

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«КОНЦЕРН «МОРИНФОРМСИСТЕМА-АГАТ»



ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ

«Марс»



Система менеджмента качества
сертифицирована



ФНПЦ АО «НПО «Марс»
Солнечная ул., д. 20,
Ульяновск, 432022
РОССИЯ

Для телеграмм: «ИСКРА»
Тел.: (8422) 52-47-22,
(8422) 26-28-88
Факс: (8422) 55-30-23

E-mail: mars@mv.ru
http:// www.npomars.com

ОКПО 07538257
ОГРН 1067326003027
ИНН/КПП 7303026811/732801001



№ _____
На № _____ от _____

«УТВЕРЖДАЮ»
Генеральный директор
ФНПЦ АО «НПО «Марс»,
кандидат технических наук



В.А. Маклаев
" 06. 09.

В.А. Маклаев

2022 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Чан Ван Туана «Автономный контроль приемников спутниковых навигационных систем для повышения информационной надежности системы управления движением наземного робота», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления»

Актуальность темы диссертации

В современных условиях, на текущем уровне развития средств мобильной робототехники проблема помехозащищенности и информационной надежности безызбыточных систем управления становится особенно острой. Она тесно связана с целостностью и достоверностью определения навигационных данных, которая отражает способность навигационного комплекса непрерывно поддерживать требуемые тактико-технические характеристики в изменяющихся условиях эксплуатации.

Традиционные подходы к обеспечению целостности навигационных систем, опирающиеся на обнаружение отказавших модулей, исключение их из структуры системы и реконфигурацию оборудования за счет аппаратурной избыточности, не могут быть применены в таких системах по причине их удорожания.

В связи с расширением областей применения средств мобильной робототехники и, прежде всего, в городских и промышленных условиях, возрастает вероятность параметрической неопределенности определения навигационных данных, поступающих в обработку со стороны аппаратуры потребителей спутниковых навигационных систем (приемник СНС). Повышение информационной надежности системы может быть обеспечено как за счет технического совершенствования средств самого приемника спутниковых навигационных систем (СНС) так и алгоритмически.

Таким образом, диссертация Чан Ван Туана посвящена решению актуальной задачи повышения информационной надежности системы управления движением наземного робота при возникновении информационных отказов приемника СНС. В работе рассматриваются автономные алгоритмические способы контроля приемников СНС и предлагаются технические решения по повышению информационной надежности системы управления.

Структура и содержание диссертационной работы.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка использованной литературы из 134 наименований и 4 приложений. Основной текст работы изложен на 160 стр., список литературы содержит 14 страниц, приложения - 18 страниц. В приложениях приведены: модель алгоритма определения координат приемника СНС в среде Simulink на Matlab, дополнительные результаты моделирования движения робота по различным функционально заданным траекториям, акт использования результатов диссертационной работы, копия патента на полезную модель по теме диссертационной работы.

В первой главе рассмотрены основные методы и средства определения положения наземного робота при управлении его движением, показаны преимущества и недостатки использования СНС для глобальной навигации, определены основные причины отказов навигационной системы робота. Применительно к управлению движением робота рассмотрено понятие информационной надежности и проанализированы ее показатели.

Во второй главе разработана модель наземного робота с системой управления на базе приемника СНС, позволяющая исследовать влияние

информационных отказов приемника СНС на работу системы управления. Модель разработана и реализована в среде Simulink на Matlab и протестирована методом детерминированного случая. Описаны алгоритмы обнаружения нарушений целостности навигационных данных и методы повышения информационной надежности системы.

В третьей главе представлены результаты разработки и исследования алгоритмов контроля приемника СНС в системе управления наземным роботом. Предложен алгоритм автономного контроля приемника СНС, реализующий методы обнаружения ошибок на основе уравнений соответствия и учитывающий дополнительную информацию о параметрах движения мобильного робота.

В четвертой главе рассматривается способ управления мобильным роботом на основе автономного контроля приемника СНС, обеспечивающий повышение информационной надежности системы управления, предложена структурная схема системы управления для реализации способа. Показано, что использование способа позволяет уменьшить как максимальные отклонения траектории робота от заданной, так и среднеквадратичное отклонение, от 2 до 10 раз.

