

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический
университет»**

Кафедра радиотехники

**МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ПОМЕХАМИ
В РАДИОКАНАЛАХ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**по организации самостоятельной работы
для студентов магистратуры
направления 11.04.01 «Радиотехника»
очной формы обучения**

Воронеж 2022

УДК 621.37
ББК 32.84

Составитель
д-р техн. наук А. Б. Токарев

Методы борьбы с помехами в радиоканалах: методические указания по организации самостоятельной работы для студентов магистратуры направления 11.04.01 «Радиотехника» очной формы обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. А. Б. Токарев. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2022. 13 с.

Содержат краткие сведения о рабочей программе дисциплины и рекомендации по подготовке к отдельным видам занятий и по углубленной проработке отдельных разделов дисциплины «Методы борьбы с помехами в радиоканалах» при самостоятельной работе студентами магистратуры направления 11.04.01 "Радиотехника" (профиль "Радиотехнические средства обработки и защиты информации в каналах связи") очной формы обучения.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле «БРТ_СамР_Методы борьбы с помехами.pdf»

Ил. 0 Табл. 4 Библиогр.: 4 назв.

УДК 621.37
ББК 32.84

Рецензент – А.В. Башкиров, д-р техн. наук, зав. кафедрой конструирования и производства радиоаппаратуры ВГТУ

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студента (СРС) – это часть образовательного процесса, направленная на развитие готовности к профессиональному самообразованию, средство приобретения необходимых навыков и компетенций.

Самостоятельная работа по дисциплине «Методы борьбы с помехами в радиоканалах» предусматривает расширенное изучение разделов дисциплины, углубленную проработку теоретического материала по отдельным вопросам учебного курса (включая выполнение домашних заданий, ознакомление с нормативными документами, работу со словарями и справочниками).

Результаты СРС проявляются в повышении уровня понимания возможностей и ограничений методов статистической обработки случайных процессов и организации приёма и передачи данных в сложной помеховой обстановке. Контроль результативности СРС осуществляется во время занятий, проводимых в форме контактной работы.

1. Основные сведения об изучаемой дисциплине

1.1 Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины – углубление знаний в области обеспечения функционирования радиотехнических систем в условиях действия естественных и преднамеренных помех.

Для достижения цели ставятся задачи:

1. Изучение свойств и характеристик разнообразных каналов связи и различных видов модуляции сигналов.

2. Ознакомление с методами оптимальной обработки сигналов в радиотехнических системах различного назначения в сложной помеховой обстановке.

3. Ознакомление с методами поражения радиоэлектронных устройств и систем электромагнитными полями и методами защиты от подобных поражений.

1.2 Разделы, входящие в рабочую программу дисциплины

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего часов
1	Особенности многолучевого распространения сигналов	8		6	14
2	Методы обеспечения эффективной работы систем радиосвязи в многолучевых радиоканалах	16		14	30
3	Применение широкополосных сигналов в системах связи	8		6	14
4	Защита от преднамеренных помех	8		6	14

1.3 Формы итоговой аттестации

При очной форме обучения изучение дисциплины завершается в семестре 3 зачетом.

1.4 Типовые вопросы к зачету

1. Особенности возможного изменения мощности сигналов, наблюдаемых на выходе многолучевого радиоканала.

2. Характеристики многолучевых радиоканалов: рассеяние во времени и полоса когерентности по частоте.

3. Характеристики многолучевых радиоканалов: рассеяние по частоте и время когерентности.

4. Вероятностные модели сигналов на выходе многолучевых радиоканалов (модель Кларка).

5. Допплеровский спектр в модели Кларка.

6. Модели радиоканалов, рекомендуемые в стандарте GSM-900 для наземных сетей.

7. Модели каналов широкополосных систем третьего поколения.

8. Классификация искажений сигналов, вызванных многолучевостью и методов борьбы с ними в многолучевых радиоканалах.

9. Помехоустойчивость при отсутствии разнесения при медленных дружных замираниях.

10. Медленные дружные замирания и разнесенный приём.

11. Оценка максимального правдоподобия последовательности информационных символов.

12. Когерентный приём цепочек элементарных сигналов в многолучевом радиоканале.

13. Назначение и основы реализации алгоритма Витерби.

