

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.03 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

Аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 30.09.2014 № 11

О присуждении Подкорытову Андрею Николаевичу, гражданину РФ, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Высокоточное местоопределение в глобальных навигационных спутниковых системах в абсолютном режиме за счёт разрешения неоднозначности псевдофазовых измерений» по специальности 05.12.14 - «Радиолокация и радионавигация» принята к защите 10 июня 2014 г, протокол №4 диссертационным советом Д 212.125.03 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», 125993, Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, 4, приказ о создании совета № 105/нк от 11.04.2012.

Соискатель Подкорытов Андрей Николаевич 1987 года рождения, в 2010 году окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (государственный технический университет)». В период подготовки диссертации соискатель обучался в очной целевой аспирантуре кафедры «Радиосистемы и комплексы управления, передачи информации и информационная безопасность» факультета «Радиоэлектроника летательных аппаратов» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт

(национальный исследовательский университет)», которую окончил в 2014 году. В настоящее время соискатель работает старшим преподавателем кафедры «Радиосистемы и комплексы управления, передачи информации и информационная безопасность» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» на кафедре «Радиосистемы и комплексы управления, передачи информации и информационная безопасность» факультета «Радиоэлектроника летательных аппаратов».

Научный руководитель – доктор технических наук, **Поваляев Александр Александрович**, профессор кафедры «Радиосистемы и комплексы управления, передачи информации и информационная безопасность» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Официальные оппоненты:

1. **Харисов Владимир Назарович**, доктор технических наук, профессор, директор департамента навигационных и связных систем ОАО «ВНИИР-Прогресс».
 2. **Булавский Николай Тадеушевич**, кандидат технических наук, заместитель генерального директора, начальник отделения перспективных разработок и развития навигационных технологий ЗАО «КБ НАВИС»
- дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения» (ФГУП ЦНИИмаш), г.Королёв, в своём положительном

заклучении, подписанном д.т.н., профессором, Начальником ЦТА Ю.М. Липницким, д.т.н., профессором, Главным учёным секретарём предприятия В.Н. Почукаевым, к.т.н., Начальником ИАЦ КВНО С.Н. Карутиным, к.т.н., Начальником отдела 3004 Е.И. Игнатовичем, к.т.н., Научным сотрудником отдела 3004 П.Б. Глуховым, Учёным секретарём секции №3 НТС И.А. Золкиным, указала, что диссертация «Высокоточное местоопределение в глобальных навигационных спутниковых системах в абсолютном режиме за счёт разрешения неоднозначности псевдофазовых измерений» представляет собой законченную научно-исследовательскую работу на актуальную тему, новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют большое теоретическое и практическое значение. Аналитические результаты работы получены с использованием адекватного математического аппарата и подкреплены экспериментальными результатами обработки реальных навигационных измерений навигационной аппаратуры систем GPS и ГЛОНАСС. Автору работы рекомендуется продолжить исследования в данном направлении. Результаты диссертации могут быть использованы для реализации местоопределения в режиме Integer PPP с использованием измерений станций российской системы дифференциальной коррекции и мониторинга (СДКМ), а также при разработке программного обеспечения навигационной аппаратуры потребителя для высокоточных абсолютных определений по сигналам ГЛОНАСС с кодовым разделением, которые реализуются на новых космических аппаратах системы ГЛОНАСС.

По диссертации сделаны замечания:

1. Слишком большой объём работы – многие разделы диссертации написаны чересчур детально, материал можно было изложить компактнее.
2. Применение теории векторных пространств к решаемой задаче высокоточного местоопределения в ГНСС с разрешением целочисленной неоднозначности псевдофазовых измерений изложено несколько абстрактно, что затрудняет понимание описанного подхода.

3. Графический материал в диссертации перегружен комментариями и обозначениями на английском языке.

Сделан вывод о том, что диссертация «Высокоточное местоопределение в глобальных навигационных спутниковых системах в абсолютном режиме за счёт разрешения неоднозначности псевдофазовых измерений» отвечает критериям Положения о порядке присуждения учёных степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Андрей Николаевич Подкорытов заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.12.14 «Радиолокация и радионавигация». Отзыв обсуждён и согласован на заседании секции №3 НТС ИАЦ КВНО ФГУП ЦНИИмаш 30 июня 2014 года протокол № 14/21, утверждён Заместителем Генерального директора по науке ФГУП ЦНИИмаш, д.т.н. Клишевым Олегом Павловичем.

Соискатель имеет 30 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 17 работ, среди которых 7 статей в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК для опубликования результатов диссертаций, 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ в Роспатенте, тезисы 5 международных конференций, 4 публикации в сборниках докладов Всероссийских и региональных конференций.

