

## ОТЗЫВ

Официального оппонента Голубева Евгения Аркадьевича

На диссертацию Мирошниковой Наталии Евгеньевны на тему: «Исследование методов построения слепых эквалайзеров для систем когнитивной ионосферной радиосвязи», на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций

### **Актуальность темы исследования.**

Системы ионосферной связи могут стать основой для построения единой сети, обеспечивающей передачу сообщений для своевременного оповещения в условиях чрезвычайных ситуаций.

Повышение качества работы систем ионосферной радиосвязи возможно за счет адаптации параметров используемых радиосигналов (вида модуляции, кодирования, скорости передачи информации) и адаптации рабочих частот в зависимости от состояния нестационарного ионосферного канала. Такая адаптация может быть достигнута за счет разработки управления параметрами радиосвязи на основе технологии когнитивного радио.

Качество работы управляющих блоков когнитивной системы зависит от качества восстановления сигналов. Для успешного восстановления сигнала, переданного через многолучевой канал, требуется коррекция искажений, вызванных МСИ. Таким образом, для решения задачи управления параметрами радиосвязи в зависимости от состояния нестационарного ионосферного канала с применением методов когнитивного радио, в первую очередь, необходимо на физическом уровне сети решить вопросы идентификации канала и построения адаптивного эквалайзера.

В настоящее время в ионосферных системах связи используются эквалайзеры, чей алгоритм работы основан на критерии минимума среднеквадратической ошибки (СКО). Данные методы предполагают использование в сигнале тренировочной последовательности для оценки канала и «тренировки» эквалайзера. Эта тестовая последовательность может занимать от 20 до 50 % передаваемого кадра в зависимости от выбранной скорости передачи, что существенно ограничивает информационную скорость.

Экз. № 129/18  
« 19 » 10 2018  
ПОДПИСЬ

Кроме того, при смене условий в канале требуется время на перенастройку на новый формат кадра.

Таким образом, актуальной становится задача поиска новых методов построения эквалайзеров для реализации когнитивных ионосферных систем связи. Одним из перспективных подходов к построению когнитивных систем является использование на физическом уровне так называемых методов слепой обработки сигналов. Использование в приемнике «слепого эквалайзера» позволяет отказаться от передачи тестовой последовательности для идентификации канала и подстройки эквалайзера, тем самым увеличить информационную скорость передачи и построить систему, способную работать без априорного знания параметров передаваемых сигналов в условиях нестационарного канала передачи, что является ключевым условием для когнитивных систем.

**Научная новизна** диссертационной работы состоит в развитии методов построения слепых эквалайзеров для когнитивных систем ионосферной радиосвязи. Разработанный метод построения эквалайзера основан на математическом аппарате слепого разделения сигналов, который ранее не применялся в данной области. Адаптивный эквалайзер, построенный с использованием разработанного метода и алгоритма, отличается от существующих возможностью работы без передачи тренировочной последовательности в условиях нестационарного ионосферного канала и априорной неопределенности параметров полезных сигналов, что позволяет повысить скорость передачи на 10-50% и увеличить доступность ионосферных каналов связи.

**Теоретическая значимость** работы состоит в сформулированных требованиях к структуре слепого эквалайзера и к методу построения слепого эквалайзера для когнитивных систем ионосферной радиосвязи. Разработанный метод построения слепого эквалайзера позволяет работать в условиях нестационарного ионосферного канала и априорной неопределенности параметров полезных сигналов.

**Практическая значимость** работы заключается в том, что разработанный в диссертации метод позволяет:

- повысить скорость передачи в каналах ионосферной декаметровый радиосвязи за счет отсутствия передачи тренировочной последовательности от 10 до 50 %;
- работать в условиях априорной неопределённости параметров принимаемых сигналов;

– организовать устойчивую работу алгоритмов управления параметрами радиосвязи, требуемую в когнитивных системах связи.

**Достоверность результатов диссертационной работы** подтверждается корректностью применения математического аппарата и согласованностью результатов, полученных с помощью разработанного метода, с результатами теоретического анализа и имитационного моделирования. Полученные результаты обсуждались со специалистами на научных конференциях. Материалы диссертационной работы доложены и одобрены на 7 международных отраслевых научно-технических конференциях. Основные научные результаты диссертации опубликованы в 7-ми статьях в рецензируемых журналах, входящих в Перечень ВАК, в тезисах докладов 5-ти научных конференций и 2-х отчетах по ГБ НИР ПВШ. Получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

#### **Замечания по диссертационной работе**

В качестве замечаний можно выделить:

- в автореферате отсутствует структурная схема разработанного слепого эквалайзера;
- моделирование в разделе 4 проведено для малого количества моделей каналов;
- также в разделе 4 прописаны параметры не всех блоков модели.

#### **Общая оценка диссертации, ее завершенности и рекомендации по использованию результатов.**

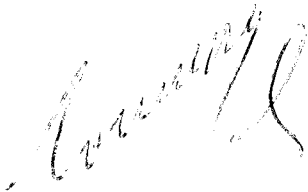
Представленная диссертация является законченной научно-исследовательской работой. Работа изложена на достаточно высоком научном уровне. Автореферат диссертации адекватно отражает содержание исследования, четко формулирует его основные положения и выводы. Представленные в диссертации метод и алгоритм построения слепого эквалайзера можно использовать при разработке систем специального назначения. Предложенная структура эквалайзера может быть использована для дальнейших исследований в области слепой обработки сигналов.

#### **Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней**

Выше изложенное дает основание считать, что представленная диссертационная работа полностью удовлетворяет требованиям ВАК при Минобрнауки России, предъявляемым к квалификационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук, соответствует пункту 8 паспорта специальности 05.12.13 – Системы,

сети и устройства телекоммуникаций, ее автор, Мирошникова Наталия Евгеньевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Официальный оппонент



Голубев Евгений Аркадьевич,

15.10.2018

Доктор технических наук по специальности 20.02.14 - «Вооружение и военная техника», профессор, советник руководителя ФГУП "18 центральный научно-исследовательский институт" Министерства обороны Российской Федерации.

Адрес: 111123, г Москва, проспект Свободный, дом 4.

Тел: +79161664710

Подпись Е.А.Голубева удостоверяю:

Учёный секретарь диссертационного совета

Д 219.001.04, к.т.н., доцент



М.В. Терешонок