Научная новизна и достоверность полученных результатов

Научной новизной обладают следующие результаты диссертационной работы

1. Модель наземного робота с системой управления на базе приемника СНС, позволяющая моделировать возникновение информационных отказов приемников СНС, разрабатывать и исследовать алгоритмы обнаружения нарушения целостности навигационных данных, способы повышения информационной надежности системы.

2. Алгоритм автономного контроля приемника СНС в системе управления наземным роботом, учитывающий параметры движения робота и позволяющий определять возникновение информационных отказов, приводящих к нарушению целостности навигационных данных.

3. Способ повышения информационной надежности системы управления, обеспечивающий снижение погрешности движения наземного робота.

Достоверность полученных результатов обосновывается корректностью применения апробированного в научной практике исследовательского и математического аппарата; непротиворечивостью применяемых моделей и методов, результатами модельных исследований предложенных технических решений

Ценность результатов диссертационной работы для науки и практики

Научная ценность результатов работы заключается в том, что модель системы управления движением наземного робота позволяет исследовать возникновение различных информационных отказов приемника СНС и возникающие при этом нарушения целостности навигационных данных; оценивать влияние информационных отказов приемника СНС на характеристики движения робота; разрабатывать и исследовать алгоритмы контроля целостности навигационных данных; реализовывать и исследовать различные алгоритмы управления наземным мобильным роботом. Алгоритм автономного контроля информационных отказов приемника СНС и способ повышения информационной надежности системы управления могут быть применены для обнаружения различных видов отказов в навигационной системе и способов парирования последствий возникновения таких отказов для исключения аварийных ситуаций при эксплуатации автономных роботов.

Практическая значимость работы состоит в том, что предложенный комплекс технических решений может быть реализован в аппаратурно безызбыточной системе, с минимальными энергопотреблением, стоимостью и габаритами.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Основные результаты диссертационной работы могут быть использованы в организациях, занимающихся разработкой и производством наземных мобильных роботов различных назначений, например, ООО «Сервосила», г. Дубна, Научно-производственное предприятие «ИТЭЛМА», г. Москва, Компания MetraRobotics, г.Обнинск и др. Кроме того результаты диссертации могут быть использованы в учебных организациях, центрах и лабораториях, занимающихся реализацией образовательных программ по мобильной робототехнике.

Соответствие требованиям по выполнению и оформлению диссертационной работы.

Диссертация написана грамотным техническим языком. Обзор и аналитическая часть раскрывают современное состояние предметной области. Постановка цели диссертационного исследования обоснована, задачи

раскрыты, положения, заключения и выводы достаточно аргументированы. Структура диссертации логична.

Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 11 печатных работах, в том числе в 2 статьях в российских рецензируемых научных журналах из Перечня, рекомендованного ВАК РФ, получен патент на полезную модель.

Положения диссертации докладывались на следующих конференциях:

XVIII Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «молодежь и современные информационные технологии» (МСИТ-2021) (Россия, Томск, 2021 г.); Научно-техническая конференция "Интегрированные системы управления", ФНПЦ АО «НПО Марс» (Россия, г. Ульяновск, 2021 г.); XII Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Информатика, моделирование, автоматизация проектирования» (ИМАП - 2020) (Россия, г. Ульяновск, 2020 г.); XI Всероссийская научно-техническая конференция аспирантов, студентов и молодых ученых «Информатика и вычислительная техника» (ИВТ-2019) (Россия, г. Ульяновск, 2019 г.); XII Всероссийская научно-техническая конференция аспирантов, студентов и молодых ученых «Информатика и вычислительная техника» (ИВТ-2020) (Россия, г. Ульяновск, 2020 г.); на 53, 54, 55 Научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава Ульяновского государственного технического университета «Вузовская наука в современных условиях» (Россия, г. Ульяновск, 2019, 2020, 2021 г.г.).

Автореферат полностью отражает содержание диссертационной работы.