Наиболее значимые публикации по теме диссертации:

1. Поваляев А. А., Подкорытов А. Н. Задача высокоточного определения абсолютных координат в глобальных навигационных спутниковых системах. //Радиотехника, Радиотехника, Москва, 2014. – №1 – С. 15-19.
2. Дворкин В. В., Карутин С. Н., Глухов П. Б., Подкорытов А. Н. Перспективный высокоточный комплекс функционального дополнения глобальных навигационных систем на базе системы дифференциальной коррекции и мониторинга. //Успехи современной радиоэлектроники, Радиотехника, Москва, 2013. – № 1 – С. 23-31.
3. Подкорытов А. Н., Сорокин М. А. Высокоточное определение координат потребителя в абсолютном режиме в глобальных навигационных спутниковых

системах с использованием разрешения целочисленной неоднозначности псевдофазовых измерений. //Информационно-измерительные и управляющие системы, Радиотехника, Москва, 2012. – Т. 10, №10 – С.45-51.

4. Подкорытов А.Н. Методы оценивания и компенсации систематических смещений в измерениях псевдодальностей и псевдофаз. //Информационно-измерительные и управляющие системы, Радиотехника, Москва, 2011. – Т. 9, №8 – С. 23-30.

5. Подкорытов А. Н. Высокоточное местоопределение в ГНСС с разрешением целочисленной неоднозначности псевдофазовых измерений и атмосферными ограничениями. //X Международная IEEE Сибирская конференция по управлению и связи SIBCON-2013, Красноярск, 12-13.09.2013.

6. Povalyaev A., Podkorytov A. Ambiguity resolution of phase measurements in Precise Point Positioning working on initial frequencies. GNSS Precise Point Positioning Workshop: Reaching Full Potential. 12-14 June 2013 – Ottawa, Canada.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

Харисов Владимир Назарович (официальный оппонент)

Замечания по диссертационной работе:

1. Все экспериментальные исследования, проведённые в диссертации, относятся к системе GPS. Для системы ГЛОНАСС проведена только проверка ортогональности геометрических параметров ядру информационной матрицы, что ещё не доказывает применимость предлагаемых алгоритмов к ГЛОНАСС. Исследование характеристик и проверка работоспособности предлагаемых алгоритмов применительно к системе ГЛОНАСС не проводились, хотя это было возможно, например, методами имитационного статистического моделирования.

2. Введённый автором термин “исключающий фильтр Калмана” является неудачным, так как создаёт впечатление разработки нового фильтра, альтернативного фильтру Калмана, хотя в диссертации под этим термином имеется в виду метод исключения из оценки части параметров при использовании стандартного фильтра Калмана. С другой стороны, в задачах

разрешения неоднозначности этот приём ранее не применялся, поэтому полученный результат обладает научной новизной и имеет практическое значение. Утверждение в диссертации о невозможности решения задачи разрешения без исключения оценки ионосферного смещения является неверным.

3. При довольно полном обзоре публикаций по теме диссертации можно отметить заметно меньшее внимание автора к отечественным публикациям. В частности, не отмечено, что основной результат для всех существующих алгоритмов разрешения впервые был получен К. Пензиным в МАИ под руководством А. А. Поваляева и опубликован в Известиях Академии Наук СССР “Радиотехника и электроника” в 1991 году.

Булавский Николай Тадеушевич (официальный оппонент).

Отзыв утверждён Генеральным директором ЗАО «КБ НАВИС» В. Н. Бабаковым.

Замечания по диссертационной работе:

1. В работе модель измерений системы ГЛОНАСС рассмотрена и исследована, но результаты обработки измерений европейской сети наземных станций приведены только для системы GPS. Представляет значительный интерес реализация сетевого решения по измерениям системы ГЛОНАСС и сравнение результатов по системам ГЛОНАСС и GPS. Данное сравнение в работе отсутствует.

2. Процедуры разрешения целочисленной неоднозначности рассматриваются применительно к двум диапазонам частот (L1 и L2), хотя в настоящее время в системах GPS и ГЛОНАСС уже транслируется сигнал на частоте диапазонов L5 и L3 соответственно. Третий частотный диапазон в работе не рассмотрен и не упоминается.

На автореферат диссертации поступило 11 отзывов из следующих организаций:

ОАО «Российский институт радионавигации и времени» (г. Санкт-Петербург), отзыв подписан Генеральным конструктором, к.т.н. Б.В. Шебшаевичем и Главным специалистом, д.т.н. С.Б. Болошиным.

Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина (г. Воронеж), отзыв подписан начальником кафедры авиационных систем и комплексов радионавигации и радиосвязи, к.т.н., доцентом В. В. Кирюшкиным, доцентом кафедры авиационных систем и комплексов радионавигации и радиосвязи, к.т.н. А.В. Коровиным.

ОАО «Московское конструкторское бюро «Компас» (г. Москва), отзыв подписан главным конструктором, к.т.н. И. Е. Кинкулькиным и начальником отдела разработок Г.В. Криницким.

Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана (г. Москва), отзыв подписан д. т. н., профессором кафедры “Радиоэлектронные системы и устройства” И. Б. Власовым.

Национальный исследовательский университет Московский энергетический институт (г. Москва), отзыв подписан доцентом кафедры «Радиотехнические системы» Е.Н. Болденковым, ассистентом кафедры «Радиотехнические системы», к.т.н. И.В. Корогодиным, утверждён проректором по научной работе В.К. Драгуновым.

Военная академия РВСН им. Петра Великого (г. Москва), отзыв подписан старшим научным сотрудником НИЛ-13, д.т.н., профессором А.В. Суховым, профессором кафедры №36, к.т.н., доцентом А.Е. Волковым, докторантом кафедры №36, к.т.н., майором М.А. Зайцевым, утверждён заместителем начальника академии по учебной и научной работе, к.в.н., доцентом, полковником О. Усатенко.

ОАО «Российские космические системы» (г. Москва), отзыв подписан ведущим научным сотрудником, д.т.н., профессором О. А. Алексеевым, учёным секретарём, д.т.н., профессором В.В. Бетановым, утверждён заместителем генерального директора – первым заместителем генерального конструктора по системе ГЛОНАСС, д.т.н., профессором Г.Г. Ступаком..

ОАО «Радиотехнический институт имени Академика А. Л. Минца» (г. Москва), отзыв подписан заместителем начальника отдела 050, к.т.н., старшим научным сотрудником Ю.В. Никольским.

Сибирская государственная геодезическая академия (г. Новосибирск), отзыв подписан профессором кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, д.т.н., доцентом К. М. Антоновичем.

Филиал ОАО «Объединённая ракетно-космическая корпорация» - «Научно-исследовательский институт космического приборостроения» (г. Москва), отзыв подписан заместителем руководителя, к.т.н. О. Е. Лопатко, заместителем директора научно-производственного комплекса, к.т.н. О.Л. Лапиным.

ОАО «Концерн радиостроения «Вега», отзыв подписан начальником отдела научно-образовательного центра ОАО «Концерн «Вега», к.т.н. А. А. Филатовым, утверждён директором по науке, д.в.н., профессором А.Т. Силкиным.

Основные замечания по содержанию автореферата (за исключением дублирующихся, терминологических и редакционных замечаний):

1. Из автореферата не ясно, каким образом архитектура локальной сети, в том числе геометрические размеры, плотность и геометрия размещения станций, влияет на качество сетевого решения и получаемой корректирующей информации.
2. Не рассмотрен вопрос совместного использования различных ГНСС в рамках задачи высокоточного местоопределения, модели измерений с разделёнными часами систем ГЛОНАСС и GPS рассмотрены по отдельности.
3. Задача сетевого решения реализована по измерениям системы GPS, хотя анализ моделей измерений проведён как для GPS, так и для ГЛОНАСС. Представляет существенный интерес реализация задачи сетевого решения по измерениям системы ГЛОНАСС, но она в диссертации не рассмотрена.
4. В автореферате много внимания уделено рассмотрению модели измерений GPS, но не приведена модель измерений на исходных частотах системы ГЛОНАСС.

5. Для приведённых в автореферате сравнительных результатов высокоточного местоопределения потребителя в режиме, при котором целочисленные неоднозначности псевдофазовых измерений вбирают в себя немоделируемые аппаратурные смещения и оцениваются как действительные числа, и в режиме, при котором используется разрешение целочисленной неоднозначности псевдофазовых измерений отсутствует описание статистики.
6. Из автореферата осталось неясным, справедливо ли выявленное свойство ортогональности ядра сингулярной информационной матрицы для систем Galileo и Beidou, которые подобно системам ГЛОНАСС и GPS также являются глобальными.
7. Добиваться погрешности в 1 см при погрешностях в координатах спутников не менее 2.5 см, на наш взгляд, не совсем корректно. Ведь даже при PDOP=2 погрешность в координатах будет не менее 5 см.
8. Автор обращает внимание на аппаратурные ошибки и забывает о нескомпенсированных ошибках от внешней среды, среди которых наиболее серьёзной является ошибка из-за многолучёвости.
9. Кроме этого в работе отсутствует традиционная ионосферосвободная модель навигационных измерений системы ГЛОНАСС, хотя модель измерений на исходных частотах системы ГЛОНАСС приводится и анализируется.
10. Из автореферата не ясно, какие конкретно преимущества обеспечивает переход от общепринятой обработки ионосферно-свободных комбинаций измерений к обработке измерений на исходных частотах ГНСС.
11. Работа посвящена высокоточному абсолютному местоопределению в ГНСС, в работе рассмотрена модель измерений на исходных частотах системы ГЛОНАСС, однако в автореферате отсутствуют выводы, распространяющие результаты исследований на обработку сигналов с частотным разделением или характеризующие особенности такой обработки.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием публикаций и значительного опыта в соответствующей сфере

