, в виде микромеханического гироскопа.

2. В отзыве профессора кафедры электронного приборостроения и менеджмента качества ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ», г. Казань, доктора технических наук, профессора Солдаткина В.М. имеются замечания: не сформулирована научная задача исследования, а приводятся направления ее решения; не приведена реализация и внедрение результатов исследования, однако этот этап весьма трудоемкий и представляет собой самостоятельное исследование и разработку; рисунок 2 автореферата мало информативен, а блок «Ошибки измерений» необходимо заменить на «Оценка погрешности измерения».

3. В отзыве директора Алатырского филиала ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н.Ульянова», кандидата технических наук, доцента Пичугина В.Н. имеются замечания: не указано какие виды отказов приемника спутниковой навигационной системы можно определять разработанными средствами; чем ограничено использование разработанных средств для контроля других видов навигационных систем, например, инерциальных.

4. В отзыве заместителя начальника ТКО-1 по датчикам АО «Аэроприбор-Восход» г. Москва, кандидата технических наук Винокурова Л.Н. указаны замечания: в материалах по третьей главе указано, что резкое изменение направления движения

наземного робота может быть причиной ложного определения алгоритмическими средствами недостоверности навигационных данных, но не описано, как данная проблема решается в предложенном алгоритме контроля приемника спутниковой системы; в описанных в автореферате алгоритмических решениях по повышению информационной надежности системы управления не предусмотрено комплексирование данных приемника спутниковой навигационной системы с данными измерения локального положения робота, однако такие средства (инфракрасный и ультразвуковой датчики расстояния) есть в составе системы управления, рассмотренной в главе 4; определение скорости движения робота по напряжению на двигателях в реальных условиях эксплуатации может иметь значительные погрешности при наличии внешних воздействующих факторов (ветер, снег, состояние покрытия дороги), а также изменение рельефа местности. Поэтому корректнее измерять частоту вращения колес по сигналам от соответствующих датчиков; учитывая наличие алгоритма определения пройденного расстояния без СНС, для повышения автономности робота в том числе в условиях боевых действий и подавления сигналов СНС противником, имеет смысл задействовать в алгоритме управления информацию, как минимум, от магнитного компаса.

5. В отзыве заведующего кафедрой приборостроения Чистопольского филиала «Восток» ФГБОУ «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ», г. Чистополь, кандидата технических наук, доцента Прохорова С.Г. имеются замечания: в работе смоделирована система управления роботом с отрицательной обратной связью по координатам мобильного робота. В тексте автореферата нет объяснений почему именно такая система управления была выбрана для моделирования. по результатам исследования способа управления мобильным роботом с переключением на модель при отказах приемника СНС в таблице 2 показано, что абсолютная погрешность и СКО отклонения от заданной траектории не превышает нескольких метров, но нигде не указана собственная погрешность определения координат приемником СНС, используемым в системе.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой компетенцией, научными достижениями и наличием публикаций в соответствующей отрасли науки. Официальные оппоненты не имеют совместных проектов и совместных публикаций с соискателем.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработаны:**

- алгоритм автономного контроля приемника СНС в системе управления наземным роботом, реализующий методы обнаружения отказов на основе уравнений соответствия и учитывающий дополнительную информацию о параметрах движения мобильного робота. Разработанный алгоритм при одинаковых параметрах возникающих информационных отказов позволяет обнаружить ошибку за меньшее в (3-4) раза время, чем алгоритм на основе фильтра Калмана;

- способ управления мобильным роботом, позволяющий при возникновении информационных отказов приемника СНС уменьшить погрешности движения робота по заданной траектории в (2-10) раз, что повышает информационную надежность системы управления мобильным роботом;

- система управления мобильным роботом для реализации предложенного способа управления с автономным контролем приемника СНС. Система аппаратурно безызбыточна, обладает пониженным энергопотреблением, стоимостью и габаритами;

**предложено:**

- обнаруживать информационные отказы приемника СНС на основе уравнений соответствия, устанавливающих логические и параметрические взаимосвязи между процессами, происходящими в различных элементах системы управления роботом;

- осуществлять управление движением робота при возникновении информационных отказов приемника СНС по координатам, вычисленным по динамической модели робота.

