

Харьковский университет Воздушных Сил

На правах рукописи

ЛЫСЕЧКО Владимир Петрович

УДК 621.391

**МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ АНСАМБЛЕЙ СЛОЖНЫХ
СИГНАЛОВ С УЛУЧШЕННЫМИ
ВЗАИМОКОРРЕЛЯЦИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ
СИСТЕМ РАДИОСВЯЗИ С КОДОВЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ
КАНАЛОВ**

Специальность 05.12.02. - Телекоммуникационные системы и сети

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание учёной степени

кандидата технических наук

Научный руководитель
кандидат технических наук,
доцент
ХАРЧЕНКО Виктор Николаевич

Харьков – 2006

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
РАЗДЕЛ 1. Анализ путей улучшения взаимокорреляционных свойств сложных сигналов для систем радиосвязи с кодовым разделением каналов	15
1.1. Анализ взаимокорреляционных свойств сложных сигналов для систем радиосвязи множественного доступа с кодовым разделением каналов. Выбор критерия для оценки уровня внутрисистемных помех	15
1.2. Оценка влияния внутрисистемных помех на работу сети радиосвязи с кодовым разделением каналов	21
1.2.1. Оценка влияния внутрисистемных помех на работу сети радиосвязи с кодовым разделением каналов с учетом энергетических свойств используемых сигналов	22
1.2.2. Оценка влияния внутрисистемных помех на работу сети радиосвязи с кодовым разделением каналов с учетом корреляционных свойств сигналов.	27
1.3. Выбор пути уменьшения внутрисистемных помех. Постановка задачи на исследование	32
Выводы	34
РАЗДЕЛ 2. Формирование последовательностей коротких видеоимпульсов с минимальным энергетическим взаимодействием во временной области	36
2.1. Разработка метода формирования кодовых последовательностей коротких видеоимпульсов, с минимальным энергетическим взаимодействием	36
2.2. Исследование взаимокорреляционных свойств ансамблей последовательностей коротких видеоимпульсов с минимальным	

энергетическим взаимодействием	46
2.3. Исследование ансамблевых свойств последовательностей коротких видеоимпульсов с минимальным энергетическим взаимодействием	51
2.4. Исследование энергетических свойств разработанных последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием	55
Выводы	57
РАЗДЕЛ 3. Разработка методов формирования больших ансамблей сложных сигналов	59
3.1. Разработка методов формирования ансамблей сложных сигналов на основе применения последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием	59
3.1.1. Метод формирования ансамблей сложных сигналов, основанный на выделении участков спектров последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием.	61
3.1.2. Метод формирования ансамблей сложных сигналов, основанный на выделении участков спектров последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием в различных областях частотного диапазона.	67
3.2. Анализ взаимокорреляционных свойств полученных сигналов .	71
3.2.1. Анализ взаимокорреляционных свойств ансамблей сложных сигналов, полученных на основе выделения участков спектров последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием	71

3.2.2. Анализ взаимокорреляционных свойств ансамблей сложных сигналов, полученных на основе выделения участков спектров последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием в разных областях частотного спектра.	79
3.3. Оценка объема ансамбля сигналов, полученного на основе применения последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием.	84
Выводы	86
РАЗДЕЛ 4. Оценка эффективности применения разработанных сигналов в системах радиосвязи множественного доступа с кодовым разделением каналов	88
4.1. Разработка способа выбора параметров сигналов на основе кодовых последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием	89
4.2. Сравнительная характеристика взаимокорреляционных свойств сигналов на основе использования последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием.	93
4.3. Сравнительная характеристика объемов ансамблей нелинейных последовательностей, разработанных последовательностей с МЭВ и сигналов на их основе.	95
Выводы	99
ВЫВОДЫ	100
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	103
ПРИЛОЖЕНИЕ А.	114
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	116
ПРИЛОЖЕНИЕ В	122
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	136

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Обеспечение эффективного функционирования национальной транспортной системы и международных транспортных коридоров, проходящих по территории нашего государства предопределяют необходимость развития и усовершенствование информационной системы обеспечения управления подвижными объектами на уровне современных требований в сфере связи, навигации и наблюдений. Руководствуясь Законом Украины «Про Концепцію Національної програми інформатизації» была разработана Концепция создания государственной интегрированной информационной системы обеспечения управления подвижными объектами (связь, навигация, наблюдение), утвержденная распоряжением Кабинета Министров Украины № 410-з от 17 июля 2003 года, реализующая политику интеграции Украины в мировую транспортную и информационную систему. Государственная интегрированная информационная система позволит на качественно новом уровне разрешить задачу информационного обеспечения грузовых и пассажирских перевозок, взаимного обмена информацией о местоположении подвижного состава и состоянии грузов. Это будет способствовать оптимизации морских перевозок, снижению экономических потерь на железнодорожном транспорте и при речных перевозках, минимизации потерь при перевозках скоропортящихся грузов железнодорожными или шоссейными рефрижераторами, значительному сокращению простоев транспортных средств, повышению рентабельности грузовых перевозок и т.д.