исследования, компетентностью в области науки по специальности 05.12.14 – “Радиолокация и радионавигация” и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны методы повышения оперативности высокоточного абсолютного местоопределения в ГНСС. Данные методы программно реализованы и опробованы на реальных навигационных данных системы GPS;

предложен фильтрационный метод, позволяющий исключить из оценивания ионосферные задержки сигналов в задаче высокоточного абсолютного местоопределения, а также математические модели измерений навигационного приёмника на исходных частотах, позволяющие осуществлять разрешение целочисленной неоднозначности псевдофазовых измерений при абсолютных местоопределениях в ГНСС;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

изложено выявленное в работе свойство ортогональности направлений ряда параметров ядру матрицы сингулярных систем линеаризованных уравнений ГНСС, что является теоретической основой построения алгоритмов оценивания абсолютных координат потребителя с разрешением неоднозначности псевдофазовых измерений. Данное свойство может быть положено в основу новых перспективных методов и алгоритмов обработки навигационных измерений в ГНСС;

раскрыты негативные последствия использования при высокоточном абсолютном местоопределении ионосферосвободных комбинаций измерений и предложено использовать измерения на исходных частотах ГЛОНАСС и GPS;

изучены свойства нескольких моделей измерений ГЛОНАСС и GPS с разделёнными часами, которые могут применяться для высокоточного абсолютного местоопределения в ГНСС;

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

Разработаны и внедрены алгоритмы и программное обеспечение для вычисления и последующей компенсации систематических смещений в измерениях псевдодальностей и псевдофаз (ОАО «Российские космические системы», НИР «Комплекс»), методические подходы (ФГУП ЦНИИмаш, НИР «Развитие»), алгоритмы разрешения целочисленной неоднозначности при высокоточном абсолютном местопределении в ГНСС (учебный процесс Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»);

определены пределы повышения оперативности высокоточного абсолютного местопределения за счёт разрешения неоднозначности псевдофазовых измерений;

создан и программно реализован для системы GPS алгоритм вычисления по локальной сети наземных станций разделённых поправок к показаниям спутниковых часов, позволяющих осуществлять высокоточное местопределение в ГНСС с разрешением целочисленной неоднозначности псевдофазовых измерений;

представлены результаты сравнения качества разделённых спутниковых поправок, вычисленных по локальной и глобальной сетям станций;

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Использованы реальные навигационные данные систем ГНСС ГЛОНАСС и GPS;

установлены сравнимый уровень качества местопределения потребителя при использовании спутниковых поправок, вычисленных в работе по локальной сети наземных станций, и эталонных спутниковых поправок, вычисленных по глобальной сети наземных станций, а также соответствие полученных

экспериментальных результатов известным из литературы частным результатам по рассматриваемой тематике;

Личный вклад соискателя состоит в том, что представленные в диссертации результаты получены лично автором, либо при его непосредственном участии. Автор единолично занимался программной реализацией и экспериментальной проверкой разработанных алгоритмов, а также активно участвовал совместно с научным руководителем в построении представленных в диссертации теоретических положений.

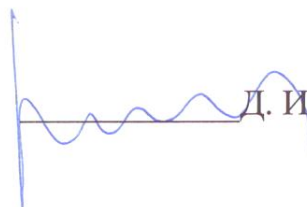
На заседании 30 сентября 2014 г. диссертационный совет принял решение присудить Подкорытову А.Н. учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.12.14 “Радиолокация и радионавигация”, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 18, против 1, недействительных бюллетеней 0.

Председатель

диссертационного совета Д 212.125.03

д.т.н., профессор



Д. И. Воскресенский

Учёный секретарь

диссертационного совета Д 212.125.03

д.т.н.



М. И. Сычёв

30.09.2014 г.

