

использования необходимо априорное знание свойств принимаемого сигнала, помехи или свойств среды распространения сигналов, что существенно уменьшает область применения этих методов.

Альтернативой классическим алгоритмам оптимального приема сигналов является активно развивающиеся в последнее время методы слепого разделения сигналов. Алгоритмы слепого разделения сигналов основываются только на общих предположениях о способе смешивания полезного сигнала и помехи, которые выполняются в большей части задач. Поэтому разработка алгоритмов слепого разделения сигналов является важной научной задачей, и тема диссертации Н.Ю. Либеровского является актуальной.

2. Структура и основные результаты работы

Во **введении** обоснована актуальность диссертационной работы, проведен анализ современного уровня разработанных научно-технических решений, определены цель, задачи и методы исследований. Конкретизируются: научная новизна, личный вклад в работу, практическая значимость, сведения об апробации работы, публикациях автора, а также положения, выносимые на защиту.

В **первом** разделе рассматривается модель смешивания сигналов, формализуется задача слепого разделения сигналов, проводится анализ существующих методов определения коэффициентов размешивающей матрицы и слепого разделения сигналов.

Во **втором** разделе представлены основные используемые статистические величины, формулируется предложенный критерий разделения сигналов, решается задача одновременной декорреляции двух комплексных случайных сигналов и приведения их смешанного кумулянта четвертого порядка к нулю, представлен разработанный алгоритм слепого разделения сигналов.

В **третьем** разделе представлен критерий оценки эффективности разделения сигналов, приведены результаты: оценки границ вырожденного смешивания сигналов, оценки оптимального размера выборки расчета статистик, оценки минимального ОСВШ, позволяющего эффективно разделять сигналы, оценки выигрыша в ОСП при различных значениях ОСВШ.

В **заключении** сформулированы основные научные и практические результаты диссертационной работы.

3. Научная новизна работы

Научная новизна работы заключается в:

– разработке алгоритма слепого разделения двух комплексных сигналов, использующего в качестве критерия независимости сигналов кумулянты четвертого порядка, отличающийся от известных тем, что он выполняется за априори известное количество арифметических операций и приводит смешанный кумулянт четвертого порядка выходных сигналов к нулю за счет получения аналитического решения частного случая полиномиального уравнения четвертого порядка.

– получении общего решения декорреляции двух комплексных сигналов за конечное число арифметических операций, основанное на системе уравнений второго порядка, приводящее дисперсии выходных сигналов к единице, а коэффициент ковариации к нулю, что обеспечивает помехоустойчивость систем когнитивного радио за счет разделения полезного сигнала и помехи.

4. Теоретическая значимость работы состоит в разработке нового алгоритма слепого разделения сигналов на основе новых математических выражений для решения задачи декорреляции сигналов и решения задачи сведения кумулянтов четвертого порядка к нулю аналитическим методом.

5. Практическая ценность работы состоит в повышении отношения сигнал/помеха (ОСП) на выходе приемника при детектировании и дальнейшей обработке цифровых сигналов без дополнительной априорной информации.

6. Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность проведенных соискателем научных положений, исследований, результатов и выводов подтверждается аргументированностью и доказательностью предложенных алгоритмов и моделей, корректностью применения математического аппарата и согласованностью результатов, полученных с помощью аналитических расчетов, теоретического анализа, имитационного моделирования.

7. Личный вклад автора

Все выносимые на защиту научные результаты получены соискателем лично. Автор принимал непосредственное участие в планировании и проведении работы, обработке и обсуждении полученных результатов, подготовке публикаций.

8. Соответствие работы заявленной специальности

Проведенное автором исследование входит в направление исследования «Разработка и исследование методов и алгоритмов обработки сигналов и информации в радиотехнических устройствах и системах различного назначения, включая системы

телевидения и передачи информации, при наличии помех с целью повышения помехоустойчивости» (п. 6 паспорта научной специальности).

9. Апробация результатов работы

Диссертационная работа обсуждалась со специалистами в сфере радиотехники, радиосвязи и телекоммуникаций на международных и всероссийских конференциях. Уровень апробации результатов диссертации, а также полнота их отражения в публикациях в отечественных периодических научных изданиях представляются вполне достаточными и удовлетворяют требованиям положения о присуждении ученых степеней. Материалы диссертационной работы были обсуждены на 9 конференциях. По теме работы автор опубликовал 3 статьи в рецензируемых изданиях ВАК.

10. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Основные положения, результаты и выводы диссертационной работы рекомендуется использовать при разработке систем когнитивного радио.

11. Замечания по диссертационной работе

1. В работе при проведении исследования эффективности разработанного алгоритма использовались только FSK-2 сигналы, требует пояснения вопрос об общности выводов.
2. В диссертационной работе не проведены исследования алгоритма на реальных сигналах, что затрудняет оценку практической значимости работы.
3. В работе отсутствует блок-схема предложенного алгоритма и ее описание, что вызывает вопрос о программной реализуемости алгоритма.
4. К погрешности оформления можно отнести то, что в автореферате не указано, что представляет собой матрица I (формула 2).

12. Общее заключение по работе

Вышеприведенные замечания не снижают ценность и общую положительную оценку выполненного диссертационного исследования. Диссертация является законченной научно-исследовательской работой, и имеет значение для развития радиотехнических систем. Работа написана на хорошем научном уровне. Автореферат диссертации достаточно полно и корректно отражает содержание исследования. В автореферате четко сформулированы цель исследования, научная задача, основные положения и выводы. Диссертационная работа полностью удовлетворяет требованиям ВАК при Минобрнауки России, предъявляемым к квалификационным работам на соискание ученой степени

