



УТВЕРЖДАЮ

Председатель Президиума НТС,
генеральный директор АО «Информа-
ционные спутниковые системы» имени
академика М.Ф. Решетнёва», член-
корреспондент Российской академии
наук, лауреат премии Правительства
Российской Федерации в области науки и
техники, заслуженный деятель науки
Российской Федерации, доктор
технических наук, профессор



Н.А. Тестоедов

05 2016 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Гарифуллина Вадима Фанисовича на тему
«Методы синхронизации в широкополосных радионавигационных системах
со спектрально-эффективными шумоподобными сигналами»
по специальности 05.12.14 – Радиолокация и радионавигация
на соискание учёной степени кандидата технических наук

Актуальность исследований

В наземных радионавигационных системах (РНС) используют длинно- и средневолновый диапазоны, для которых характерна перегруженность сигналами сторонних радиосистем и помехами техногенного происхождения. По этой причине приоритетным направлением при создании систем дальней навигации является применение спектрально-эффективных методов модуляции, концентрирующих излучение в минимально узких спектральных зонах и ощутимо смягчающих тем самым остроту проблемы тесноты эфира.

Также к числу важнейших при разработке и эксплуатации систем радионавигации относятся задачи синхронизации. Успешное их решение определяет основные системные характеристики (точность, помехозащищённость, время развёртывания и др.).

Поэтому развитие (в том числе комплексирование с ГНСС) наземных РНС большой дальности действия для повышения качества, надёжности и помехозащищённости координатно-временного обеспечения военных и гражданских потребителей является актуальным. Особенность подхода автора к решению поставленных задач заключается в использовании спектрально эффективных шумоподобных сигналов (ШПС) с минимальной частотной модуляцией (*MSK*-сигналов). На сегодняшний день глубина проработки вопросов теории и возможных направлений решения указанных задач не соответствуют запросам практики. В связи с этим научная и практическая актуальность темы исследований, посвящённых разработке методов синхронизации в широкополосных радионавигационных системах со спектрально-эффективными шумоподобными сигналами, очевидна и не вызывает сомнений.

Цель диссертации и задачи исследования соответствуют решаемой научно-практической задаче, заключающейся в разработке методов синхронизации в широкополосных радионавигационных системах со спектрально-эффективными шумоподобными сигналами.

Научная новизна работы, достоверность и обоснованность полученных результатов

Научная новизна работы состоит в следующем:

1. Автором дано обоснование выбора вида модуляции спектрально-эффективных шумоподобных сигналов, а также структуры и параметров дальномерных кодов для наземных широкополосных систем радионавигации. Разработан формат сигналов опорных станций перспективной широкополосной РНС с временным разделением, обеспечивающий возможность временного разделения сигналов без ограничения рабочей зоны РНС.

2. Автором разработаны алгоритмы поиска и слежения за задержкой шумоподобных *MSK*-сигналов. В качестве приоритетного выбран алгоритм параллельного поиска спектрально-эффективных шумоподобных сигналов с равновесовой поэлементной обработкой, который обеспечивает

существенные преимущества в реализации, проигрывая в помехоустойчивости оптимальному алгоритму менее 1 дБ.

3. Автором разработан и исследован способ синхронизации широкополосных наземных РНС с использованием навигационной аппаратуры потребителей спутниковых РНС, обеспечивающий точность относительной синхронизации временных шкал не хуже 5 нс при сокращении времени синхронизации в три раза по сравнению со способом автономной синхронизации.

Достоверность и обоснованность полученных научных результатов подтверждаются корректностью используемого математического аппарата, совпадением теоретических выводов, статистических результатов компьютерного моделирования и экспериментально полученных данных.

Научные результаты диссертации создают теоретическую основу для разработки методов синхронизации наземных широкополосных систем радионавигации нового поколения, превосходящих действующие системы по точности, помехозащищённости и дальности действия.

Практическая значимость и рекомендации по использованию результатов диссертационной работы

Практическая значимость результатов диссертации подтверждается тем, что они использованы предприятием АО «НПП «Радиосвязь» (г. Красноярск) при проектировании и разработке широкополосной РНС «Спрут» нового поколения, прошедшей Государственные испытания и завершившихся изготовлением опытных образцов.

Считаем целесообразным продолжить работу по направлению, связанному с комплексированием наземных широкополосных РНС, в том числе систем ДВ и УВЧ диапазонов, с глобальными навигационными спутниковыми системами в рамках реализации концепции интеграции РНС наземного и космического базирования.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы при разработке интегрированных радионавигационных систем следующего поколения на базе наземных и спутниковых систем радионавигации в рамках реализации концепции Единой системы координатно-временного обеспечения на территории России на предприятиях АО «НПП «Радиосвязь» (г. Красноярск), АО «ИСС» (г. Железногорск), ОАО «МКБ «Факел» (г. Химки).

Недостатки и замечания

1. Нет пояснений относительно того, чем определяется повышение помехоустойчивости при использовании спектрально-эффективных сигналов с пилотной и информационной компонентами.

2. Не ясно, какие «существенные преимущества в реализации» обеспечивает квазиоптимальный алгоритм поиска, основанный на знаковой аппроксимации опорных I и Q видеочастотных сигналов (раздел 2.4.2).

3. Автор утверждает, что при использовании НАП ГНСС достижимая точность синхронизации временных шкал опорных станций составляет не хуже 5 нс (стр. 158), что представляется излишне оптимистической оценкой.

4. Некоторые утверждения приведены без ссылок на источник, например, в главе 1 (стр. 30) «...Известно, что полезная мощность усилителя передатчика резко падает при наличии у сигнала амплитудной модуляции...».

5. Встречаются неточности, например, в главе 2 (стр. 51) неверно указано $N = 2^{13} - 1 = 4095$ (правильно $N = 2^{12} - 1 = 4095$).

6. В разделе «Перечень сокращений» отсутствует расшифровка некоторых сокращений, например, ПАКФ, ПМД, КВР, ЧР, НШ.

Отмеченные недостатки и замечания не влияют на главные теоретические и практические результаты исследований, полученные в диссертационной работе.

Заключение

Оценивая диссертационную работу в целом, можно сделать следующее заключение.

Диссертация Гарифуллина Вадима Фанисовича посвящена исследованиям в области создания наземных широкополосных систем радионавигации, соответствует специальности 05.12.14 – радиолокация и радионавигация, имеет внутреннее единство и является завершённой научно-исследовательской квалификационной работой, в которой на основании выполненных лично автором исследований разработаны методы синхронизации в радионавигационных системах со спектрально-эффективными шумоподобными сигналами, совокупность которых можно квалифицировать как новое достижение в области широкополосных систем радионавигации. Основные результаты диссертационной работы представлены в публикациях.

Диссертационная работа выполнена на актуальную тему, содержит новые научные результаты, имеет значение для теории и практики

радионавигации. Автор диссертации продемонстрировал хорошую квалификацию и опубликовал ряд новых и важных научных результатов. Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Диссертация соответствует критериям, установленным п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842) для учёной степени кандидата наук, а её автор, Гарифуллин Вадим Фанисович, достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.14 – Радиолокация и радионавигация.

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании сектора разработки бортового эфемеридно-временного и навигационного обеспечения системы ГЛОНАСС 18.05.2016 г., протокол № 9.

Начальник сектора разработки бортового
эфемеридно-временного и навигационного
обеспечения системы ГЛОНАСС,

канд. техн. наук

Татьяна Александровна Мараескул

