

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования

**«Сибирский государственный  
аэрокосмический университет  
имени академика М.Ф. Решетнева»  
(СибГАУ)**

просп. им. газеты «Красноярский рабочий», 31  
г. Красноярск, 660014  
тел.: +7 (391) 264-00-14 факс: +7 (391) 264-47-09  
<http://www.sibsau.ru> e-mail: [info@sibsau.ru](mailto:info@sibsau.ru)  
ОКПО 02069734, ОГРН 1022402056038  
ИНН/КПП 2462003320/246201001

№ \_\_\_\_\_

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Утверждаю  
Проректор по НИД  
проф.

Ю.Ю. Логинов

2015 г.

**ОТЗЫВ**

ведущей организации на диссертационную работу  
Абрамовой Евгении Сергеевны  
«Анализ и разработка методов повышения энергетической эффективности  
усилителей мощности радиопередающих устройств»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата  
технических наук по специальности 05.12.04 - «Радиотехника, в том числе  
системы и устройства телевидения»

Диссертационная работа Абрамовой Е.С. посвящена исследованию и разработке эффективных методов повышения энергетических и качественных показателей усилителей мощности в радиопередающих устройствах. Отличительной особенностью предложенных решений является улучшение эксплуатационных параметров по сравнению с известными.

Тема такой работы является актуальной, поскольку напрямую связана с важной научно-технической задачей обеспечения энергетической эффективности современных передатчиков. При этом в доступной литературе отсутствует описание методики расчета частотных свойств усилителей классов D и E по допустимому уровню снижения коэффициента полезного действия, а также методов обеспечения энергетических и качественных показателей усилителей мощности модуляторов.

В первой главе работы проведен аналитический обзор методов повы-

шения энергетической эффективности усилителей высокой частоты.

Во второй главе приводится анализ частотной зависимости энергетических показателей усилителя в ключевом режиме.

В третьей главе приводится анализ и разработка методов повышения качественных и эксплуатационных показателей усилителей мощности звуковой частоты. Предложен новый вариант модулятора на базе «повышающего» преобразователя и способы повышения его качественных показателей. Особое внимание уделено методам анализа устойчивости ШИМ-систем с обратной связью.

В четвертой главе приводятся результаты экспериментального исследования на математических и физических моделях частотных свойств исследованных усилителей.

Заключение содержит формулировку основных научных и практических результатов диссертационной работы.

Приложение содержит акты о внедрении.

**Научная новизна диссертационной работы** заключается в следующем:

1. Разработана методика расчета частотных свойств усилителей класса D и E по допустимому уровню снижения к.п.д. Установлено, что, в пределах перестройки частоты возбуждения  $\pm 10\%$  от частоты оптимальной настройки, снижение электронного к.п.д. усилителей этого типа не превышает 1,5 дБ. Работа усилителя в пределах отведенного диапазона частот без перестройки колебательной системы позволяет повысить его надёжность и оперативность перехода с одной частоты на другую.

2. Разработан и предложен новый вариант построения модуляционного устройства с промежуточной широтно-импульсной модуляцией, отличающийся улучшенными эксплуатационными параметрами по сравнению с известными устройствами за счет исключения громоздкого модуляционного дросселя и упрощения системы управления силовым ключом.

3. Разработан метод повышения линейности усиления в модуляторе нового типа с помощью компенсатора, который позволяет уменьшить коэф-



фициент нелинейных искажений в 2,5 раза при сохранении устойчивости усилителя к самовозбуждению. Результаты предложенного метода защищены патентом на полезную модель.

4. Разработан новый метод анализа устойчивости широтно-импульсных систем (ШИС), охваченных цепью обратной связи. При этом ШИС высокого порядка понижается до эквивалентных ШИС 1-2 порядка, что существенно упрощает анализ их устойчивости. Полученные результаты применимы при анализе устойчивости любых систем автоматического регулирования с широтно-импульсной модуляцией.

Разработанные методы и методики дополняют существующие исследования в области создания методик и расчетов проектирования устройств генерирования и усиления, в радиопередающих устройствах. В отличие от существующих исследований, разработанные методики и методы позволяют повысить эксплуатационные и качественные показатели усилителей мощности передатчиков.

**Достоверность полученных результатов.** Достоверность научных результатов подтверждается корректными аналитическими выкладками и физическим моделированием, а также сравнительным анализом результатов моделирования в среде PSPICE-V, в которой учтены параметры характеристик реальных усилительных приборов. Исходные данные для научных исследований были получены из ведущих российских и зарубежных научных изданий, в том числе входящих в перечень, рекомендованный ВАК РФ, а также из рекомендаций Международного союза электросвязи.

**Практическая значимость** диссертационной работы состоит в следующем:

1. Разработанные методики исследования, проведенные в ходе работы над темой диссертации, имеют важное практическое значение. Полученные результаты являются составной частью НИР по тематике «Радиопередающих устройств», выполненных с 2006 по 2014 годы на кафедре радиотехнических устройств Сибирского государствен-

ного университета телекоммуникаций и информатики.

2. Результаты данной работы применяются в учебном процессе на кафедре радиотехнических устройств ФГОБУ ВПО СибГУТИ, что подтверждается соответствующими актами внедрения в учебный процесс. Также получены акты о внедрении в производственную деятельность: ОАО «Ростелеком».

#### **Замечания:**

1. В работе не отражена непосредственная связь исследуемых задач с системами и устройствами цифрового телерадиовещания.

2. В разделе, посвященном исследованию обобщенной схемы усилителя с формирующим контуром приведен, лишь один пример использования полученных результатов. Интерес могли бы представлять и другие варианты сочетания параметров усилителя.

3. Во вводной части работы недостаточно обоснованы критические замечания по поводу существующей классификации режимов усилителей мощности.

Указанные замечания не носят принципиального характера и не могут изменить общую положительную оценку работы Абрамовой Е.С.

Диссертация содержит достаточное количество исходных данных, имеет 81 рисунок, 4 таблицы, общий объём 132 стр. Написана технически квалифицированно и аккуратно оформлена. По каждому разделу и работе в целом имеются выводы. Название диссертации соответствует её содержанию и характеру выполненных исследований. Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертационной работы. Выводы диссертации достаточно обоснованы.

**Основные результаты опубликованы** в 18 научных работах, из них 5 статей в изданиях, определенных в перечне ВАК и 1 патент на полезную модель.

Диссертационная работа Абрамовой Е.С. соответствует специальности



05.12.04 - «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения». Тематика диссертации наиболее полно соответствует области исследования «Разработка устройств генерирования, усиления, преобразования радиосигналов в радиосредствах различного назначения. Создание методик их расчета и основ проектирования» Паспорта специальностей научных работников, разработанного экспертным советом ВАК Минобрнауки РФ по техническим наукам.

Диссертация Абрамовой Евгении Сергеевны «Анализ и разработка методов повышения энергетической эффективности усилителей мощности радиопередающих устройств» является самостоятельной завершённой научно-квалификационной работой, соответствует требованиям Постановления правительства РФ №842 от 24.09.2013 «О порядке присуждения учёных степеней», а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 - «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Отзыв рассмотрен и утвержден 15.04. 2015г. на семинаре ведущих специалистов кафедры электронной техники и телекоммуникаций ФГБОУ ВПО СибГАУ.

Зав. каф. «Электронной техники и телекоммуникаций» СибГАУ

Д.т.н., профессор



Петров М.Н.

*Отзыв получен 06.05.2015г*

*Ученый секретарь*