Современные тенденции развития средств телекоммуникаций направлены на разработку и внедрение цифровых помехозащитных систем. Использование перспективных сигнально-кодовых конструкций, выбор оптимальных режимов функционирования дает возможность обеспечить связь в условиях влияния помех разных типов. Разработка

методов и технических средств помехозащитной передачи дискретных сообщений есть одним из первостепенных направлений реализации Концепции создания государственной интегрированной информационной системы обеспечения управления подвижными объектами.

Одним из главных стратегических приоритетов государственной политики Украины в сфере науки и техники, утвержденных Постановлением Верховной Рады Украины в 1992 году, является развитие перспективных информационных технологий, устройств автоматизации и систем связи. Согласно Закона Украины "Про Концепцію Національної програми інформатизації", одним из основных направлений информатизации является информатизация стратегических направлений развития государственности, безопасности и обороны. Наиболее полно задачи информатизации можно решить путем широкого внедрения систем радиосвязи множественного доступа с кодовым разделением каналов, в которых находят применение ансамбли сложных сигналов с большой базой.

Одной из основных проблем, возникающих при функционировании таких систем передачи информации является возникновение внутрисистемных помех [80]. Такие помехи возникают при одновременной работе радиостанций различных абонентов одной системы в общей полосе частот в виде взаимного мешающего воздействия сигналов различных абонентов одной системы за счет неидеальности их взаимокорреляционных характеристик и оказывают значительное влияние на количество обслуживаемых пользователей и качество связи между ними. Таким образом, актуальность темы диссертационных исследований определяется необходимостью разработки новых методов синтеза ансамблей сигналов с улучшенными взаимокорреляционными свойствами для систем радиосвязи с кодовым разделением каналов с целью уменьшения уровня внутрисистемных помех.

Связь работы с научными программами, планами, темами.

Исследования в диссертационной работе проводились в соответствии со следующими нормативными актами.

1. Концепция Национальной программы информатизации, одобренная Законом Украины «Про Концепцію Національної програми інформатизації» от 4 февраля 1998 г. N 75/98-ВР.

2. Концепция развития связи Украины до 2010 года, утвержденная постановлением Кабинета Министров Украины «Про Концепцію розвитку зв'язку України до 2010 року» от 9 декабря 1999 г. №2238.

3. Концепция создания Государственной интегрированной информационной системы обеспечения управления подвижными объектами (связь, навигация, наблюдение), одобренная распоряжением Кабинета Министров Украины от 17 июля 2003 г. N 410-р.

4. Концепция научной работы в Вооруженных Силах Украины, утвержденная приказом Министра обороны Украины №154 от 07.05.97 г.

Цель и задачи исследований. Целью диссертационной работы является уменьшение внутрисистемных помех в асинхронных системах радиосвязи с кодовым разделением каналов за счет использования сложных сигналов с улучшенными взаимокорреляционными свойствами на основе кодовых последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием. Для достижения поставленной цели необходимо решить **научную задачу**, заключающуюся в построении ансамблей сложных сигналов с улучшенными взаимокорреляционными свойствами на основе кодовых последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием, обеспечивающих заданный уровень внутрисистемных помех в асинхронных системах связи с кодовым разделением каналов. Для решения поставленной задачи необходимо решить следующие частные задачи:

1. Провести анализ известных методов формирования ансамблей сигналов для асинхронных систем радиосвязи с кодовым разделением

каналов. Обосновать выбор пути улучшения взаимокорреляционных свойств сложных сигналов.

2. Разработать метод формирования кодовых последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием и выполнить исследование их корреляционных и энергетических свойств.
3. Разработать методы формирования сигналов на основе выделения участков спектра кодовых последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием, позволяющие снизить уровень внутрисистемных помех. Исследовать ансамблевые характеристики полученных сигналов.
4. Разработать программную реализацию алгоритмов формирования ансамблей кодовых последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием и ансамблей сложных сигналов с улучшенными взаимокорреляционными свойствами на их основе.
5. Разработать практические рекомендации по выбору параметров сигналов, полученных на основе кодовых последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием.

Объект исследования. Процесс формирования ансамблей сложных сигналов для асинхронных систем радиосвязи с кодовым разделением каналов.

Предмет исследования. Ансамбли сложных сигналов, обеспечивающие уменьшение внутрисистемных помех в асинхронных системах радиосвязи с кодовым разделением каналов.

Методы исследования. Исследование свойств сложных сигналов, разработка метода синтеза последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием и методов формирования сигналов с улучшенными взаимокорреляционными свойствами на их основе, оценка эффективности полученных сигналов выполнены с использованием методов теории вероятностей и математической статистики, методов статистической теории связи.

Научная новизна полученных результатов.

