

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
Д 308.005.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО
ПРЕДПРИЯТИЯ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ И
РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ» ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело N _____

решение диссертационного совета от 20 ноября 2018 г. протокол № 21

О присуждении Печерице Дмитрию Станиславовичу, гражданину Российской Федерации ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Метод калибровки навигационной аппаратуры потребителей ГЛОНАСС с использованием эталонов, прослеживаемых к государственным первичным эталонам единиц величин» по специальности 05.11.15 - «Метрология и метрологическое обеспечение» принята к защите 19 сентября 2018 г. (протокол № 19) диссертационным советом Д 308.005.01, созданным на базе Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»), подведомственного Федеральному агентству по техническому регулированию и метрологии, адрес: 141570, Россия, Московская область, Солнечногорский район, г.п. Менделеево, промзона ВНИИФТРИ, корпус 11, и утвержденным приказом Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки № 163-69 от 12.02.2010 г. и приказами Министерства образования и науки РФ о внесении изменений в составы диссертационных советов №71/нк (п.44) от 13.02.2013 г., №833/нк (п.30) от 25.11.2013 г., №847/нк от 29.07.2015 г., № 1483/нк от 18.11.2016 г, № 936/нк от 28.09.2017 г. и № 1246/нк от 19.12.2017 года.

Соискатель Печерица Дмитрий Станиславович, 1987 года рождения, в 2010 году окончил Московский государственный технический университет им. Н.Э.

Баумана, диплом о высшем образовании № ВСГ 4446461, работает начальником лаборатории в ФГУП «ВНИИФТРИ». Диссертация выполнена им в научно-исследовательском отделении разработки и эксплуатации средств метрологического обеспечения координатно-временных и навигационных систем (НИО-8) ФГУП «ВНИИФТРИ».

Научный руководитель – доктор технических наук Денисенко Олег Валентинович, заместитель генерального директора ФГУП «ВНИИФТРИ» – начальник НИО-8.

Официальные оппоненты:

- Толстиков Александр Сергеевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры систем сбора и обработки данных Новосибирского государственного технического университета (НГТУ), г. Новосибирск,
- Подрезов Сергей Владимирович, кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник Военного института (научно-исследовательского) Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского (ВИ (НИ) ВКА им. А.Ф. Можайского), г. Санкт-Петербург,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет» (г. Красноярск) в своем положительном отзыве, подписанном проректором по науке ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» доктором биологических наук Гладышевым Михаилом Ивановичем, заведующим НОЛ «Системы навигации, управления и связи», кандидатом технических наук, профессором Вейсовым Евгением Алексеевичем, старшим научным сотрудником НОЛ «Системы навигации, управления и связи», доктором технических наук, доцентом Фатеевым Юрием Леонидовичем, указала, что:

- тема диссертации актуальна, диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой решена научная задача;
- результаты диссертации обладают научной новизной, теоретической и практической значимостью, в достаточной степени представлены в опубликованных научных трудах автора;
- автореферат диссертации достаточно полно отражает её основное содержание;
- использование результатов работ других авторов сопровождается корректными ссылками на их публикации;
- диссертация соответствует критериям, установленным п. 9 «Положения о присуждении научных степеней» (постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842) для учёной степени кандидата наук, а её автор, Печерица Дмитрий Станиславович, достоин присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.11.15 – «Метрология и метрологическое обеспечение».

Соискатель имеет 24 опубликованных работы, в том числе по теме диссертации 13 работ, из них 4 работы опубликовано в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Печерица Д.С. Сравнение шкал времени методом PPP по измерениям навигационной аппаратуры потребителей системы ГЛОНАСС / Митрикас В.В., Скакун И.О., Федотов В.Н. // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2018. – № 4. – с. 32-44.
2. Печерица Д.С. Определение опорной точки спутниковой параболической антенны по сигналам навигационных космических аппаратов / Завгородний А.С., Бурцев С.Ю. // Вестник метролога. – 2018. – № 1. – с. 17-21.
3. Печерица Д.С. Оценка влияния инструментальных погрешностей

навигационного приемника на точность определения параметров ионосферы / Куприянов А.О., Майоров А.А., Непоклонов В.Б., Давлатов Р.А., Морозов Д. // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 6. – с. 31-35.

4. Печерица Д.С. Оценка точностных характеристик аппаратуры записи и воспроизведения сигналов космических навигационных систем / Каверин А.М. // Измерительная техника. – 2015. – № 10. – с. 8-11.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы специалистов из 10 организаций: Военной академии РВСН им. Петра Великого (филиал в г. Серпухове), г. Серпухов; ФГБОУ ВУ «Иркутский государственный университет путей сообщения» (ИрГУПС), г. Иркутск; МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва; НИУ «МЭИ», г. Москва; АО «КБ «НАВИС», г. Москва; филиала АО «ОРКК» - «Научно-исследовательский институт космического приборостроения» (филиал АО «ОРКК» - «НИИ КП»), г. Москва; АО «НПП «Радиосвязь», г. Красноярск; АО «Российский институт радионавигации и времени» (АО «РИРВ»), г. Санкт-Петербург; АО «Российские космические системы» (АО «РКС»), г. Москва; АО «Научно-производственная корпорация «Системы прецизионного приборостроения» (АО «НПК «СПП»), г. Москва.