Замечания по диссертационной работе.

1. В работе рассматривается случай и получаются решения, когда для определения положения мобильного наземного робота используется единственное устройство - приемник СНС, т.е. все варианты комплексирования навигационных данных исключены. Такая постановка задачи представляется сильно ограниченной. В реальных системах всегда существуют устройства, позволяющие оценить изменение положения робота на основе учета его локального перемещения (одометры, ультразвуковые датчики расстояния и т.п.). Использование этой информации, во-первых, упрощает контроль целостности данных глобальной навигации и, во-вторых, повышает информационную надежность системы управления в целом.

2. Предложенный в диссертации алгоритм контроля приемника СНС позволяет определить только случай «замораживания» навигационных данных на его выходе. Случаи других информационных отказов (повышение

уровня шума в данных, появление дрейфа сигналов и др.) в работе не рассмотрены.

3. В выводах по 3 главе указано, что к достоинствам предложенного алгоритма контроля приемника СНС можно отнести то, что время контроля в нем может быть задано, как параметр алгоритма. Однако, как выбрать время контроля с учетом реального быстродействия системы управления и используемой в системе частоты опроса приемника СНС не рассмотрено.

4. В разделе 3.4, где рассматривается алгоритм обнаружения информационных отказов приемника СНС на основе невязок фильтра Калмана, приводится описание применения этого алгоритма для контроля каналов инерциально-спутниковой навигационной системы летательного аппарата. Не ясно почему в качестве примера взята именно такая система, т.к. трехмерная навигация и рассматриваемая комплексная навигационная система более сложны, чем исследуемые в диссертационной работе.

5. В предложенном способе управления мобильным роботом на основе автономного контроля приемника СНС предлагается использовать для управления при информационных отказах приемника математическую модель робота, но в ней невозможно учесть реальные физические условия движения робота (проскальзывания или различное сцепление с поверхностью колес робота, движение по наклонным плоскостям, отличия в диаметрах колес и т.п.), что приведет к погрешностям движения по требуемым траекториям.

6. В диссертации не указано какие конкретно решения, полученные в диссертационной работе, использованы в беспилотном автомобиле «ГАЗель NEXt» и какой технический результат при этом достигнут.

7. В тесте работы встречаются стилистические ошибки и несогласованные предложения.

Отмеченные недостатки носят частный характер и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

Заключение.

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему. Новые научные результаты, полученные в диссертации, направлены на решение научной задачи, имеющей важное значение для развития систем управления мобильными наземными роботами. Работа Чан Ван Туана является самостоятельным научно-исследовательским трудом для областей исследований, перечисленных в паспорте специальности 05.13.05 – «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления», а именно, п. 4 – «Разработка научных подходов, методов, алгоритмов и программ, обеспечивающих надежность, контроль и

диагностику функционирования элементов и устройств вычислительной техники и систем управления».

Представленная диссертация на тему «Автономный контроль приемников спутниковых навигационных систем для повышения информационной надежности системы управления движением наземного робота» отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней» утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 (в ред. на 20 марта 2021 года) и содержит решение актуальной задачи повышения информационной надежности системы управления движением наземного робота, а ее автор, Чан Ван Туан заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления».

Диссертационная работа Чан Ван Туана «Автономный контроль приемников спутниковых навигационных систем для повышения информационной надежности системы управления движением наземного робота», на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления» рассмотрена и обсуждена на заседании секции №1 НТС ФНПЦ АО «НПО «Марс» 2 сентября, протокол № 3.

Отзыв составили:

Главный специалист

ФНПЦ АО «НПО «Марс»,

кандидат технических наук

А.Н. Пифтанкин

Главный специалист

ФНПЦ АО «НПО «Марс»,

кандидат технических наук

Э.Д. Павлыгин

Информация об организации:

Федеральный научно-производственный центр АО «Научно-производственное объединение «Марс», Россия, г. Ульяновск, ул. Солнечная, д. 20, тел: (8422) 52-47-22, электронная почта: mars@mv.ru, сайт: www.npomars.com