1. Впервые получено аналитическое выражение, на основе которого разработан метод формирования ансамблей кодовых последовательностей с учетом их энергетических свойств, позволяющий формировать большие ансамбли сложных сигналов для систем радиосвязи с кодовым разделением каналов и снизить энергетическое взаимодействие последовательностей в ансамбле.

2. Получил дальнейшее развитие метод формирования ансамблей сложных сигналов, отличающийся от известных выделением в одинаковой полосе частот одинаковых участков спектра различных кодовых последовательностей коротких видеоимпульсов с минимальным энергетическим взаимодействием, позволяющий снизить уровень внутрисистемных помех.

3. Получил дальнейшее развитие метод формирования ансамблей сложных сигналов с улучшенными взаимокорреляционными свойствами, отличающийся от известных выделением участков спектра кодовых последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием в различных областях частотного спектра с последующим переносом в заданную область частот, позволяющий увеличить объем ансамбля.

Практическое значение полученных результатов исследований состоит в следующем.

1. Разработан алгоритм формирования ансамблей кодовых последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием, позволяющий уменьшить уровень максимальных выбросов боковых лепестков функции взаимной корреляции в 10-15 раз по сравнению с известными ансамблями последовательностей.

2. Разработаны алгоритмы формирования ансамблей сложных сигналов на основе кодовых последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием позволяющие, по сравнению с известными алгоритмами формирования, снизить на 5-15% уровень внутрисистемных помех при увеличении в $10-10^5$ раз объема ансамбля в условиях заданных ограничений.

3. Разработана программная реализация алгоритмов формирования ансамблей кодовых последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием и ансамблей сложных сигналов с улучшенными взаимокорреляционными свойствами на их основе.

4. Разработаны практические рекомендации по выбору параметров сложных сигналов, полученных на основе кодовых последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием для обеспечения заданного уровня внутрисистемных помех.

Полученные результаты использованы в научно-исследовательской работе «Інтеграція-А». Получены акты реализации результатов исследований при проведении научно-исследовательских работ, на производстве при разработке аппаратуры передачи данных в НТ СКБ «Полісвіт» и ЦККБ «Протон».

Достоверность полученных результатов обосновывается их соответствием основным положениям теории связи, теории вероятностей, статистической теории связи, математической статистики. Достоверность подтверждается сходимостью результатов экспериментальных исследований, полученных в ходе функционирования разработанной программной модели теоретическим данным, полученным по выведенным аналитическим выражениям.

Личный вклад автора Все результаты, изложенные в диссертационной работе, получены автором самостоятельно. В работах, выполненных в соавторстве и опубликованных в изданиях, которые вошли в перечень ВАК Украины, автору принадлежат:

– в статье Лысечко В.П., Харченко В.Н.. Метод борьбы с внутрисистемными радиопомехами // Системи обробки інформації. – Х.: ХВУ –2004. – Вип. 2. – С.232-237. - автором предложен метод борьбы с внутрисистемными радиопомехами и алгоритм построения последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием;

– в статье Лысечко В.П.. Метод определения параметров сложных сигналов // Системи обробки інформації. – Х.: ХВУ –2004. – Вип. 7. – С.131-136. - автором разработан метод определения параметров сигналов с улучшенными взаимокорреляционными свойствами на основе последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием;

– в статье В.Н. Харченко, М.Ю. Яковлев, В.П. Лысечко. Анализ свойств сложных сигналов // Системи обробки інформації. – Х.: ХВУ –2004. – Вип. 9(37). – С.190-195. – автором выполнен анализ взаимокорреляционных и энергетических свойств сложных сигналов с улучшенными взаимокорреляционными свойствами, построенных на основе кодовых последовательностей коротких видеоимпульсов с минимальным энергетическим взаимодействием, на основе которого разработаны практические рекомендации по выбору параметров таких сигналов.

– в статье Лысечко В.П. Метод формирования ансамблей сложных сигналов, основанный на полосовой фильтрации последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием // Інформаційно – керуючі системи на залізничному транспорті. – Х.: УДАЗТ – 2005. – Вип. 6 (56). – С.25-28 автором рассмотрен метод синтеза ансамблей сложных сигналов с улучшенными взаимокорреляционными свойствами путем полосовой фильтрации последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием, проведены

исследования взаимокорреляционных характеристик полученных сигналов.

– в статье Лысечко В.П. Метод формирования ансамблей сложных сигналов на основе последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием // Системи озброєння і військова техніка. – Х.: ХУПС – 2005. - Вип.. № 1 (1) – с.65-68 автором предложен метод синтеза ансамблей сложных сигналов с улучшенными взаимокорреляционными свойствами путем полосовой фильтрации последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием в разных областях частотного диапазона с последующим переносом отфильтрованных участков спектра в общую частотную область, проведены начальные статистические исследования взаимокорреляционных и энергетических характеристик полученных сигналов.