14. Решетчатая диаграмма сигнала гауссовской манипуляции с минимальным сдвигом.

15. Алгоритм Витерби для демодуляции сигналов гауссовской манипуляции с минимальным сдвигом.

16. Концепция ортогонального частотного разделения с мультиплексированием.

17. Формирование OFDM-сигналов.
18. Назначение защитного интервала и циклического продолжения в OFDM-сигналах
19. Когерентная демодуляция OFDM-сигналов.
20. Методы формирования псевдослучайных последовательностей.
21. Корреляционные свойства различных псевдослучайных последовательностей.
22. Методы расширения спектра на основе псевдослучайных последовательностей.
23. Системы связи с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты.
24. Помехоустойчивость широкополосных систем связи и передачи данных.
25. Эффективность использования отведенной полосы частот в системах с ШПС.
26. Прием сигналов в условиях сосредоточенных и импульсных помех.
27. Виды и физические механизмы грозовых воздействий на радиоэлектронную аппаратуру.
28. Принцип действия и применение оружия функционального поражения.
29. Критические энергетические уровни функционального поражения электронных устройств.
30. Пути проникновения мощных излучений к поражаемым элементам электронных схем и методы защиты (экранирования).

2. Общие рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

2.1 Рекомендации по освоению учебного материала по конспекту лекций и дополнительной литературе

Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно прорабатывать и дополнять сведениями из других источников литературы, представленных не только в программе дисциплины, но и в периодических изданиях. При изучении дисциплины сначала необходимо по каждой теме прочитать рекомендованную литературу и составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме для освоения последующих тем курса; для расширения знаний по дисциплине целесообразно использовать Интернет-ресурсы.

Самостоятельную работу следует начинать с проработки конспекта, желательно в тот же день, когда проходила лекция. При этом следует исправить описки, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, использовать различные способы выделений для повышения наглядности записей. При проработке материала необходимо постараться детально понять текст, вникнуть в его смысл. Для углубленного изучения материала целесообразно использовать рекомендуемую литературу, приведенную в разделе 3. Идеи и положения, по которым остались неясные вопросы, следует обсудить с преподавателем и другими студентами группы в ходе контактной работы.

2.2 Общие рекомендации по изучению вопросов, не вошедших в лекционный цикл

При изучении подразделов, не вошедших в лекционный цикл или углубленной проработке отдельных вопросов дисциплины, основной формой самостоятельной работы является

чтение и конспектирование литературы, а также разбор примеров и решение рекомендованных задач.

Рекомендации по поиску и использованию литературных источников будут приведены в разделе 3. При самостоятельной работе с книгами целесообразно один или несколько раз прочесть рекомендуемые страницы литературных источников (до возникновения понимания основных идей), а затем ключевые положения осваиваемого материала законспектировать, кратко фиксируя взаимосвязи между ключевыми понятиями и положениями. Для имеющих значительный объем материалов целесообразно зафиксировать показательные цитаты (с указанием страниц). Оставшиеся непонятными понятия и ключевые формулы следует зафиксировать в лекционной тетради в виде карандашных набросков, уточнить их смысл в ходе контактной работы с преподавателем и затем зафиксировать в тетради уточненные определения и теоретические положения.

3. Рекомендации по самостоятельному изучению отдельных разделов и вопросов дисциплины

Рекомендации по разделению часов самостоятельной работы студентов между разными видами занятий применительно к первому из семестров изучения дисциплины приведены в табл. 3.1-3.4. Под типом СРС во всех таблицах понимается:

1) «Лекц.» – проработка учебного материала по конспекту лекций и дополнительной литературе;

2) «СИТ» – самостоятельное изучение темы с использованием основной и дополнительной литературы.

