

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

**Кафедра радиотехники**

**ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ В СИСТЕМАХ  
РАДИОМОНИТОРИНГА**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**по организации самостоятельной работы  
для студентов бакалавриата  
направления 11.03.01 «Радиотехника»  
(профиль «Радиотехнические средства передачи,  
приема и обработки сигналов»)  
очной и заочной форм обучения**

**Воронеж 2022**

УДК 621.396.96(07)  
ББК 32.95я7

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

**Обработка сигналов в системах радиомониторинга:** методические указания по организации самостоятельной работы для студентов бакалавриата направления 11.03.01 «Радиотехника» (профиль «Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов») очной и заочной форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. А. Б. Токарев. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2022. 14 с.

Содержат краткие сведения о рабочей программе дисциплины и рекомендации по подготовке к отдельным видам занятий и по углубленной проработке некоторых разделов дисциплины «Обработка сигналов в системах радиомониторинга» при самостоятельной работе.

Предназначены для студентов бакалавриата направления 11.03.01 «Радиотехника» (профиль «Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов») очной и заочной форм обучения.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле БРТ\_СамР\_Обработка сигналов в СРМ.pdf.

Табл. 4. Библиогр.: 4 назв.

**УДК 621.396.96(07)**  
**ББК 32.95я7**

**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 «Обработка сигналов в системах радиомониторинга» предусматривает расширенное изучение разделов дисциплины, подготовку к практическим занятиям и углубленную проработку теоретического материала по отдельным вопросам учебного курса (включая выполнение домашних заданий и решение задач, работу со словарями и справочниками, ознакомление с нормативными документами).

Результаты СРС проявляются в активности студента на занятиях и повышении качественного уровня выполненных контрольных работ и тестовых заданий. 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 – формирование у студентов целостного представления о возможностях современных систем радиомониторинга, о решаемых ими технических задачах и о типовых технических решениях, обеспечивающих высококачественное функционирование подобных систем.

Для достижения цели ставятся задачи:

1. Изучение основных требований, предъявляемых к аппаратуре радиомониторинга, и возможных технических решений, обеспечивающих выполнение этих требований;

2. Изучение основных показателей, контролируемых при оценке полноты и качества решения задач мониторинга, и получение навыка их определения

## 1.2. Разделы, входящие в рабочую программу дисциплины

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего часов
1	Задачи автоматизированного радиомониторинга и средства их решения	4	-	-	4	8
2	Методы анализа радиоб обстановки в широких полосах частот	10	8	-	12	30
3	Измерение параметров радиосигналов	4	4	-	10	18
4	Локализация источников радиои излучений	6	-	-	10	16

## Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего часов
1	Задачи автоматизированного радиомониторинга и средства их решения	1	-	-	12	13
2	Методы анализа радиоб обстановки в широких полосах частот	2	6	-	14	22
3	Измерение параметров радиосигналов	2	2	-	14	18
4	Локализация источников радиоизлучений	1	-	-	14	15

### 1.3. Формы итоговой аттестации

При очной форме обучения изучение дисциплины завершается в семестре 8 зачетом.

При заочной форме обучения изучение дисциплины завершается в семестре 8 зачетом.

### 1.4. Типовые вопросы к зачету

1. Назначение систем радиомониторинга и основные, решаемые ими задачи.
2. Классификация средств радиомониторинга.
3. Требования к техническим характеристикам средств радиомониторинга.
4. Принципы построения аппаратуры радиомониторинга.
5. Области применения стационарных, возимых, носимых средств радиомониторинга.
6. Методы обнаружения радиосигналов.
7. Одноканальное обнаружение радиосигналов в широких полосах частот.

8. Двухканальное обнаружение радиосигналов в широких полосах частот. Достоинства и недостатки.
9. Расчет порога обнаружения при анализе радиообстановки в широких полосах частот.
10. Обнаружение сигналов, замаскированных другими легитимными радиоизлучениями.
11. Измерение центральной частоты радиосигнала.
12. Измерение полосы частот, занимаемой радиосигналом.
13. Определение вида модуляции радиосигнала.
14. Оценка параметров модуляции радиосигнала.
15. Амплитудные методы локализации источника радиоизлучения.
16. Угломерные методы локализации источника радиоизлучения.
17. Разностно-дальномерные методы локализации источника радиоизлучения.
18. Методы обнаружения широкополосных радиосигналов.
19. Назначение и особенности реализации распределенных систем радиомониторинга.
20. Основные направления совершенствования средств и систем радиомониторинга.