– Северинов А.В., Лысечко В.П., Жученко А.С. Анализ ансамблевых свойств сложных сигналов // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС –2006. – Вип. 9(37). – С.190-195 автором выполнен анализ ансамблевых свойств сложных сигналов с улучшенными взаимокорреляционными свойствами, полученных путем полосовой фильтрации последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием, выполнена оценка объема ансамбля полученного ансамбля.

– Северинов А.В., Лысечко В.П., Жученко А.С., Семеренко Ю.О. Анализ взаимокорреляционных и энергетических свойств сложных сигналов // Інформаційно – керуючі системи на залізничному транспорті. – Х.: УДАЗТ – 2006. – Вип. 3 (59). – С.58-61. выполнен анализ взаимокорреляционных и энергетических свойств сложных сигналов, полученных путем полосовой фильтрации последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием в различных областях частотного спектра.

Апробация результатов диссертации. Основные результаты диссертации докладывались и были одобрены на следующих научно-технических конференциях:

- I научная конференция молодых ученых ХВУ, Харьков, 14-15 октября 2002 г;
- Наукова конференція «Проблеми та перспективи розвитку інформаційних систем і технологій в економіці», Харьков, ХНЕУ, 29 листопада 2004 г;
- Первая научно-техническая конференция молодых ученых Харьковского Университета Воздушных Сил, Харьков, 16-17 февраля 2005 г.
- Вторая научно-техническая конференция молодых ученых Харьковского Университета Воздушных Сил, Харьков, 15-16 февраля 2006 г.

Публикации. Основные положения диссертационной работы изложены в 7 научных статьях [54, 55, 57, 58, 82, 83, 114], 4 тезисах выступлений [56, 59-61].

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех разделов основной части, выводов по работе и приложений.

В первом разделе проведен анализ основных характеристик сетей радиосвязи с кодовым разделением каналов, а также определены причины возникновения внутрисистемных помех и пути уменьшения их влияния на работу радиосетей.

Во втором разделе разработан метод синтеза кодовых последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием, особенностью которого является использование последовательностей коротких видеоимпульсов из псевдослучайных последовательностей различного типа одинаковой длительности, но с различным количеством элементов; выполнен анализ взаимокорреляционных свойств

синтезированных последовательностей на основе известных методов их оценки.

В третьем разделе разработаны методы формирования сложных сигналов с улучшенными взаимокорреляционными свойствами путем частотной фильтрации последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием, синтезированных по методу, предложенному во втором разделе; выполнен анализ взаимокорреляционных свойств полученных сигналов, а также их ансамблевых и энергетических свойств.

В четвертом разделе разработаны практические рекомендации для выбора параметров сигналов с улучшенными взаимокорреляционными свойствами; осуществлена сравнительная характеристика взаимокорреляционных, ансамблевых и энергетических свойств сигналов, сформированных на основе использования последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием аналогичными характеристиками известных сигналов.

В выводах по работе сообщаются основные результаты проведенных исследований.

В заключение автор выражает искреннюю благодарность научному руководителю кандидату технических наук доценту Харченко В.Н., кандидату технических наук доценту Приходько С.И., кандидату технических наук доценту Северинову А.В. за оказанную помощь и поддержку при проведении исследований. Автор благодарен коллективу кафедры «Компьютерных систем» Харьковского университета Воздушных Сил за ряд полезных советов и пожеланий, высказанных при обсуждении результатов диссертационной работы и оказанную помощь в ее оформлении.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Адаптивная компенсация помех в каналах связи /Ю.И. Лосев, А.Г. Бердников, Э.Ш. Гойхман, Б.Д. Сизов /Под ред. Ю.И. Лосева. – М.: Радио и связь, 1988. – 208 с.
2. Агеев Д.В. Основы теории линейной селекции // Научно-технический сборник ЛЭИС. 1935. - №10
3. Алешин Г.В. Основы построения оптимальных информационно-измерительных радиотехнических систем. Учебное пособие. Х.: ХВУ, 1994. – 252с.
4. Амиантов И.Н. Избранные вопросы статистической теории связи. – М.: Сов. радио, 1971.- 416 с.
5. Банкет В.Л. Спутниковые системы связи и вещания на пороге третьего тысячелетия // Радиоэлектроника. - 1999.- № 11.- С. 23-32.
6. Банкет В.Л. Хроника. Международная конференция “Спутниковые системы связи и вещания: перспективы развития в Украине”// Радиоэлектроника.- 1991.- №11.- С. 77-80.
7. Банкет В.Л., Дорофеев В.М. Цифровые методы в спутниковой связи.– М.: Радио и связь, 1988.- 240 с.
8. Батищев Д.И. Методы оптимального проектирования.: Учеб. пособие для вузов.- М.: Радио и связь, 1984.- 248 с.
9. Беннет С.Б., Брейверман Дж. Д. ИСЗ Intelsat VI: Ступень непрерывного развития // ТИИЭР.- 1984. - №4. - С. 26-39.
10. Бертсекас Д., Галлагер Р. Сети передачи данных: Пер. с англ.– М.: Мир, 1989. – 544с.
11. Блейхут Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки: Пер. с англ./ Под ред. К.Ш. Зигангирова.- М.: Мир, 1986.- 576 с.
12. Бомштейн Б.Д., Киселев Л.К., Моргачев Е.Т. Методы борьбы с помехами в каналах проводной связи. – М.: Связь, 1975.- 248 с.