Таблица 3.1

Рекомендации по изучению раздела «Особенности многолучевого распространения сигналов»

Неделя	Тип СРС	Название темы (занятия) или изучаемый вопрос и рекомендуемая литература для СИТ	Объем, часы
1-2	Лекц.	Особенности многолучевого распространения сигналов	2
2-3	СИТ	Основные числовые характеристики многолучевых каналов [1, с. 249-254; 3, с. 99-118]	2
3-4	Лекц.	Моделирование многолучевых радиоканалов	2

Таблица 3.2

Рекомендации по изучению раздела «Методы обеспечения эффективной работы систем радиосвязи в многолучевых радиоканалах»

5	Лекц.	Классификация искажений сигналов, вызванных многолучевостью и методов борьбы с ними.	2
---	-------	--	---

Продолжение табл. 3.2

6-7	Лекц.	Медленные дружные замирания и разнесенный приём.	2
8	Лекц.	Когерентный приём цепочек элементарных сигналов в многолучевом радиоканале.	2
8-9	СИТ	Оценка максимального правдоподобия последовательности информационных символов. Алгоритм Витерби [1, с. 293-306; 3, с. 141-150]	2
9	Лекц.	Когерентный приём сигналов с информационной связью в многолучевом радиоканале	2
10-12	Лекц.	Ортогональное частотное разделение с мультиплексированием (OFDM)	4

Таблица 3.3

Рекомендации по изучению раздела «Применение широкополосных сигналов в системах связи»

Неделя	Тип СРС	Название темы (занятия) или изучаемый вопрос и рекомендуемая литература для СИТ	Объем, часы
13-14	Лекц.	Методы расширения спектра на основе псевдослучайных последовательностей. Помехоустойчивость широкополосных систем связи и передачи данных.	2
14-15	СИТ	Эффективность и электромагнитная совместимость передачи данных в широкополосных системах связи [1, с. 223-227]	2
15-16	Лекц.	Системы с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты. Анализ помехоустойчивость подобных систем связи.	2

Таблица 3.4

Рекомендации по изучению раздела «Защита от преднамеренных помех»

Не- деля	Тип СРС	Название темы (занятия) или изучаемый вопрос и рекомендуемая литература для СИТ	Объем, часы
17	Лекц.	Влияние на связь преднамеренных помех	1
18	Лекц.	Основы РЭБ	1
19	СИТ	Естественные и искусственные источники радиопомех. Оценка эффективности РЭП [2, с. 93-139; 4, с. 91-121]	2
19- 20	Лекц.	Силовое поражение радиоэлектронных систем и методы его предотвращения	2

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волков, Л.Н. Системы цифровой радиосвязи: базовые методы и характеристики / Л.Н. Волков, М.С. Немировский, Ю.С. Шинаков. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 392 с.

2. Добыкин, В.Д. Радиоэлектронная борьба. Силовое поражение радиоэлектронных систем / В.Д. Добыкин, А.И. Куприянов, В.Г. Пономарев, Л.Н. Шустов; Под ред. А.И. Куприянова. – М.: Вузовская книга, 2007. – 468 с.

3. Райфельд, М. А. Основы построения современных систем сотовой связи: учебник / М. А. Райфельд. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2017. – 416 с. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/epd-reader?publicationId=91273> (дата обращения: 18.12.2021).

4. Семенихина, Д. В. Теоретические основы радиоэлектронной борьбы. Радиоэлектронная разведка и радиоэлектронное противодействие : учебное пособие / Д.В. Семенихина, Ю.В. Юханов, Т.Ю. Привалова. – Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2015. – 252 с. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/68576.html> (дата обращения: 18.12.2021)

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗУЧАЕМОЙ ДИСЦИПЛИНЕ	4
1.1 Цели и задачи дисциплины	4
1.2 Разделы, входящие в рабочую программу дисциплины.....	4
1.3 Формы итоговой аттестации	5
1.4 Типовые вопросы к зачету.....	5
2. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ	7
2.1 Рекомендации по освоению учебного материала по конспекту лекций и дополнительной литературе	7
2.2 Общие рекомендации по изучению вопросов, не вошедших в лекционный цикл.....	7
3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ ОТДЕЛЬНЫХ РАЗДЕЛОВ И ВОПРОСОВ ДИСЦИПЛИНЫ	9
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	12

МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ПОМЕХАМИ В РАДИОКАНАЛАХ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по организации самостоятельной работы
для студентов магистратуры
направления 11.04.01 «Радиотехника»
очной формы обучения

Составитель:
Токарев Антон Борисович

В авторской редакции

Компьютерный набор А. Б. Токарева

Подписано к изданию 08.02.2022.
Уч.-изд. л. 0,7.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический
университет»
394026 Воронеж, Московский просп., 14