

## О Т З Ы В

официального оппонента доктора технических наук, профессора ТОЛСТОВА Евгения Федоровича на диссертационную работу Тарасенко Анны Максимовны на тему «Методика цифрового формирования сложных сигналов для улучшения характеристик радиотехнических средств», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

### **Актуальность темы**

Известно, что одной из наиболее сложных задач при разработке систем радиосвязи, телевидения, радионавигации и дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) является выбор вида используемых радиосигналов. Наиболее представительным из перечисленных направлений в плане общности анализа считаются системы ДЗЗ, поскольку выбор зондирующего сигнала для них связан с влиянием на формирование двумерных изображений, что заметно усложняет задачу выбора. Конечно, при этом имеются в виду цифровые методы формирования сигналов. Именно разработке методики цифрового формирования сложных сигналов для радиотехнических средств и посвящена работа Тарасенко А.М., что, на мой взгляд, не только говорит, но и подчёркивает актуальность темы её диссертации с позиций теории сигналов.

Вместе с тем, имеется и другая сторона диссертационной работы. Радиотехнические датчики ДЗЗ являются единственным эффективным средством наблюдения земной поверхности в условиях облачности, задымлённости, в ночное время, а также для подповерхностного зондирования и наблюдений сквозь растительность. Выбор диапазона частот и ширины спектра зондирующего сигнала для каждой конкретной задачи производится исходя из условий необходимой проникающей способности сигнала и пространственного разрешения датчика. В каждом случае качество полученного изображения также зависит и от правильности выбора вида зондирующего сигнала.

Расширение сферы применения радиотехнических датчиков дистанционного зондирования Земли для решения множества народнохозяйственных задач связано с необходимостью улучшения их основных сквозных характеристик – пространственного и радиометрического разрешения, динамического диапазона. Совершенствуется техника зондирования: применяются новые режимы съёмки, обновляется схемотехника приёмо-передающей аппаратуры, что позволяет формировать и обрабатывать сложные сигналы с улучшенными свойствами. Поэтому тему диссертации «Методика цифрового формирования сложных сигналов для улучшения характеристик радиотехнических средств» и с этой стороны следует признать актуальной.

## **Структура и основное содержание диссертации**

Диссертационная работа состоит из введения, 4 разделов с выводами по каждому из них, заключения и списка литературы. Основной текст диссертации изложен на 129 страницах, содержит 32 рисунка, 5 таблиц и список литературы из 129 наименований.

Во **введении** обосновывается актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель исследования, решаемые задачи, показана научная новизна и практическая значимость полученных результатов, определены положения, выносимые на защиту.

**В первой главе** представлен обзор отечественной и зарубежной литературы, посвященной вопросам поиска и синтезирования перспективных кодов, выбора модулирующих функций и улучшения их корреляционных свойств. Отмечено, что применение различных способов оценки и критериев выбора закона модуляции затрудняет их сравнение. Проведен анализ существующих подходов и критериев, применяемых для оценки сигналов различного типа, однако с их помощью сделать вывод о преимуществах и недостатках таких сигналов для радиотехнических датчиков, где изображение формируется путем когерентного накопления отраженных сигналов, затруднительно.

**Во второй главе** представлены основные принципы формирования сложного сигнала и получения изображения, выбор критериев оценки его качества. Таким образом, подготовлена методическая база для формирования сложных сигналов различного вида и оценки их влияния на качество получаемого выходного продукта.

**В третьей главе** приведены результаты исследования функции отклика для различных видов сложных сигналов методом математического моделирования. Проведена оценка таких параметров ФО, как ширина главного максимума, вид и распределение боковых лепестков, их интегральный и максимальный уровень.

**В четвертой главе** дано описание макета приёмо-передающей аппаратуры космического датчика ДЗЗ с формирователем сигнала, модулированного М-последовательностью. Описан стенд полунатурного моделирования, а также приведены результаты эксперимента по получению ФО для разных длин при периодическом чередовании М-последовательностей.

**В заключении** сформулированы основные научные и практические результаты, полученные в диссертационной работе.

### **Научная новизна и ценность полученных результатов**

Главная научная ценность и новизна диссертационной работы Тарасенко А.М. состоит в том, что разработана методика формирования сложных сигналов, включающая в себя исследование сигналов различных видов. Сама по себе методика пошагово хорошо описана. На основе этой методики проведены исследования, в результате которых:

1) предложены новые виды сложных сигналов на основе комбинаций М-последовательностей, последовательностей Лежандра и с использованием стохастических модулирующих функций;

2) сформулированы критерии выбора функций для модуляции сложного сигнала радиотехнического датчика ДЗЗ;

3) с учётом полученного аналитического выражения, связывающего вид двумерной функции отклика с функциями внутриимпульсной модуляции и перестройки частоты импульсов радиосигнала, предложена модификация метода межпериодного расширения спектра.

Каждый из шагов, сделанных по предложенной методике, дал значимый для науки и технике результат теоретического и практического характера.

Особо следует отметить использование выходного сигнала аппаратно-программного комплекса экспериментальной отработки для имитации, формирования и анализа излучаемых сигналов в ходе сравнений результатов моделирования и эксперимента.

**Достоверность** основных положений и выводов диссертации подтверждается корректным использованием непростого математического аппарата, результатами математического моделирования, а также сравнением изображений, полученных в результате эксперимента, с результатами математического моделирования. Результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс Института микроприборов и систем управления НИУ «МИЭТ» при проведении занятий по курсу «Цифровая обработка сигналов» и использованы в АО «Корпорация «Фазотрон-НИИР» при проведении опытно-конструкторских работ в части выбора параметров формирователя сигналов.

### **Критические замечания**

1. В оглавлении не выделен параграф, в котором бы пошагово была описана методика цифрового формирования сложных сигналов для улучшения характеристик радиотехнических средств.

2. В диссертации представлено описание кодов Баркера, но дальнейшие исследования возможности построения на их базе новых перспективных сигналов не проведены.

3. В автореферате на рисунке 4 неразборчиво напечатаны подрисовочные подписи для графиков.

### **Заключение**

Считаю, что указанные недостатки диссертационной работы не влияют на ее общую положительную оценку. Диссертация Тарасенко Анны Максимовны является законченной квалификационной научно-исследовательской работой, имеющей существенное практическое значение

и содержащей решение актуальной задачи разработки методики цифрового формирования сложных сигналов для улучшения характеристик радиотехнических средств.

Диссертационное исследование А.М. Тарасенко выполнено на высоком научном уровне, работа изложена технически грамотным языком, качественно оформлена.

По теме диссертации опубликовано 20 научных работ, в том числе 4 научные статьи в изданиях, входящих в список ВАК. По материалам диссертации сделаны доклады на ряде конференций, включая международные.

Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы и в достаточной мере отражает ее основные положения.

Диссертация А.М. Тарасенко «Методика цифрового формирования сложных сигналов для улучшения характеристик радиотехнических средств» соответствует специальности 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения», отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор – Тарасенко Анна Максимовна – заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата технических наук.

**Официальный оппонент:**

Начальник отдела АО «АЭРОКОН»  
д-р технических наук, профессор

*Толстов*  
14.05.19

Толстов  
Евгений Федорович

**Адрес:** АО «АЭРОКОН»,

ул. Жуковского, 1, Жуковский, Московская обл., 140187

**Телефон:** 8 (495) 556-43-77

**E-mail:** E\_tolstov@mail.ru

Подпись д.т.н., профессора Е.Ф.Толстова удостоверяю.

Генеральный директор  
АО «АЭРОКОН»



Э.Г. Багдасарян