13. Бородич С.В. ЭМС наземных и космических радиослужб. Критерии, условия и расчет. -М.: Радио и связь, 1990. - 272 с.
14. Варакин Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. – М.: Радио и связь, 1985.- 384 с.
15. Варакин Л.Е. Теория систем сигналов. - М.: Сов. радио, 1978.- 304 с.
16. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения. – М.: Высшая школа, 2000. – 480с.
17. Витерби Э.Д. Принципы когерентной связи: Пер. с англ./ Под ред. Б.Р.Левина.- М.: Сов радио, 1970.- 392 с.
18. Габидулин Э.М., Афанасьев В.Б. Кодирование в радиоэлектронике.- М.: Радио и связь, 1986.- 176 с.
19. Гольденберг Л.М., Матюшкин Б.Д., Поляк М.Н. Цифровая обработка сигналов: Справочник. – М.: Радио и связь, 1985.- 312 с.
20. Горбенко И.Д., Стасев Ю.В., Бессарабенко К.В. Цифровая обработка сигналов. Методическое пособие по сам. изучению материала. – Ч. 2. – Х.: МО СССР, 1990. – 92 с.
21. Горбенко И.Д., Стасев Ю.В., Замула А.А. Теория дискретных сигналов. Ортогональные дискретные сигналы. Учебное пособие. – Ч. 2. – Х.: МО СССР, 1988. – 119 с.
22. Громаков Ю.А. Стандарты и системы подвижной радиосвязи. – М.: Мобильные телесистемы – эко-трендз, 1997. – 380 с.
23. Диксон Р.К. Широкополосные системы: Пер. с англ./ Под ред. В.И. Журавлева. – М.: Связь, 1979.- 304 с.
24. Долгов В.И., Горбенко И.Д., Сныткин И.И. Теория дискретных сигналов. Учебное пособие. – Ч. 1. –Х.: МО СССР, 1983. – 168 с.
25. Дьяконов В. MATLAB 6: учебный курс. – СПб.: Питер, 2001. – 592 с.
26. Дьяконов В. , Абраменкова И. MATLAB. Обработка сигналов и изображений. Специальный справочник. – СПб.: Питер, 2002. – 608 с.
27. Дьяконов В. Simulink 4. Специальный справочник. – СПб.: Питер, 2002. – 528 с.

28. Живков А.П., Красноярский Б.С. Перспективы спутникового вещания в Украине // РадиоАматор.- 1994.- № 3.- С. 12-13.
29. Злотников Ю.С. Протоколы информационного обмена в широковещательных пакетных радиосетях // Зарубежная радиоэлектроника.- 1989.- № 6.- С. 35-53.
30. Зюко А.Г. Эффективность систем передачи сообщений // Электросвязь.- 1977.- № 6.- С. 17-19.
31. Калашников Н.И. Основы расчета электромагнитной совместимости систем связи через ИСЗ.- М.: Связь, 1970.- 160 с.
32. Калинин А. И. Распространение радиоволн на трассах наземных и космических радиолиний.- М.: Связь, 1999.- 300 с.
33. Кантор Л.Я., Дорофеев В.М. Помехоустойчивость приема ЧМ сигналов.- М.: Связь, 1977.- 335 с.
34. Кларк Дж., Кейн Дж. Кодирование с исправлением ошибок в системах цифровой связи: Пер. с англ. / Под ред. Б.С. Цыбакова.- М.: Радио и связь, 1987.- 392 с.
35. Кловский Д.Д. Передача дискретных сообщений по радиоканалам. – М.: Радио и связь, 1969. – 304 с.
36. Ключко В.И. Методы и средства защиты информации от ошибок в АСУ.- М.: МО СССР, 1980.- 256 с.
37. Комиссаров Ю.Я., Родионов С.С. Помехоустойчивость и электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств. – К.: Техника, 1978.- 208 с.
38. Контроль качества в телекоммуникациях и связи / А.В. Засецкий, А.Б. Иванов, С.Д. Постников, И.В. Соколов. – М.: Сайрус Системс, 2001. – 336с.
39. Концепция развития связи в Украине до 2010 г. // Відом. Верхов. Ради України.- 1995.- № 20.- С. 420-445.
40. Концепція Національної програми інформатизації, схвалена Законом України «Про Концепцію Національної програми інформатизації» від 4 лютого 1998 р. N 75/98-ВР.