Все полученные отзывы положительные.

В целом авторы отзывов заключают, что автореферат хорошо оформлен и достаточно полно освещает поставленные перед диссертантом задачи, методы их решения и достигнутые им результаты, представленная диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой и соответствует всем требованиям ВАК, автор работы – Печерица Д.С. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

В отзывах на автореферат имеются следующие замечания:

1. Случайные составляющие погрешностей формирования и измерения

псевдодальности по умолчанию считаются распределёнными по нормальному закону без обоснования указанного допущения.

2. Автором не приведены условия, кроме учёта калибровочных поправок к измерениям псевдодальности, при которых решение навигационной задачи по сигналам ГЛОНАСС достигается на 30 % лучше, чем точность, достижимая по сигналам системы GPS.
3. Не совсем ясно, что автор подразумевает под утверждением, что инструментальная погрешность измерения псевдодальности в НАП «носит преимущественно систематический характер». Необходимо пояснить, какой характерный период стационарности данной погрешности, каким образом эта погрешность изменяется при изменении температуры окружающей среды и в каких случаях и на какую величину может происходить мгновенное изменение величины тренда данной погрешности.
4. В четвёртом положении, выносимом на защиту, автор утверждает, что достигается «повышение точности определения местоположения на 30 %». Здесь неясно следующее: во-первых, в каком режиме позиционирования (стандартном или точном), во-вторых, в сравнении с чем и, в третьих, насколько сравним этот выигрыш со случаем позиционирования в дифференциальном режиме.
5. Автором не приведены сведения о типах осциллографов, прежде всего отечественного производства, метрологические характеристики которых позволяют реализовать аналого-цифровое преобразование для предлагаемого метода калибровки имитаторов сигналов ГНСС.
6. В автореферате не представлены сведения об условиях и ограничениях при реализации относительного метода калибровки НАП, в частности требования к относительному положению эталонной и калибруемой НАП, а также не указаны метрологические характеристики этой аппаратуры.

7. Из текста автореферата не ясно, рассматривал ли автор влияние рассогласования между выходом антенны и входом приемно-измерительного устройства при использовании результатов их калибровки на значение суммарной задержки навигационного сигнала.
8. В автореферате случайная составляющая погрешности формирования псевдодальности имитатором сигналов ГЛОНАСС считается распределённой по нормальному закону, но этот тезис не доказывается.
9. В автореферате не упоминаются ограничения метода калибровки НАП, связанные с рассогласованием элементов радиочастотного тракта НАП и имитатора сигналов ГЛОНАСС, используемого в качестве источника навигационного сигнала.
10. В автореферате указано, что стабильность калибровочных поправок, полученных при калибровке имитатора сигналов, подтверждена при условии поддержания постоянства температуры окружающей среды в пределах $\pm 1^\circ$. При этом рабочий диапазон температуры для указанного имитатора составляет от 10 до 40 $^\circ\text{C}$. Таким образом, практический интерес вызывает стабильность калибровочных поправок в рабочем диапазоне температуры.
11. В автореферате не указаны ограничения на применение относительного метода калибровки НАП, а именно требования к размещению и метрологическим характеристикам эталонной и калибруемой НАП.
12. Автором представлены результаты измерений расхождения шкал времени эталонов единиц времени и частоты по сигналам ГЛОНАСС без учета калибровочных поправок НАП и с их учетом (рисунок 5). При этом не приведено сравнение с результатами измерений, полученными средствами существующего канала сличений эталонов по сигналам ГЛОНАСС.
13. Автор широко использует не совсем стандартный термин «суммарная стандартная неопределённость». Хотелось бы понять, что это означает.

14. Целью работы является уменьшение систематической погрешности измерений НАП, тогда как на рисунке 6-б в результатах измерений с учётом калибровочных поправок наблюдается смещённая оценка координат относительно координат геодезического пункта, что требует пояснений. В тексте автореферата объяснения этого результата не приводится.
15. При калибровке НАП имитатор формирует навигационный сигнал для неподвижного объекта. Если НАП при эксплуатации работает на неподвижном объекте, то условия калибровки повторяют режим ее работы. Для НАП, эксплуатируемой на подвижных объектах (транспорт), условия калибровки не соответствуют условиям функционирования. В автореферате не представлено, следуют ли из этого дополнительные ограничения на применимость разработанного метода калибровки.
16. В автореферате не приведено обоснование столь высоких требований к метрологическим характеристикам применяемого цифрового осциллографа (частота дискретизации не менее 40 ГГц, полоса пропускания не менее 20 ГГц). На сколько повлияет снижение характеристик осциллографа на получаемую неопределённость калибровки имитатора сигналов?

