

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук Кружкова Дмитрия Михайловича,
выполненной на тему «Методы, алгоритмы и средства совершенствования
ГЛОНАСС на основе перспективных информационных технологий»
по специальности 2.5.16. Динамика, баллистика, управление движением
летательных аппаратов

Достигнутый на сегодняшний день уровень доступности и точности навигационного поля, формируемого орбитальной группировкой глобальной спутниковой навигационной системы (ГНСС) ГЛОНАСС, обеспечивает востребованность соответствующих услуг ГНСС применительно к решению широкого круга разнородных задач двойного назначения. Вместе с тем можно наблюдать устойчивый интерес специалистов к поиску возможностей улучшения целевых характеристик системы. Как показывает анализ, существует ряд прикладных инструментов, обеспечивающих существенное улучшение оперативности и точности решения навигационной задачи потребителями: дифференциальный режим местоопределения, режимы навигационных определений «PPP», «RTK» и т.д.

Однако реализация перечисленных режимов возможна лишь при наличии соответствующих данных (эфемериды космических аппаратов, частотно-временные поправки, величины задержек в атмосфере и т.п.), которые в сложных условиях обстановки могут утратить свои качественные характеристики или стать недоступными вовсе. В такой ситуации обеспечение необходимой точности решения навигационной задачи с требуемыми целевыми параметрами определяется уровнем эквивалентной погрешности псевдодалности (ЭПД), обеспечиваемой комплексом мер, предпринимаемых в ГНСС.

Диссертационное исследование Кружкова Д.М. посвящено снижению погрешности ЭПД ГЛОНАСС в абсолютном режиме навигации. Для достижения этой цели соискатель предлагает использовать вариант баллистико-навигационного обеспечения на борту космического аппарата на основе разработки научно-методического аппарата прогнозирования и уточнения релевантных параметров – эфемерид, погрешностей шкалы времени, параметров вращения Земли и т.п. посредством адаптивной обработки массивов дополнительных измерений. В качестве измерительных средств при этом предлагается использовать бортовые и наземные радиотехнические и оптические средства, не входящие в состав аппаратуры бортового излучателя навигационных сигналов.

В работе предложен вариант решения актуальной комплексной научно-

технической проблемы совершенствования потребительских характеристик ГЛОНАСС на основе обеспечения кратного улучшения показателя ЭППД до уровня конкурентных спутниковых навигационных систем. Рассмотрены текущие обстоятельства, в связи с которыми данный уровень еще не обеспечивается штатными технологическими циклами, аппаратными средствами и алгоритмами, применяемыми при эксплуатации ГЛОНАСС. Автором предложен вариант решения рассматриваемой проблемы, основанный на использовании современных и перспективных бортовых и наземных радиотехнических и оптико-электронных аппаратных средств, с применением разработанных оригинальных методик и алгоритмов.

Их основное назначение: обеспечить снижение показателя эквивалентной погрешности псевдодальности ГЛОНАСС с текущего уровня 1.4 м до значений 0,4-0,5 м и его последующее удержание в течение длительного периода времени ресурсами орбитальной группировки и некоторых наземных станций.

Совокупность предлагаемых методик и алгоритмов определяет научную **новизну исследований** и включает:

- методики и алгоритмы высокоточного прогнозирования движения центра масс НКА ГЛОНАСС, демонстрирующие погрешность прогноза на сутки не более 1 м в части итоговой ЭППД;
- методики и алгоритмы уточнения эфемерид НКА ГЛОНАСС в инерциальной СК на основе обработки межспутниковых измерений и обмена данными по межспутниковой линии, обеспечивающие погрешность определения эфемерид, соответствующую ЭППД 0.2 м;
- методики и алгоритмы одновременной синхронизации шкал времени НКА ГЛОНАСС и наземных терминалов, сопряженных со шкалой времени системы, на основе применения современных оптических аппаратных средств;
- методики и алгоритмы определения на борту эволюции параметров вращения Земли (ПВЗ) на основе обработки измерений псевдодальностей до автономных наземных станций, позволяющие определить ПВЗ с погрешностью в единицы mas в режиме реального времени на борту НКА;
- вспомогательные информационные технологии и предназначенные для их применения в ГЛОНАСС соответствующие алгоритмы, обеспечивающие устранение широкого спектра неопределенных систематических погрешностей. Рассмотренные погрешности включают выносы фазовых центров антенных систем, задержки в приемно-передающих трактах, а также погрешности синхронизации различных аппаратных средств относительно БСУ.