41. Концепція розвитку зв'язку України до 2010 року, затверджена постановою Кабінету Міністрів України «Про Концепцію розвитку зв'язку України до 2010 року» від 9 грудня 1999 р. №2238.
42. Концепція створення Державної інтегрованої інформаційної системи забезпечення управління рухомими об'єктами (зв'язок, навігація, спостереження), схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 17 липня 2003 р. N 410-р.
43. Концепція наукової роботи в Збройних Силах України, затверджена наказом Міністра оборони України №154 від 07.05.97 р.
44. Коржик В.И., Финк Л.М. Помехоустойчивое кодирование дискретных сообщений в каналах со случайной структурой. – М.: Связь, 1975.- 272 с.
45. Коржик В.И., Финк Л.М., Щелкунов К.Н. Расчет помехоустойчивости систем передачи дискретных сообщений: Справочник / Под ред. Л.М. Финка. – М.: Радио и связь, 1981.- 232 с.
46. Котельников В.А. Теория потенциальной помехоустойчивости. – М.: Госэнергоиздат, 1956.- 152 с.
47. Крамер Р., Литбеттер М. Стационарные случайные процессы. Свойства выборочных функций и их приложения: Пер. с англ.- М.: Мир, 1969.-398 с.
48. Кузьмин С.З. Основы проектирования систем цифровой обработки информации. – М.: Радио и связь, 1986.- 352 с.
49. Кучейко А.А. Спутниковая связь для силовых ведомств: поиск оптимального решения // Спутниковая связь. - 2000.- № 3 .- С. 20-23.
50. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. – М.: Радио и связь, 1989.- 656 с.
51. Лезин Ю.С. Оптимальные фильтры и накопители импульсных сигналов. – 2-е изд.- М.:Сов радио, 1969.- 448 с.
52. Лейхтер Л.Е. Расчет гребенчатых фильтров-накопителей импульсных сигналов. – М.: Сов. радио, 1972.- 256 с.

53. Лисенков М.А. Тенденции развития военных систем связи через ИСЗ // Экспресс-информация ПИ.- 1991.- № 26.- С. 12-14.
54. Лысечко В.П., Харченко В.Н.. Метод борьбы с внутрисистемными радиопомехами // Системи обробки інформації. – Х.: ХВУ –2004. – Вип. 2. – С.232-237.
55. Лысечко В.П. Метод определения параметров сложных сигналов // Системи обробки інформації. – Х.: ХВУ –2004. – Вип. 7. – С.131-136.
56. Лысечко В.П. Метод синтезу ансамблів складних сигналів з покращеними взаємкореляційними властивостями // Управління розвитком. Проблеми та перспективи розвитку інформаційних систем і технологій в економіці. Збірник наукових статей. Вип. №2 (спецвипуск). Харків. ХНЕУ – 2004. – с. 17-18.
57. Лысечко В.П. Метод формирования ансамблей сложных сигналов, основанный на полосовой фильтрации последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием // Інформаційно – керуючі системи на залізничному транспорті. – Х.: УДАЗТ – 2005. – Вип. 6 (56). – С.25-28.
58. Лысечко В.П. Метод формирования ансамблей сложных сигналов на основе последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием // Системи озброєння і військова техніка. – Х.: ХУПС – 2005. - Вип.. № 1 (1) – с.65-68.
59. Лысечко В.П., Харченко В.Н. Метод боротьби із внутрішньосистемними перешкодами. Матеріали IV науково-технічної конференції молодих вчених Харківського військового університету 13-14 квітня 2004р. – Харків: ХВУ. – 2004р
60. Лысечко В.П., Жученко О.С., Семеренко Ю.О. Ансамблевые свойства сложных сигналов на основе последовательностей с минимальным энергетическим взаимодействием. Матеріали II наукової конференції Харківського університету Повітряних Сил

- імені Івана Кожедуба, 15-16 лютого 2006 року. – Програма конференції та тези доповідей. – Х.: ХУ ПС, 2006р. 85с
61. Лысечко В.П. Методи формування ансамблів складних сигналів із покращеними взаємкореляційними властивостями для систем радіозв'язку з кодовим розділенням каналів. Матеріали чергового засідання науково-технічного семінару «Синтез, обробка та відображення інформаційних моделей» інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України, Харківського університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 30 травня 2006 р. Системи обробки інформації. – Х.: ХУ ПС –2006. – Вип. 8(57). – С.124.
62. Мовсесян В.М., Мовсесян Р.М. Оценка статистических характеристик канала передачи цифровой информации // Радиоэлектроника. – 1991. – №1. – С.37-41.
63. Мотлохов В.В. Антенные устройства. Линейные и апертурные антенны. – 2-е изд. МО СССР, 1990.- 420 с.
64. Надежность и эффективность в технике: Эффективность технических систем. – М.: Машиностроение.- 1988. – Т. 3.- 328 с.
65. Невдяев Л.М. Мобильная связь 3-го поколения. – М.: Связь и бизнес, 2000. – 208с.
66. Немировский М.С. Помехоустойчивость радиосвязи. –Л.: Энергия, 1966. – 296с.
67. Оганов Т.А. Помехоустойчивость инвариантного приема импульсных сигналов. – М: Радио и связь, 1984. - 176 с.
68. Олейник В.Ф. Математические модели случайных сигналов в радиолиниях связи //Радиоэлектроника. –2000. – №1. – С. 49-52.
69. Основы технического проектирования систем связи через ИСЗ / Под ред. А.Д. Фортюшенко. – М.: Связь, 1970.- 331 с.
70. Палий А.И. Радиоэлектронная борьба.- 2-е изд. – М.: Воениздат, 1989.- 350 с.

