

АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
**НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ИНФОРМАТИКИ**  
**(АНО «НТЦИ»)**

Россия, 111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, д. 8, стр. 1.  
Тел: (495) 673-29-22, факс: (495) 673-29-22, E-mail: ICSvyz@yandex.ru

15.07.2021 № 1507/1

Отзыв

на автореферат диссертации Поборчей Натальи Евгеньевны на тему: «Разработка эффективных методов и алгоритмов оценивания параметров канала связи в условиях априорной неопределенности», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

**Актуальность темы диссертационного исследования**

Повышение помехоустойчивости приема сигналов является важной, актуальной задачей в разработке современных систем связи. Связано это с повышением скорости передачи информации, что влечет за собой использование многопозиционных сигналов, таких как QAM - 64, 256, 1024, технологии MIMO, OFDM. Любая система цифровой связи содержит устройства синхронизации, без которых невозможен прием информации. Кроме того, сигнал, распространяясь по каналу связи, претерпевает разного рода искажения, которые сильно влияют на качество приема. Задача синхронизации и компенсации искажений сигнала связана с оценкой неизвестных параметров сигнала и канала. Точность определения параметров напрямую связана с помехоустойчивостью системы связи.

Современная тенденция развития систем связи связана с удешевлением оборудования. Снижение стоимости возможно при использовании приемника прямого преобразования, который обладает простотой схемных решений. Но наряду с достоинствами он имеет ряд недостатков, заключающихся в появлении у сигнала постоянных составляющих, амплитудно-фазового дисбаланса между квадратурными компонентами принимаемого процесса, а также сдвига частоты и фазового шума. Борьба с упомянутыми факторами приходится путем усложнения алгоритмов обработки сигнала. Поэтому важно, чтобы при увеличении точности оценивания неизвестных параметров сигнала и канала связи не происходило существенного роста вычислительной сложности.

В диссертации поставлена задача повышения помехоустойчивости приема сигнала при удовлетворительной сложности его обработки. Таким образом, тема диссертационной работы Поборчей Н. Е. – актуальна.

**Теоретическая значимость** исследования заключается в разработанных автором методах и алгоритмах совместного оценивания параметров канала

Вход. № 114/21  
«30» 08 2021 г.  
подпись Zub



связи и искажений сигнала в приемнике прямого преобразования в условиях априорной неопределенности относительно статистических характеристик канала связи и законов распределения шумов, а также оценивания этих параметров и искажений, как по тестовой последовательности, так и по информационным символам после процедуры детектирования.

**Практическая значимость** исследования Поборчей Н. Е. состоит в:

- 1) сокращении длительности переходного процесса процедуры оценивания до 2 раз с использованием второго приближения по Тейлору, при аппроксимации нелинейной функции наблюдений в алгоритме фильтрации, относительно известного метода Стратоновича, в задаче фазовой и тактовой синхронизации сигнала MSK;
- 2) сокращении длины тестового сигнала в 3-18 раз и повышении точности оценивания частоты и фазы в 3 и 4 раза соответственно, относительно известного алгоритма Стратоновича, при использовании нового регуляризирующего алгоритма совместной оценки задержки, частоты и фазы сигналов MSK, PSK, QAM;
- 3) получении энергетического выигрыша до 4 дБ при использовании нового регуляризирующего алгоритма совместного оценивания амплитуды, фазы, частоты, амплитудно-фазового дисбаланса и постоянных составляющих сигналов PSK, QAM относительно известных процедур оценивания в условиях стационарного канала для систем с SISO;
- 4) получении энергетического выигрыша до 7 дБ относительно известных алгоритмов отдельной оценки, или сокращении вычислительной сложности относительно известной процедуры совместного оценивания, при использовании алгоритма, основанного на комбинировании процедуры с полиномиальной аппроксимацией с регуляризирующим алгоритмом, для определения параметров канала и искажений сигнала в тракте приемника прямого преобразования в системе с OFDM и моделью канала ЕРА;
- 5) сокращении вычислительной сложности при одинаковой помехоустойчивости при использовании алгоритма совместного оценивания матрицы канала и искажений сигнала в приемнике прямого преобразования, основанного на комбинировании процедуры с полиномиальной аппроксимацией с новым рекуррентным регуляризирующим алгоритмом, относительно известной процедуры совместного оценивания в системе с MIMO в условиях стационарного канала;
- 6) сокращении вычислительной сложности при использовании алгоритма с полиномиальной аппроксимацией для оценивания параметров канала и искажений сигнала в приемнике прямого преобразования в условиях априорной неопределенности относительно статистических характеристик канала с доплеровским расширением спектра и релеевскими замираниями относительно известных процедур оценивания.

На основе автореферата можно сделать вывод о завершенности, целостности и адекватности научных результатов, полученных автором в диссертационной работе.

**Публикации.** Основные результаты исследований опубликованы в 49



работах: 26 публикаций в журналах, 18 из перечня ВАК 2 публикации входят в Web of Science; 18 докладов на конференциях, из них 5 публикаций в международной базе Scopus; 5 свидетельств о регистрации программ для ЭВМ.

**Замечания по автореферату:**

1. В автореферате к главе 2 не расшифрованы некоторые математические обозначения.
2. Посчитано только количество арифметических операций при анализе вычислительной сложности полученных алгоритмов. Нет примера, на какой вычислительной базе их можно реализовать.
3. На стр.19 упоминается комбинированная процедура (3), (5), но нет ее описания.
4. Из автореферата не понятно, исследовались предложенные алгоритмы оценивания параметров канала и искажений сигнала в приемнике прямого преобразования при наличии межсимвольной интерференции или нет.

Однако вышеуказанные замечания не снижают ценности диссертационной работы Поборчей Натальи Евгеньевны. Диссертация представляет собой законченную научную работу и соответствует критериям, предъявляемым к докторским диссертациям, раздела II «Положения о присуждении ученых степеней» (утв. постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842), а её автор, Поборчая Наталья Евгеньевна, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Генеральный директор АНО «НТЦИ»,  
к.т.н., доц.



Кондрашов С.Ф.

*Сведения о составителе отзыва:*

Кондрашов Сергей Федорович, кандидат технических наук по специальности 05.12.02 "Теория связи, системы и устройства передачи информации по каналам связи", доцент, место работы: Автономная некоммерческая организация "Научно-технический центр информатики" (АНО «НТЦИ»), должность: генеральный директор, адрес: 111024, город Москва, Авиамоторная улица, 8 стр. 1., тел.: 8 (495) 673-29-22, адрес электронной почты: ICSvyz@yandex.ru.