Разработан программный макет, включающий прототипы бортовых алгоритмов и позволяющий оценить вклад в конечный результат того или иного параметра рассматриваемых аппаратных средств или методик и

алгоритмов. Верификация полученных с использованием программного макета результатов моделирования процессов функционирования ОГ ГЛОНАСС проведена на основе сравнения расчетов с апостериорными данными, содержащими эфемериды НКА ГЛОНАСС, ионосферные (все доступные модели) и тропосферные карты, РСДБ измерения, выносы фазовых центров антенн.

Практическое значение настоящей работы подтверждается фактом внедрения ее результатов в АО «РЕШТЕНЕВ» и АО «Научно-производственная корпорация «Системы прецизионного приборостроения», непосредственно связанных с разработкой, эксплуатацией, применением и совершенствованием ГНСС ГЛОНАСС и обладающих существенным заделом и опытом в данной предметной области.

В качестве недостатков диссертации, если судить по автореферату, могут быть отмечены следующие замечания:

- в формулировках, описывающих научную новизну полученных результатов, недостаточно четко выделены положения, свидетельствующие об оригинальности принятых решений и новизне в постановке разработанных подходов, отмечается заметное смещение требуемого баланса научной новизны и практической значимости в сторону второго фактора;
- представляется не вполне удачной формулировка автором цели диссертационных исследований: цель должна предполагать подтверждение ее достижения количественной оценкой по итогам работы. Например, повышение точности, автономности и т.п.;
- в автореферате отсутствуют количественные оценки составляющих бюджета погрешностей ЭППД на сегодняшний день и с учетом внедрения предложенных решений;
- недостаточно подробно описаны процедуры оценивания взаимных уходов шкал времени космических аппаратов и сличения шкал времени наземных средств и НКА;
- не ясно, как учитывал автор то обстоятельство, что фазовый центр антенны меняет свое положение под воздействием ряда возмущающих факторов, данное явление нуждается в комментариях в условиях стремления к обеспечению погрешности ЭППД 0,4 - 0,5 м.

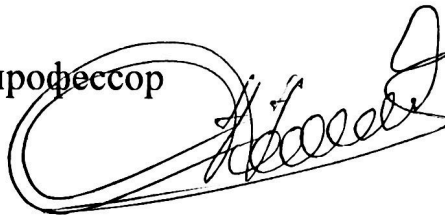
Приведенные недостатки не препятствуют вынесению высокой оценки полученных в диссертационной работе результатов.

С учетом изложенного диссертация соискателя Кружкова Д.М. является завершенной научно-квалификационной работой и удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора наук Положением о присуждении ученых степеней, а сам соискатель заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по

специальности 2.5.16. Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов.

Профессор кафедры передающих, антенно-фидерных устройств и средств СЕВ Федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского» Министерства обороны Российской Федерации

доктор технических наук, профессор
08 сентября 2025 года



А.П. Алёшкин

Личную подпись профессора Алёшкина Андрея Петровича заверяю.

Начальник отдела кадров Федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского» Министерства обороны Российской Федерации

« 08 » сентября 2025 года



Г.В. Плотников

Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского» Министерства обороны Российской Федерации

197198, г. Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д. 13

Официальный сайт: <https://vka.mil.ru/> /

Телефон: 8 (812) 237-12-49

E-mail: vka@mil.ru