

Отзыв официального оппонента

кандидата технических наук Лепёхиной Т.А.

на диссертацию Мелёшина Юрия Михайловича «Разработка и исследование многополосной радиосистемы с фазокодовой манипуляцией», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения (технические науки)»

Актуальность исследований

В настоящее время возрастает интерес к малогабаритным радиосистемам дистанционного зондирования земли (ДЗЗ), что не в последнюю очередь обусловлено широким распространением дешевых беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), в том числе малых квадрокоптеров. Использование недорогих и доступных БПЛА позволяет, наряду с уменьшением стоимости выходного продукта, повысить оперативность съемки, что особенно важно в таких отраслях, как сельское хозяйство, ледовая разведка, мониторинг техногенных и биогенных катастроф. Для решения широкого круга задач в различных отраслях экономики востребованы недорогие универсальные радиосистемы ДЗЗ, позволяющие получать изображения земной поверхности с высоким разрешением.

Как большинство известных, так и значительная часть вновь разрабатываемых радиосистем ДЗЗ используют зондирующие сигналы с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ), что исторически было обусловлено созданием специализированных схемотехнических решений модулятора, а также возможностью обработки таких радиоголограмм оптическими средствами. В литературе представлены и широко используются на практике разнообразные алгоритмы обработки сигналов с ЛЧМ для задач ДЗЗ, в том числе и для многодиапазонных систем.

Использование сигналов с фазокодовой манипуляцией (ФКМ) позволяет расширить возможности радиосистемы в части уменьшения рекуррентных помех и боковых лепестков на изображении за счёт чередования различных модулирующих функций с одинаковой базой, а также существенно снизить стоимость аппаратной части радиосистемы благодаря упрощению схемы модулятора. Тем не менее, в отечественных и зарубежных публикациях не встречается информация о практическом применении ФКМ сигналов в многодиапазонных радиосистемах. Именно такое техническое решение представлено в данной диссертационной работе.

Предложенный алгоритм формирования и обработки сигналов для многополосных радиосистем с использованием ФКМ позволяет обеспечить широкую рабочую полосу при использовании в несколько раз меньшей мгновенной полосы. Разрешение получаемых изображений по дальности при этом определяется диапазоном перестройки несущей частоты в полосе пропускания высокочастотного тракта.

Использование фазового модулятора и приёмного видеотракта с уменьшенной мгновенной полосой пропускания позволяет существенно снизить стоимость и габариты радиосистемы при сохранении пространственной разрешающей способности. Предложенные аппаратные и алгоритмические решения позволяют создать малогабаритную многополосную радиосистему, которая может быть использована для нужд реального сектора экономики. Можно ожидать, что такие системы найдут широкое применение благодаря невысокой стоимости и реализации преимуществ зондирования радиоволнами в различных диапазонах частот.

Научная новизна результатов, полученных соискателем, заключается в разработке и реализации новой многополосной радиосистемы дистанционного зондирования Земли с использованием ФКМ сигналов и соответствующего алгоритма синтеза изображения, а также алгоритма компенсации амплитудно-фазовых искажений.

К основным **научным результатам, полученным автором лично**, можно отнести следующее:

1. Разработан оригинальный алгоритм формирования и обработки сигналов в многополосных РС с ФКМ.
2. Разработан алгоритм компенсации амплитудно-фазовых искажений, возникающих при когерентном объединении ФКМ сигналов из нескольких диапазонов рабочих частот в многополосных РС.
3. Предложены технические основы разработки многополосных радиосистем с ФКМ в части системного проектирования: выбор оптимального разбиения суммарной рабочей полосы частот на поддиапазоны, установлена зависимость требований по периоду зондирования от параметров движения носителя для многодиапазонной радиосистемы с переключением несущей частоты.

Достоверность научных результатов подтверждена соответствием результатов моделирования и проведенных экспериментов.

Практическая ценность полученных результатов заключается в разработке уникальной малогабаритной многополосной радиосистемы ДЗЗ с ФКМ, востребованной в сельском хозяйстве и промышленности, на основе предложенных технических решений с использованием разработанного алгоритма, позволяющего в данной радиосистеме получить разрешение по дальности 10 – 12 см при мгновенной ширине спектра сигнала 250 МГц, что в 10 раз меньше, чем требовалось бы для достижения такой же пространственной разрешающей способности традиционным способом. Этот метод позволяет использовать видеотракт с уменьшенной полосой пропускания и более чем в 30 раз снизить себестоимость АЦП модуля формирования и обработки сигналов. Проведенные исследования показали, что созданный автором научно-технический задел может применяться в разработках новых радиосистем.

Автореферат по содержанию соответствует диссертации.

Основные результаты прошли апробацию на 9 российских и международных конференциях, опубликовано 26 научных работ, в числе которых 7 статей в научных журналах, входящих в Перечень ВАК, 11 публикаций в изданиях, входящих в международные реферативные базы данных Scopus и Web of Science. По результатам работы получено 3 патента на изобретения.

Вместе с тем диссертация Мелёшина Ю.М. имеет ряд отмеченных ниже недостатков.

1. Во второй главе отсутствует сравнение характеристик АКФ сигналов ФКМ с характеристиками АКФ взвешенного ЛЧМ сигнала.

2. В третьей главе не указаны предусмотренные в реализованной радиосистеме параметры зондирующих ФКМ сигналов (длительность и база импульсов), их связь с параметрами режима съёмки (дальность, полоса обзора, разрешение по путевой дальности). Не указан порядок переключения частот узкополосных импульсов, использовалось ли чередование и/или сдвиг модулирующих последовательностей, исследовалось ли влияние этих параметров на качество получаемого изображения.

3. На изображениях местности, представленных в четвёртой главе, отсутствуют обозначения координат и масштаб.

4. В четвёртой главе описан анализ результатов лётного эксперимента и представлены результаты оценки пространственного разрешения радиосистемы, выполненной путём визуального сравнения размеров изображений одиночных целей и

составленных из них фигур. Не использован более достоверный метод определения пространственного разрешения по ширине функции отклика на одиночную точечную цель по уровню минус 3 дБ.

5. В работе имеется ряд стилистических и синтаксических ошибок.

Заключение

Несмотря на имеющиеся замечания, в целом диссертация Мелёшина Ю.М. производит хорошее впечатление. Диссертационная работа является актуальной, выполнена на высоком научно-техническом уровне, представляет собой завершённое научное исследование, имеет большую научную и практическую ценность и содержит новые достоверные научные результаты.

Диссертационная работа соответствует требованиям «О порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор Мелёшин Юрий Михайлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения (технические науки)».

Официальный оппонент

Начальник отдела АО «Концерн Вега»,

кандидат технических наук

Т.А. Лепёхина

08.02.2021

Сведения об организации, в которой работает официальный оппонент

Полное наименование

Акционерное общество «Концерн радиостроения «Вега»

Адрес предприятия:

121170, г. Москва, Кутузовский проспект, 34

Телефон: +7 (499) 753-40-04

Электронный адрес: mail@vega.su

Подпись Лепёхиной Татьяны Александровны заверяю

Учёный секретарь АО «Концерн радиостроения «Вега»



Н.С. Сидорова