

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнёва», Председатель Президиума НТС, Заслуженный создатель космической техники, лауреат Государственной премии и премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники, доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, член-корреспондент РАН



Н. А. Тестоедов

2019 г.

### ОТЗЫВ

АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнёва»  
на автореферат диссертационной работы

**Шаврина Вячеслава Владимировича**

«Синтез и исследование алгоритмов фильтрации радионавигационных параметров сигналов СРНС в системе навигации космического аппарата на геостационарной и высокоэллиптической орбитах»,

представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.12.14 – «Радиолокация и радионавигация»

#### **Актуальность исследований**

Диссертационная работа Шаврина В.В. посвящена решению **актуальной научной задачи** – синтезу алгоритмов слежения за радионавигационными параметрами (РНП) сигналов спутниковых радионавигационных систем (СРНС) при низком энергетическом потенциале радиолинии и в условиях разрывности навигационного поля. Данные условия являются типичными для работы систем навигации (по сигналам СРНС), функционирующим в составе космических аппаратов, находящихся на геостационарной орбите (ГСО) и на высокоэллиптической орбите (ВЭО, при прохождении её апогея).

Оценки РНП, формируемые системой автономной навигации (САН), могут быть использованы в качестве исходных данных для реализации алгоритмов позиционирования КА, определения его угловой ориентации и синхронизации бортовой шкалы времени, а также подстройки частоты бортового генератора синхронизирующих сигналов. Сигналы, формируемые САН (импульсный сигнал метки времени и гармонический высокочастотный сигнал) могут быть использованы для синхронизации бортовой аппаратуры различного целевого назначения. В связи с этим, разработка алгоритмов слежения за параметрами сигналов в условиях функционирования САН КА,

расположенных на ГСО и ВЭО в конечном итоге позволит повысить точность и надежность функционирования самого КА.

**Научная новизна** рассматриваемой работы заключается в следующих полученных результатах:

1. **Выполнен** синтез алгоритмов формирования совместных квазиоптимальных оценок РНП в режиме слежения при обработке сигналов с выходов корреляторов в бортовом приёмнике КА при полёте на ГСО и ВЭО. Алгоритмы синтезированы для работы в когерентном и некогерентном режимах. Задача решена с применением современных подходов марковской теории нелинейной фильтрации.

2. **Предложен** способ адаптации схемы слежения, состоящей из корреляторов и нелинейного фильтра Калмана, функционирующей в когерентном режиме, к неизвестным начальным значениям РНП. Способ заключается в разбиении диапазона РНП на поддиапазоны, фильтрации РНП в каждом диапазоне и вычислением итоговой оценки как взвешенной суммы с весовыми коэффициентами, соответствующими апостериорным вероятностям. Способ позволяет повысить вероятность «захвата на сопровождение» на величину до 30 %.

3. **Исследованы** статистические характеристики оценок РНП и вероятностные характеристики событий «захват на сопровождение» и «срыв слежения» для алгоритмов оценки РНП для двух синтезированных вариантов построения схемы слежения, проведено сравнение с такими же характеристиками схемы слежения, состоящей из типовых дискриминаторов РНП и линейного фильтра Калмана.

**Практическая значимость** диссертационной работы состоит в том, что её результаты использованы при выполнении НИР «Создание перспективных программных прототипов, аппаратно-программного комплекса и компонентов ГНСС-приёмников нового поколения на основе собственного арсенид-галлиевого производства для повышения автономности функционирования компонент Национальной информационной спутниковой системы» по проекту ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2014-2020 годы», а также внедрены в учебный процесс на кафедре РТС ТУСУР и оформлены в виде лабораторной работы по курсу «Системы глобального позиционирования GPS» специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы», профиль «Радиоэлектронные системы космических комплексов».

### **Замечания по диссертационной работе**

На основании материалов автореферата могут быть сделаны следующие замечания.

