

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Либеровского Никиты Юрьевича на тему:  
«Разработка слепого алгоритма разделения радиосигналов в системах когнитивного радио» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности по специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

### **Актуальность.**

Современное развитие инфокоммуникационных систем привело к возникновению дефицита радиочастотного ресурса и, как следствие, наличием разнообразных мешающих сигналов и помех для радиоприемных устройств. Это особенно актуально для систем когнитивного радио, в которых один и тот же частотный ресурс используется как лицензированными, так и нелицензированными пользователями.

Одним из перспективных способов решения задачи оптимального приема сигналов являются методы слепого разделения сигналов, позволяющие оценить смешивающие коэффициенты и разделить полезный сигнал от помех, используя только входные смеси сигналов. При этом, анализ существующих алгоритмов слепого разделения сигналов показывает, что в настоящее время отсутствуют алгоритмы, позволяющие получить аналитическое решение задачи разделения сигналов с использованием статистик входных сигналов за априори известное количество арифметических операций.

Поэтому задача разработки новых алгоритмов разделения радиосигналов, обеспечивающих получение решения за конечное число операций, для повышения помехоустойчивости передачи цифровых сигналов в системах когнитивного радио является актуальной.

**Научная новизна** результатов диссертации заключается в том, что автором:

1. Разработан алгоритм слепого разделения двух комплексных сигналов, использующий в качестве критерия независимости сигналов кумулянты четвертого порядка.

2. Получено общее решение декорреляции двух комплексных сигналов за конечное число арифметических операций, что обеспечивает помехоустойчивость систем когнитивного радио за счет разделения полезного сигнала и помехи.

**Достоверность и обоснованность** научных результатов и выводов, изложенных в диссертации, подтверждается корректным использованием математических методов, а также результатами проведенных исследований и численного моделирования.

**Теоретическая и практическая значимость** диссертации заключается в том, что разработанный автором алгоритм слепого разделения сигналов на основе новых математических выражений позволяет решать задачи декорреляции сигналов и сводить кумулянты четвертого порядка к нулю аналитическим методом, а также практически повышать отношение сигнал/помеха на выходе приемника при детектировании и дальнейшей обработке цифровых сигналов без дополнительной априорной информации.

**В качестве замечаний**, судя по автореферату, следует отметить:

1. В автореферате отсутствует представление разработанного алгоритма слепого разделения сигналов в виде блок-схемы, что позволило бы лучше оценить его эффективность.

2. Разработанный алгоритм слепого разделения сигналов сравнивается с известным алгоритмом FastICA. Однако, в автореферате отсутствует обоснование выбора данного метода FastICA в качестве эталонного.

Однако, указанные замечания не снижают значимости полученных автором результатов.

Проделанная автором работа заслуживает внимания, полезна с теоретической и практической точек зрения. Результаты работы обоснованы на современном научном уровне и являют собой законченное научное исследование.

Автореферат диссертации составлен с соблюдением установленных требований, дает адекватное представление о работе и достаточно полно раскрывает ее ценность.

Основные научные и практические результаты работы апробированы в 14 научных публикациях, в т.ч. в 3 работах в изданиях, рекомендованных ВАК, 8 научных публикациях в изданиях, индексируемых в Scopus и Web of Science, и 3 докладах на международных научно-технических конференциях.

**Выводы:**

1. Диссертация Либеровского Никиты Юрьевича представляет собой законченную научно-квалификационную работу, содержащую решение важной научной задачи по разработке алгоритма слепого разделения комплексных сигналов за конечное количество вычислений с использованием кумулянтов высших порядков для повышения помехоустойчивости передачи цифровых сигналов в системах когнитивного радио.

2. Диссертация удовлетворяет требованиям п.9 Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842 «Положение о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Либеровский Никита Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Заместитель директора центра акционерного общества «Радиотехнический институт имени академика А.Л. Минца»

доктор технических наук, профессор  
специальность 05.22.13 – «Навигация и управление воздушным движением»

тел. (495) 612-99-99, доб. 34-32

e-mail: [RAkinshin@rti-mints.ru](mailto:RAkinshin@rti-mints.ru),

г. Москва, ул. 8 Марта, д.10, стр. 1.

« 16 » 11 2022 г.



Акиншин  
Руслан Николаевич

Подпись Акиншина Руслана Николаевича заверяю:

Заместитель генерального директора акционерного общества «Радиотехнический институт имени академика А.Л. Минца» по научно-техническому развитию

доктор технических наук

« 16 » 11 2022 г.



Савченко  
Владимир Петрович