В отзывах имеются также замечания по оформлению текста редакционного характера и рекомендации по дальнейшим направлениям развития исследований, однако приведенные в отзывах замечания и отмеченные недостатки не снижают научной ценности и практической значимости работы.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их компетентностью и наличием публикаций в данной сфере исследования.

Выбор ведущей организации обосновывается широкой известностью организации в данной отрасли науки и способностью однозначно определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных

соискателем исследований разработан и внедрен в выполнении ОКР «Сантиметр-В», «НСКУ-Н БАМИ», «Метрология-2016», «КФД-В» метод калибровки навигационной аппаратуры потребителей системы ГЛОНАСС в части систематической инструментальной погрешности измерений псевдодальности за счет использования средств калибровки, прослеживаемых к первичным эталонам единиц величин, позволяющее проводить калибровку НАП с суммарной стандартной неопределённостью калибровки не более 0,1 м в местах штатного размещения без вывода из эксплуатации, и что внедрение разработанного решения вносит значительный вклад в развитие метрологического обеспечения координатно-временных измерений в Российской Федерации.

Научная новизна полученных в работе результатов заключается в следующем:

1. Разработанный метод калибровки имитатора навигационного сигнала ГЛОНАСС в части систематической погрешности формирования псевдодальности, в отличие от применяемого в настоящее время метода калибровки по минимуму амплитуды навигационного сигнала, основывается на использовании многоканального высокочастотного аналого-цифрового преобразования с последующей демодуляцией оцифрованного сигнала с целью выделения квадратурных составляющих и фильтрацией. Это обеспечивает точное определение перехода фронта навигационного сигнала через ноль, что впервые позволяет достичь значения суммарной стандартной неопределенности калибровки не более 0,03 м, а также проводить калибровку по навигационному сигналу с обеими квадратурными составляющими.
2. Разработанный метод калибровки НАП системы ГЛОНАСС в части систематической инструментальной погрешности измерения псевдодальности на основе использования полунатурного моделирования и

измерения фазовых параметров антенно-фидерного тракта впервые обеспечивает оценку значений абсолютных калибровочных поправок как временных задержек навигационных сигналов от фазового центра антенны до выхода секундной метки внутренней шкалы времени с суммарной стандартной неопределённостью не более 0,06 м.

3. Определение и использование в алгоритме работы аппаратуры сличений эталонов единиц времени и частоты калибровочных поправок, рассчитанных для каждой литерной частоты (от минус 7 до 6) для частотных диапазонов L1 и L2, для сигналов с открытым и санкционированным доступом (итого 56 калибровочных поправок) впервые обеспечило возможность сличений эталонов по сигналам системы ГЛОНАСС с погрешностью в пределах ± 1 нс, что соответствует значению погрешности одного из самых точных методов – с использованием перевозимых квантовых часов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что результаты работы использованы при создании исходного средства для обеспечения калибровки беззапросных измерительных средств системы ГЛОНАСС, а также НАП специальных потребителей, при калибровке ГЛОНАСС/GPS - приемника частотно-временного назначения TTS-4, принадлежащего Международному бюро мер и весов ВРМ, при аттестации рабочих эталонов координат по ГОСТ Р 8.750-2011. Результаты работы внедрены при выполнении ОКР «Метрология – 2016», ОКР «Сантиметр-В», ОКР «КФД-В», ОКР «НСКУ-Н БАМИ», что подтверждено четырьмя актами о внедрении.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что результаты получены с применением средств измерений утверждённого типа либо аттестованных эталонов единиц величин. Также теоретические выводы успешно подтверждены экспериментальной проверкой по результатам измерений и

признанием Международным бюро мер и весов ВIRM результатов калибровки НАП.

Личный вклад соискателя состоит в разработке методов калибровки имитатора навигационных сигналов и НАП системы ГЛОНАСС, в проведении экспериментальных работ по их апробации, в подготовке публикаций по теме работы. Также автор участвовал в различных международных и всероссийских научных конференциях, на которых результаты исследований получили одобрение.

На заседании 20 ноября 2018 г. диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация Печерицы Д.С. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, соответствующую критериям, которые установлены Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842. Диссертационный совет принял решение присудить Печерице Дмитрию Станиславовичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 22 человек, из них 9 докторов наук по специальности диссертации, участвовавших в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: «за» - 22, «против» - 0, недействительных бюллетеней - 0.

Председатель диссертационного совета



Некрасов В.Н.

Учёный секретарь диссертационного совета



Балаханов М.В.

« 20 ноября » 2018 г.