71. Пелтон Н. Дж. Сети спутниковой связи: Технично-економический анализ основных направлений развития Intelsat // ТИИЭР. - 1984. - № 4. - С. 12-26.
72. Пестряков В.Б. Шумоподобные сигналы в системах передачи информации.- М.: Сов радио, 1969.- 424 с.
73. Пискунов Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисление для ВУЗов: Учебное пособие.- 13-е изд. – М: Наука, 1985. – 429 с.
74. Поляков П.Ф. Прием сигналов в многолучевых каналах. – М.: Радио и связь, 1986. – 248 с.
75. Помехозащищенность радиосистем со сложными сигналами / Под ред. Г.И. Тузова.- М.: Радио и связь, 1985.- 264 с.
76. Помехоустойчивость и эффективность систем передачи информации / Зюко А.Г., Фалько А.И., Панфилов И.П., Банкет В.Л., Иващенко П.В.- М.: Радио и связь, 1985.- 271 с.
77. Про зв'язок: Закон України від 15.05.95 // Відом. Верхов. Ради України.- 1995.- № 20.- Ст. 143.
78. Про космічну діяльність: Закон України від 15.11.1996 р. // Відом. Верхов. Ради України.- 1997.- № 1.- Ст. 2.
79. Протоколы и методы управления в сетях передачи данных: Пер. с англ./ Под ред. Ф.Ф. Куо.- М.: Радио и связь, 1985.- 480 с.
80. Пышкин И.М. Теория кодового разделения сигналов. – М.: Связь, 1980. – 208 с.
81. Свердлик М.Б. Оптимальные дискретные сигналы. – М.: Сов. радио, 1975.- 200 с.
82. Северинов А.В., Лысечко В.П., Жученко А.С.. Анализ ансамблевых свойств сложных сигналов // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС –2006. – Вип. 5(54). – С.105-108.
83. Северинов А.В., Лысечко В.П., Жученко А.С., Семеренко Ю.О. Анализ взаимокорреляционных и энергетических свойств сложных сигналов // Інформаційно – керуючі системи на залізничному транспорті. – Х.: УДАЗТ – 2006. – Вип. 3 (59). – С.58-61.

84. Седлецкий В.Б., Соколов В.П., Лившиц И.И. Приемопередающая аппаратура спутниковой связи // Зарубежная радиоэлектроника. - 1982. - № 9.- С. 70-94.
85. Семенов А.М., Сикарев А.А. Широкополосная радиосвязь. – М.: Воениздат, 1970. – 280 с.
86. Сикарев А.А., Лебедев О.Н. Микроэлектронные устройства формирования и обработки сложных сигналов. – М.: Радио и связь, 1983.- 216 с.
87. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение.- 2-е изд.: Пер. с англ./ Под ред. А.В. Назаренко.- М.: Издательский дом “Вильямс”, 2003.- 1104 с.
88. Смирнов Н.И., Кубицкий А.А. Обеспечение ПУ СПИ со сложными сигналами //Электросвязь. –1988. – №6. – С. 37-40.
89. Соколов С.А., Сумцов Д.В. Адаптивный метод управления потоками данных для снижения времени передачи данных // Системи обробки інформації.– Х.: ХВУ, НАНУ, ПАНМ. – 2002. – Вип. 2(18). – С.33-37.
90. Спилкер Дж. Цифровая спутниковая связь: Пер. с англ./ Под ред. В.В. Макарова.- М.: Связь, 1979.- 592 с.
91. Справочник по специальным функциям с формулами, графиками и математическими таблицами: Пер. с англ./ Под ред. М. Абрамовица и И.Стиган.- М.: Наука, 1979.- 832 с.
92. Стасев Ю.В. Основи теорії побудови сигналів: Навч. посібник. – Х.: МО України, ХВУ, 1999. – 87 с.
93. Стасев Ю.В., Коломиец А.С., Лаврут А.А. Оценка помехозащищенности декаметровой радиолинии при использовании сигналов с расширением спектра // Системи обробки інформації. - Харків: НАНУ, ПАНМ, ХВУ.- 2002. - Вип. 3(19).- С. 158 – 161.
94. Стиффлер Дж. Теория синхронной связи. – М.: Связь, 1975.- 488 с.
95. Сухопутная подвижная радиосвязь. Кн. 1. Основы теории. Под ред. Семенихина В.С., Пышкина И.М. – М.: Радио и связь, 1990. – 432с.