1. Указанная в автореферате причина расширения динамического диапазона мощности сигналов на ГСО и ВЭО - работа по боковым лепесткам диаграммы направленности антенной системы навигационного КА, не является основной.

Основными причинами являются увеличение расстояния, которое проходят сигналы от навигационных КА до КА-носителя САН, а также работа САН по сигналам, принимаемым с области ската главного лепестка диаграммы направленности антенной системы навигационного КА.

2. Не приведено сравнение вычислительных затрат при работе синтезированных схем слежения двух типов.

3. В автореферате рисунок 12, во-первых, сложно разобрать из-за плохого контраста. Во-вторых, из описания к рисунку не понятно, что автор хотел им продемонстрировать. Не приведена максимальная длительность пропадания сигнала, при которой схемы слежения всё еще способны формировать оценки РНП.

Отмеченные замечания не носят принципиального характера и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы Шаврина В.В.

### **Заключение**

На основании материалов автореферата диссертационной работы Шаврина В.В. можно сделать вывод, что диссертационная работа выполнена на хорошем научно-техническом уровне и является законченной научно-исследовательской квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные технические решения, содержащие результаты синтеза и исследования алгоритмов фильтрации РНП в системе навигации КА на ГСО и ВЭО.

В соответствии с представленным авторефератом, диссертационная работа по своей актуальности, научной новизне и практической значимости отвечает требованиям ВАК Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Шаврин В.В., заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.12.14 – «Радиолокация и радионавигация».

Главный учёный секретарь НТС, Действительный член Российской и Международной инженерных академий, Заслуженный инженер России, Заслуженный создатель космической техники, лауреат премий Правительства РФ, доктор технических наук, профессор



Е. Н. Головёнкин

04.12.19.

Главный специалист отделения разработки космических комплексов (систем) координатно-метрического назначения, наземных комплексов управления и баллистического обеспечения, доктор технических наук



А. К. Гречкосеев

Инженер 1 категории



Н. М. Крат

ФИО  
Наименование организации

Почтовый адрес

Телефон  
Факс  
E-mail

Тестоедов Николай Алексеевич  
Акционерное общество  
«Информационные спутниковые  
системы» имени академика  
М.Ф.Решетнева  
662972, Российская Федерация,  
Красноярский край, г.  
Железногорск, ул. Ленина, д. 52  
8(3919)7 6-40-02  
8(3919)7 2-26-35  
[office@iss-reshetnev.ru](mailto:office@iss-reshetnev.ru)

ФИО  
Наименование организации

Почтовый адрес

Телефон  
Факс  
E-mail

Головёнкин Евгений Николаевич  
Акционерное общество  
«Информационные спутниковые  
системы» имени академика  
М.Ф.Решетнева  
662972, Российская Федерация,  
Красноярский край, г.  
Железногорск, ул. Ленина, д. 52  
8(3919) 7 6-43-40  
8(3919) 7 2-43-40  
[gne@iss-reshetnev.ru](mailto:gne@iss-reshetnev.ru)

ФИО  
Наименование организации

Почтовый адрес

Телефон  
Факс  
E-mail

Гречкосеев Александр Кузьмич  
Акционерное общество  
«Информационные спутниковые  
системы» имени академика  
М.Ф.Решетнева  
662972, Российская Федерация,  
Красноярский край, г.  
Железногорск, ул. Ленина, д. 52  
8(3919) 76-44-69  
-  
[gak@iss-reshetnev.ru](mailto:gak@iss-reshetnev.ru)

ФИО  
Наименование организации

Почтовый адрес

Телефон  
Факс  
E-mail

Крат Никита Михайлович  
Акционерное общество  
«Информационные спутниковые  
системы» имени академика  
М.Ф.Решетнева  
662972, Российская Федерация,  
Красноярский край, г.  
Железногорск, ул. Ленина, д. 52  
8(3919) 76-87-94  
-  
[kratnm@iss-reshetnev.ru](mailto:kratnm@iss-reshetnev.ru)