

## ОТЗЫВ

официального оппонента Майстренко Василия Андреевича на диссертационную работу Абраменко Александра Юрьевича по теме «Устройство формирования узкополосных радиосигналов с использованием алгоритма оптимальной интерполяции» по специальности 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

**Актуальность темы работы.** Диссертация Абраменко А.Ю. посвящена вопросам разработки устройства формирования узкополосных радиосигналов с низким уровнем искажений в квадратурном модуляторе, с использованием генератора модулирующих сигналов заданной частоты дискретизации, выполненного на основе алгоритма оптимальной интерполяции. Диссертация направлена на разработку генератора векторных сигналов, являющегося импортозамещающей продукцией, что подтверждает важность темы диссертации. Особенности таких генераторов заключаются в формировании сигналов цифровых видов модуляций с возможностью изменения скорости передачи данных и частоты дискретизации, а также в минимальном уровне искажений сигнала. Методы и алгоритмы, позволяющие решить поставленную задачу, недостаточно освещены в отечественных публикациях. Поэтому актуальность темы диссертации сомнений не вызывает.

**Структура диссертации.** Работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы из 81 наименования и содержит 112 страниц.

**Во введении** автором диссертации обосновывается тема исследования, определяются цели и задачи, отмечается научная новизна, теоретическая и практическая значимость проведенного исследования, отражаются вопросы достоверности и апробации полученных результатов, их внедрение, а также излагаются положения, выносимые на защиту.

**В первой главе** проведен анализ проблем разработки и создания узкополосных радиосигналов. Приведены основные теоретические сведения о существующих способах формирования узкополосных радиосигналов. Основное внимание уделено формированию модулирующих сигналов с заданной частотой дискретизации и коррекции искажений в квадратурном модуляторе. Отражены недостаточно проработанные теоретические и прикладные аспекты указанных направлений исследований. Сделаны выводы о целях и задачах диссертационной работы.

**Вторая глава** посвящена разработки цифровой системы повышения частоты дискретизации с рациональным множителем на основе алгоритма оптимальной интерполяции. Приведены результаты расчёта и моделирования предложенной системы. Эффективность решения подтверждена реализацией на программируемой логической интегральной схеме, результатами имитационного моделирования и сравнением с классическими решениями, обеспечивающими такие же характеристики.

**В третьей главе** рассматривается применение предложенной системы повышения частоты дискретизации для разработки универсального генератора модулирующих сигналов с изменяющейся по требованию частотой дискретизации. Показано, что предложенное решение может быть применено для сигналов цифровых систем связи. Разработанный блок формирования модулирующих сигналов демонстрирует характеристики на уровне зарубежных аналогов. На его основе создан измерительный комплекс для анализа искажений, возникающих при прохождении полосовых сигналов через нелинейное устройство, защищённый патентом РФ на изобретение.

**В четвертой главе** предлагается новый метод измерения и коррекции искажений в квадратурном модуляторе, основанный на использовании математического описания уровня подавления нежелательной боковой полосы при формировании сигнала с одной боковой полосой. Такой подход позволяет уменьшить число необходимых измерений для определения величин рассогласования амплитуды и фазы по сравнению с существующими решениями.

Вспомогательный материал вынесен в **приложение**, включающее акт внедрения и патент на изобретение.

**Научная новизна работы** заключается в следующем:

1. Предложено оригинальное решение для формирования сигналов с необходимой частотой дискретизации, основанное на использовании алгоритма оптимальной интерполяции.
2. Предложен новый метод уменьшения уровня искажений в квадратурном модуляторе, обеспечивающий компенсацию искажений за минимальное число измерений.

**Практическая значимость работы.** Результаты диссертации внедрены в производство в компании ЗАО «НПФ «Микран», что подтверждается полученным актом внедрения. Основная практическая значимость видится в области разработки приёмо-передающих и радиолокационных устройств, построенных на основе непосредственной модуляции на ВЧ с использованием комплексных

сигналов. Использование полученных результатов позволит улучшить технические характеристики конечных устройств.

**Достоверность полученных результатов.** Достоверность созданной системы повышения частоты дискретизации и предложенного метода коррекции искажений в квадратурном модуляторе подтверждаются экспериментальными исследованиями, их согласованностью с теоретическими результатами, а также применением для разработки конечного устройства.

Диссертационная работа выполнена на высоком научно-техническом уровне, научные положения и выводы достаточно обоснованы. Работа хорошо оформлена, материалы диссертации изложены грамотно и ясно.

**Автореферат диссертации** оформлен хорошо, изложение материала ясное и грамотное и полно отражает существо диссертации.

### **Замечания по диссертации:**

1. в диссертации не сформулированы требования к функциональным узлам высокочастотного генератора частоты (ГЧ), входящего в состав устройства формирования радиосигналов, представленного на рис. 4.1 (к уровню фазовых шумов опорного генератора (ОГ), к параметрам ГУН и частотно-фазового детектора и динамике кольца автоподстройки частоты);

2. из текста диссертации не ясно, есть ли ограничения на допустимую степень полифазного разложения при увеличении частоты дискретизации и на выбор её оптимального значения; на стр.84 не приведены характеристики реализованного автором фильтра Фарроу;

3. имеются погрешности изложения и оформления материалов диссертации, в частности, на стр. 69 нет ссылок на рис.3.18; нет комментариев, результатов, приведенных на рисунках 3.4, б и 3.18, не удачен рис. 3.12.

Однако отмеченные недостатки не снижают уровень оценки диссертации.

### **Заключение**

Считаю, что представленная диссертационная работа является завершённым научным исследованием, обладающим теоретической и высокой практической значимостью, свидетельствует о личном вкладе соискателя в науку и удовлетворяет критериям «Положения о порядке присуждения учёных степеней», а её автор, Абраменко Александр Юрьевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Официальный оппонент,

заведующий кафедрой «Средства связи и  
информационная безопасность» ОмГТУ,  
д.т.н., профессор ОмГТУ

 / В.А. Майстренко/

644050, г. Омск, пр. Мира, д. 11

8 (3812) 65-33-89

mva@omgtu.ru

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования (ФГБОУ ВПО)  
«Омский государственный технический университет»  
(ОмГТУ)

Подпись профессора Майстренко В.А. удостоверяю  
Учёный секретарь университета



/А.Ф. Немцова/