

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Нгуен Данг Кань на тему «**Исследование модуляционного тракта радиопередатчиков диапазона ВЧ с отдельным усилением составляющих при работе на узкополосную антенну**», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 - «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

**Актуальность работы.** Увеличение коэффициента полезного действия (КПД) передающего тракта оборудования радиосвязи и телерадиовещания, представляет собой актуальную задачу. Наибольший КПД активных приборов достигается в ключевых режимах работы (классы D, E, F). Для усиления современных спектрально-эффективных вещательных и телекоммуникационных сигналов (например, OFDM - Orthogonal frequency-division multiplexing — мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов) использование ключевых режимов работы возможно только при применении «синтетических» методов усиления, таких как дефазирование или метод отдельного усиления составляющих Л. Кана, а также их комбинаций.

В ряде случаев передающие устройства радиосвязи вынуждено работают на электрически короткую антенну - например, при размещении на подвижных объектах. Согласование электрически коротких антенн может быть осуществлено только в относительно узкой полосе частот. Следовательно, передатчик оказывается нагружен на узкополосную цепь, состоящую из согласующего устройства и собственно антенны. Высокоэффективные передатчики с отдельным усилением составляющих при работе с OFDM-сигналами на узкополосную нагрузку требуют согласования с антенной цепью с КСВ не хуже 1,05 в полосе частот усиливаемого сигнала. Поэтому задача снижения требований к полосе пропускания антенны для высокоэффективного ключевого передатчика с отдельным усилением составляющих является актуальной.

**Цель работы.** Расширение пределов допустимого рассогласования узкополосной антенны для ключевых передатчиков с отдельным усилением составляющих, использующих широтно-импульсную модуляцию в модуляционном тракте при работе с современными телекоммуникационными сигналами.

Вход. № 67/24  
« 05 » 06 20 24  
ПОДПИСЬ

**Научная задача** заключается в синтезе структур модуляционного тракта передатчиков с отдельным усилением составляющих, обеспечивающих расширение пределов допустимого рассогласования узкополосной антенны.

Для решения этой задачи Нгуен Данг Кань решает комплекс взаимосвязанных частных научных задач:

- проводит анализ механизма возникновения нелинейных искажений при работе передатчика с отдельным усилением составляющих на узкополосную антенну;

- разрабатывает компьютерную модель для исследования спектра выходного сигнала передатчика с отдельным усилением составляющих при различных параметрах и конфигурациях модуляционного тракта;

- проводит исследование зависимости уровня искажений выходного сигнала от параметров фильтра модуляционного тракта;

- синтезирует аппаратные методы снижения требований к полосе пропускания антенны для передатчика с отдельным усилением составляющих.

#### **Научная новизна работы.**

- Определены обусловленные модуляционным трактом причины возникновения дополнительных искажений спектра выходного сигнала передатчиков с отдельным усилением составляющих при работе на узкополосные антенны.

- Разработан алгоритм имитационного моделирования спектра выходного сигнала передатчиков с отдельным усилением составляющих при работе на узкополосные антенны для различных конфигураций модуляционного тракта с использованием фрагмента реального сигнала.

- Выявлены зависимости минимально необходимой полосы пропускания фильтра модуляционного тракта от полосы пропускания антенны и величины КСВ на краях полосы усиливаемого сигнала для случая работы передатчика с отдельным усилением составляющих на узкополосную антенну, в том числе для предложенного применения двусторонне нагруженных фильтров.

- Проведен анализ известных и предложенных решений по расширению пределов допустимого рассогласования узкополосной антенны. Показано, что использование предложенного ФВЧ-диплексера совместно с двусторонне нагруженным ФНЧ модуляционного тракта обеспечивает снижение требований к КСВ антенны до максимального значения 1,47, а

допустимая полоса пропускания антенны может быть уменьшена до 2,5 полос сигнала.

Диссертация Нгуен Данг Кань отличается своей практической направленностью: на основе разработанной имитационной модели передатчика с отдельным усилением составляющих выявлены конфигурации модуляционного тракта, обеспечивающие несколько большие пределы допустимого рассогласования антенны в полосе частот сигнала по сравнению с общеизвестными решениями. Предложенное автором применение ФВЧ-диплексера на выходе двусторонне нагруженного ФНЧ модуляционного тракта с плавным переходом позволяет снизить допустимую полосу пропускания антенны до 2,5 полос сигнала, что соответствует увеличению допустимого КСВ антенны с 1,07 до 1,47. Это существенно расширяет возможные области применения данных высокоэффективных передатчиков.

Результаты работы в полном объеме отражены в публикациях автора и прошли апробацию на международных научных конференциях. По теме диссертации было опубликовано 9 работ. Из них 3 работы опубликованы в журналах, включенных в перечень ВАК, 4 работы проиндексированы в базах данных Web of Science и SCOPUS (две из которых в журналах первой четверти). Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Автореферат диссертации хорошо структурирован и отражает полученные результаты.

#### **По автореферату имеются следующие замечания.**

1 На стр. 9 автореферата показано, что "... разработана имитационная модель для исследования ключевых ВЧ передатчиков с отдельным усилением составляющих, учитывающая особенности их работы на узкополосную нагрузку...". Но не представлена структурная схема алгоритма, поясняющего ее работу при оценке нелинейных искажений выходного сигнала.

2. В автореферате не пояснено, что такое  $R^2$  на странице 13 и на Рисунке 8.

3. Фильтры Кауэра в отечественной литературе чаще называют эллиптическими.

Отмеченные замечания не снижают значимости полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку работы.

### Заключение

Диссертационная работа Нгуен Данг Кань является законченной научной квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно на актуальную тему и на достаточном научном уровне. По новизне, уровню научной проработки и практической значимости полученных результатов работа отвечает п. 9 Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 "Положение о присуждении ученых степеней", а ее автор, Нгуен Данг Кань, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – "Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения".

Начальник сектора отдела перспективных средств радиосвязи,  
кандидат физико-математических наук

«03» мая 2024г.



Владимир Алексеевич Валов

Даю согласие на обработку персональных данных.

Подпись Валова Владимира Алексеевича заверяю.

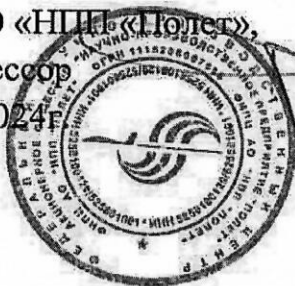
Заместитель

генерального директора

по науке АО «НПП «Полет»

д.т.н., профессор

«03» мая 2024г.



Войткевич Константин Леонидович

Акционерное общество «Научно производственное предприятие «Полет»  
603950, Россия, г. Нижний Новгород, пл. Комсомольская, д.1  
тел. (831)245-21-04, mail@npp-polyot.ru