96. Тасака С. Протоколы многостанционного доступа для спутниковых систем пакетной связи: Сравнение характеристик // ТИИЭР. - 1985.- № 4.- С. 157-168.
97. Теория и применение псевдослучайных сигналов / А.И. Алексеев, А.Г. Шереметьев, Г.И. Тузов, Б.И. Глазов. – М.: Наука, 1969.- 365 с.
98. Теория кодирования / Т. Касами, Н. Токура, Е. Ивадари, Я. Инагаки. – М.: Мир, 1978.- 576 с.
99. Теория обнаружения сигналов / Под ред. П.А. Бакута. – М.: Радио и связь, 1984.- 440 с.
100. Тепляков И.М., Роцин Б.В. Радиосистемы передачи информации.- М.: Радио и связь, 1982.- 264 с.
101. Техника электросвязи за рубежом: Справочник / Л. И. Яковлев, В. Д. Федоров, Г. В. Дедюкин, А. С. Немировский. – М.: Радио и связь, 1990. – 256 с.
102. Тимонин В.В. Исследование возможностей выбора оптимального размера пакетов и ширины окна в сетях передачи данных // Сб. науч. трудов академии. – Х.: ВИРТА ПВО. – 1991. – Вып. 86. – С. 165-173.
103. Тихонов В.И. Оптимальный прием сигналов. – М.: Сов. радио, 1983.- 320 с.
104. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника. – М.: Радио и связь, 1982.- 624 с.
105. Трифонов А.П., Шинаков Ю.С. Совместное различие сигналов и оценка их параметров на фоне помех. – М.: Радио и связь, 1986. – 264 с.
106. Уолрэнд Дж. Телекоммуникационные и компьютерные сети. – М.: Постмаркет. – 2001. – 480 с.
107. Усачев В.М. Оценка возможной интенсивности потока вызовов при заданном количестве радиоканалов и качестве обслуживания в системе подвижной связи //Электросвязь. –1993. – №8. – С. 23-24.
108. Федоренко В.В., Краснокутский А.В, Малофей А.О. Вероятность ошибки приема искаженных сигналов в условиях сосредоточенных

- помех и райсовских замираний // Радиоэлектроника. – 2000. – №2. – С.61-65.
109. Финк Л.М. Теория передачи дискретных сообщений. – М.: Сов. радио, 1970.- 727 с.
110. Харкевич А.А. Спектры и анализ. – М.: Гос. изд-во физико-математической литературы, 1962.- 236 с.
111. Харченко В. Н., Лаврут А. А. Метод синхронизации, инвариантный к статистическому распределению помех // Матеріали другої міжнар. науково-техн. конф. “Проблеми інформатики і моделювання”.- Харків: НТУ “ХП”.- 2002.- С. 26.
112. Харченко В.М., Лаврут О.О. Энергетичний розрахунок супутникових радіоліній: Навчальний посібник. - Х.: ХВУ, 2000. - 47 с.
113. Харченко В.Н., Лаврут А.А. Метод синхронизации сложных составных сигналов, инвариантный к виду и статистическим характеристикам помех // Збірник наукових праць ХВУ.- Х.: ХВУ.- 2003.- Вип. 1(44).- С. 53-55.
114. Харченко В.Н., Яковлев М.Ю., Лысечко В.П. Анализ свойств сложных сигналов // Системи обробки інформації. – Х.: ХВУ –2004. – Вип. 9(37). – С.190-195.
115. Харченко В.Н., Селевко В.Н., Лысенко В.П. Метод формирования ансамблей сложных сигналов // Праці УНДІРТ. – Одеса: УНДІРТ – 2004. – Вип. 4(40). – С.63-65
116. Чернявский Г.М., Бартенев В.А. Орбиты спутников связи.- М.: Связь, 1978.- 240 с.
117. Чижов А. Космические средства связи // Зарубежное военное обозрение.-1986.- № 3.- С. 25-31.
118. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. – М.: ИЛ, 1963.- 829 с.
119. Шеннон К.Э. Математическая теория связи // Работы по теории информации и кибернетике. – М.: Изд. иностр. лит-ры. – 1963. – С.243-332.

120. Ширман Я.Д. Разрежение и сжатие сигналов. – М.: Сов. радио, 1974.- 360 с.
121. Шумоподобные сигналы / Под ред. В.Б. Пестрякова. – М.: Сов. радио, 1973.-424 с.
122. Энергетические характеристики космических радиолиний / Под ред. О.А. Зенкевича.- М.: Сов. радио, 1972.- 436 с.
123. Ярлыков М.С., Черняков М.В. Оптимизация асинхронных адресных систем радиосвязи. – М.: Связь, 1979. – 219с. – (Статистическая теория связи; Вып. 11)
124. Armbruster H. . Third Generation Mobile Communications. Telcom report international. 1992., N 3-4, pp. 18-21.
125. Stefansson T.. CODIT - a Possible Candidate for UMTS Proceedings. The Sixth Nordic Seminar on Digital Mobile Radio Communications. DMR VI 1994.- pp 90-96.
126. Proposed TIA/EIA Interim Standard IS-95. Widebed Spread Spectrum Standard, April 1992.