

## ОТЗЫВ

### Официального оппонента

Кучина Сергея Игоревича

на диссертацию Синицина Дмитрия Вячеславовича «Повышение помехоустойчивости радиотехнических систем передачи информации с использованием сверточных алгоритмов обработки сигналов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения

В диссертационной работе Синицина Дмитрия Вячеславовича рассматриваются вопросы, связанные с повышением помехоустойчивости систем передачи информации с помощью сверточных алгоритмов обработки сигналов. В настоящее время сверточное кодирование широко применяется в различных системах передачи информации, например в системах мобильной и спутниковой связи, в модемах для телефонных линий связи и в других радиотехнических системах. Многие российские и иностранные ученые рассматривали вопросы, связанные со сверточной обработкой сигналов. Однако в современных условиях эффективность многих методов обработки сигналов оказывается недостаточной: кроме внутренних шумов входных трактов часто имеет место наличие внешних помех или замираний сигналов. В этом случае существующие методы сверточной обработки сигналов уже не обеспечивают необходимого качества передаваемой информации. Другим немаловажным фактором является увеличение числа источников радиоизлучения в эфире. При этом должны сохраняться требования на качественные характеристики систем передачи информации. Совокупность данных факторов определяет **актуальность** диссертационного исследования.

**Структура** диссертации состоит из введения, четырех глав и заключения. В первой главе дано понятие сверточного кода, изложен принцип сверточного кодирования. С целью последующей модификации рассмотрена процедура сверточного декодирования согласно алгоритму Витерби. Для дальнейшего использования в работе выбраны модель канала передачи информации, а также модели информационных и помеховых сигналов.

Вторая глава посвящена исследованию метода декодирования сверточных кодов на основе алгоритма сверточного декодирования Витерби при перемежении символов и замираниях сигналов. Подробно описаны предпосылки применения метода, дано математическое обоснование и практическая реализация метода. Приведены характеристики помехоустойчивости для нескольких типов сверточных кодов с разными скоростями.

В третьей главе рассматривается влияние узкополосной помехи на системы передачи информации со сверточным кодированием. Для компенсации сосредоточенной по спектру помехи исследованы два алгоритма адаптации сверточной обработки сигналов: алгоритм предварительного снижения уровня помехи до декодирования и комплексный алгоритм сверточного декодирования. Приведены характеристики помехоустойчивости для систем передачи информации, использующих данные методы.

В четвертой главе для систем передачи информации с разнесением предложены алгоритмы адаптации сверточной обработки сигналов для частотного и пространственного разнесения. Приведены структурные схемы реализации алгоритмов. Для систем передачи информации с обратной связью рассмотрен принцип фазового управления передачей разнесенных сигналов.

На защиту выносятся разработанные Синициным Д.В. методы и алгоритмы сверточной обработки сигналов для повышения устойчивости

систем передачи информации к внешним сосредоточенным по спектру помехам и замираниям уровня сигнала.

Все положения, выносимые на защиту, а также выводы по итогам работы, являются обоснованными и связанными по смыслу друг с другом.

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

1. Разработан и исследован новый метод декодирования сверточных кодов в условиях перемежения символов.

2. Для случая воздействия узкополосных помех разработаны алгоритм предварительного снижения уровня помехи до декодирования и комплексный алгоритм сверточного декодирования.

3. В системах передачи информации, использующих разнесенный прием и обратную связь, предложены и исследованы варианты адаптации сверточных кодов.

Основные **практические результаты** работы:

1. Разработанный модифицированный метод сверточного декодирования обеспечивает выигрыш в помехоустойчивости на 0,5 - 4 дБ по сравнению с работой «классического» алгоритма Витерби в условиях перемежения символов.

2. Предложен и проанализирован комплексный алгоритм сверточного декодирования символов и алгоритм предварительного снижения уровня помехи, позволяющие снизить влияние узкополосной помехи.

3. Для систем передачи информации с частотным и пространственным разнесением разработаны варианты адаптации алгоритма сверточного декодирования, дающие выигрыш в помехоустойчивости от 2,5 дБ до 6 дБ по сравнению с работой «классического» алгоритма Витерби при замираниях сигналов.

4. Для систем двухсторонней передачи с обратной связью и пространственном разнесении разработана и проанализирована структурная схема передатчика с фазовым управлением мощностью разнесенных сигналов.

Полученные в диссертации выводы подтверждены результатами компьютерного моделирования, которые доказывают эффективность предложенных методов и алгоритмов сверточной обработки сигналов, совпадением результатов моделирования с результатами, известными из литературы.

Основное содержание диссертационного исследования отражено в 20 научных публикациях, в том числе в 4 статьях из перечня ВАК и 1 статьи в зарубежном издании. Получен 1 патент на изобретение, 2 патента на полезную модель и 6 свидетельств о государственной регистрации программы для ЭВМ.

### **Недостатки диссертации**

1. Не рассмотрены характеристики алгоритмов сверточной обработки сигналов для сверточных кодов с другими скоростями.

2. Дано недостаточно практических рекомендаций по использованию предложенных методов и алгоритмов сверточной обработки сигналов.

3. Из работы не ясно, каким именно образом осуществляется распознавание сосредоточенной по спектру помехи.

4. В работе не приведена оценка ресурсоемкости предложенного модифицированного алгоритма декодирования по сравнению с оригинальным алгоритмом, из чего не ясна возможность практической реализации предложенного декодера на современной элементной базе

**Анализируя диссертацию Д.В. Сеницина в целом, необходимо** отметить, что перечисленные недостатки не затрагивают основных научных и важных для практики результатов, полученных автором.

Диссертация Д.В. Сеницина «Повышение помехоустойчивости радиотехнических систем передачи информации с использованием сверточных алгоритмов обработки сигналов» является законченной научной работой, в которой решена актуальная в научном и практическом планах задача разработки вариантов модификации алгоритмов сверточного декодирования сигналов. Диссертационная работа полностью соответствует

требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Сеницин Дмитрий Вячеславович заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Заместитель главного инженера по  
новой технике ЗАО «КОБРА», г. Владимир,  
кандидат технических наук  
600026, г. Владимир, ул.Лакина, 1-Г,  
тел.: (4922) 43-14-14, 43-15-15  
факс: (4922) 43-14-14  
E-mail: [KuchinSI@gmail.com](mailto:KuchinSI@gmail.com)

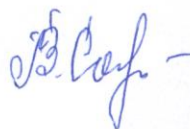


С.И. Кучин

30.01.2015

Подпись С.И. Кучина заверяю:

Ведущий специалист по кадрам



В.Б. Сарафанова