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

доказана перспективность использования предложенных технических решений для повышения информационной надежности системы управления мобильным наземным роботом;

**применительно к проблематике диссертационно использованы** методы теории автоматического управления, методы статистической обработки экспериментальных данных и цифровой обработки сигналов, методы компьютерного имитационного моделирования;

**изложены** причины частого нарушения целостности навигационных данных и возникновения информационных отказов в системе управления при нахождении

мобильного робота с приемником СНС на поверхности земли на местности со сложным рельефом или в городских условиях;

**раскрыто** влияние информационных отказов, возникающих в системе управления мобильным наземным роботом, на погрешности движения робота по заданной траектории;

**изучены** существующие алгоритмы определения целостности навигационных данных (бортового мониторинга целостности; автономного контроля целостности навигационных данных). Показана перспективность использования автономного контроля целостности навигационных данных для систем управления наземными мобильными роботами.

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

**результаты разработок** использованы в Центре новых информационных технологий Ульяновского государственного технического университета при работе над проектом в сфере беспилотного транспорта и искусственного интеллекта для совершенствования беспилотного автомобиля «ГАЗель NEXt» при подготовке его для участия в соревнованиях «Робокросс-2021»;

**определены** характеристики быстродействия алгоритма автономного контроля приемника СНС при обнаружении информационных отказов и степень уменьшения погрешности движения робота по заданной траектории при возникновении информационных отказов приемника СНС, обеспечиваемая предложенным способом управления мобильным роботом;

**разработана** структурная схема системы управления мобильным роботом с автономным контролем приемника СНС, обеспечивающая аппаратурную безызбыточность, пониженное энергопотребление, стоимость и габариты без снижения точности, помехозащищенности и информационной надежности системы;

**представлены** перспективы использования предложенных технических решений для контроля аппаратных отказов и дополнительного повышения надежности системы управления мобильным роботом и исключения возникновения аварийных ситуаций при его эксплуатации.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для результатов моделирования** достоверность подтверждается тем, что предложенная модель наземного робота с системой управления с приемником СНС

проверена методом детерминированного случая, подтверждена ее адекватность и соответствие целям разработки;

**теория** построена с использованием известных методов теории автоматического управления, методов математического моделирования, статистической обработки экспериментальных данных и цифровой обработки сигналов;

**использованные** при моделировании данные по зонам видимости навигационных спутников и эфемериды определены по альманахам глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС), расчеты проведены на основе нормативных документов ГНСС;

**установлено** сокращение в (3-4) раза времени обнаружения отказа разработанным алгоритмом автономного контроля приемника СНС по сравнению с известным алгоритмом автономного контроля целостности навигационных данных на основе фильтра Калмана при одинаковых параметрах возникающих информационных отказов;

**использованы** для обработки результатов и численного моделирования среды Excel, GPX\_Editor, Matlab/Simulink.

**Личный вклад соискателя** состоит в формулировке цели научного исследования, постановке задач, выборе и обосновании путей их решения, получении всех основных алгоритмических и технических решений, разработке модели работа с системой управления, в планировании и проведении вычислительных экспериментов, анализе и обработке полученных результатов; в подготовке публикаций по тематике работы.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

- в работе не проведено сопоставление полученных решений с техническими решениями, предполагающими введение избыточности по измеряемым навигационным параметрам;

- не проведено исследование применимости полученных решений для других видов информационных отказов, кроме «замораживания» сигнала на выходе приемника СНС;

- сравнение характеристик разработанного алгоритма контроля приемника СНС проведено только с одним алгоритмом обнаружения информационных отказов на основе невязок фильтра Калмана.

Соискатель Чан Ван Туан ответил на заданные в ходе заседания вопросы, согласился с замечаниями и пояснил, что одной из задач диссертации было получение технических решений, повышающих информационную надежность систем управления мобильным наземным роботом с одним устройством определения навигационных параметров – приемником СНС, без введения избыточности данных.

**На заседании 21.09.2022 диссертационный совет принял решение:**

Представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук квалифицируется как «новое решение важных прикладных задач, используемых в промышленности». Диссертация представляет собой законченное исследование, являющееся решением важной научно-технической задачи в области исследования и разработки элементов и устройств вычислительной техники и систем управления – задачи повышения информационной надежности системы управления движением наземного робота на основе автономного контроля приемника СНС.

Присудить Чан Ван Туан ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 16, против – нет.

Председатель

диссертационного совета



Ярушкина Надежда Глебовна

Ученый секретарь

диссертационного совета

Наместников Алексей Михайлович

21.09.2022