## **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.

### **2.3. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям**

Подготовка к практическому занятию начинается с внимательного прочтения учебного материала, включая самостоятельный вывод всех утверждений и формул, упомянутых в материале. Далее следует проанализировать образцы решений задач, ответить на вопросы, предложенные в конце лекции преподавателем или помещенные в рекомендуемой литературе. Завершающим этапом служит самостоятельное решение индивидуальных вариантов задач. Возникающие при такой самостоятельной работе вопросы следует обязательно зафиксировать и затем либо уточнить у преподавателя очно, либо получить разъяснения через систему дистанционного обучения.

### 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) «П.з.» – подготовка к практическому занятию;
- 3) «СИТ» – самостоятельное изучение темы с использованием основной и дополнительной литературы.

Таблица 3.1

Рекомендации по изучению раздела «Задачи автоматизированного радиомониторинга и средства их решения»

Неделя	Тип СРС	Название темы (занятия) или изучаемый вопрос и рекомендуемая литература для СИТ	Объем, часы
1-2	Лекц.	Задачи систем радиомониторинга. Принципы построения аппаратуры радиомониторинга. Классификация средств радиомониторинга.	1
2	СИТ	Требования к техническим характеристикам средств радиомониторинга [1, с. 15-64, 2, с. 199-222]	3

Таблица 3.2

Рекомендации по изучению раздела «Методы анализа радиообстановки в широких полосах частот»

2	П.з.	Анализ радиообстановки в широких полосах частот и методы его осуществления	2
---	------	--	---

Окончание табл. 3.2

3-4	Лекц.	Одноканальное обнаружение радиосигналов	1
4	П.з.	Особенности и показатели качества работы цифровых анализаторов спектра	2
5	Лекц.	Многоканальное обнаружение радиосигналов.	1
6	П.з.	Разделение отсчетов спектра на сигнальные и шумовые при известной интенсивности фонового шума	2
6-7	Лекц.	Обнаружение сигналов, замаскированных другими легитимными радиоизлучениями	2
8	П.з.	Определение расположения шумового участка на оси частот	2

Таблица 3.3

Рекомендации по изучению раздела «Измерение параметров радиосигналов»

Неделя	Тип СРС	Название темы (занятия) или изучаемый вопрос и рекомендуемая литература для СИТ	Объем, часы
8	Лекц.	Измерение центральной частоты спектра радиосигналов	1
9	Лекц.	Определение вида модуляции сигналов и измерение её параметров	1
9	СИТ	Измерение времени запаздывания сигналов [3, с. 89-94; 4, с. 322-343]	4
10	П.з.	Измерение центральной частоты спектра сигналов	2
12	П.з.	Определение параметров радиосигналов	2

Таблица 3.4

## Рекомендации по изучению раздела «Локализация источников радиоизлучений»

Неделя	Тип СРС	Название темы (занятия) или изучаемый вопрос и рекомендуемая литература для СИТ	Объем, часы
10	Лекц.	Амплитудные методы локализации источников радиоизлучений	1
11	Лекц.	Угломерные методы локализации источников радиоизлучений.	1
12	Лекц.	Разностно-дальномерные методы локализации источников радиоизлучений.	1
12	СИТ	Точность радиотехнических методов определения координат [1, с. 345-355, 364-369, 477-482; 4, с. 178-197, 229-242]	7

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рембовский А.М., Ашихмин А.В., Козьмин В.А. Радиомониторинг: задачи, методы, средства / Под редакцией А.М. Рембовского. - 3-е изд., перераб. и доп. – М: Горячая линия-Телеком, 2012.

2. Ефанов В.И. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем. Учебное пособие / В.И. Ефанов, А.А. Тихомиров. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 228 с. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/epd-reader?publicationId=14033> (дата обращения: 18.12.2021).

3. Лебедько Е.Г. Математические основы передачи информации. Ч.3, 4: учеб. пособие для вузов. – СПб: СПбГУИТМО, 2009. – 120 с. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/epd-reader?publicationId=67261> (дата обращения: 18.12.2021).

4. Радиотехнические системы: Учебник для вузов по спец. «Радиотехника» / Ю.П. Гришин и др.; Под ред. Ю.М. Казаринова. – М., Высш. школа, 2002. – 496 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>3</b>
<b>1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗУЧАЕМОЙ ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>4</b>
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
<b>2. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ .....</b>	<b>7</b>
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
2.3 Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям.....	8
<b>3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ ОТДЕЛЬНЫХ РАЗДЕЛОВ И ВОПРОСОВ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>9</b>
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....</b>	<b>12</b>

**ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ  
В СИСТЕМАХ РАДИОМОНИТОРИНГА**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

по организации самостоятельной работы  
для студентов бакалавриата  
направления 11.03.01 «Радиотехника»  
(профиль «Радиотехнические средства передачи,  
приема и обработки сигналов»)  
очной и заочной форм обучения

**Составитель**  
**Токарев Антон Борисович**

В авторской редакции

Компьютерный набор А. Б. Токарева

Подписано к изданию 30.05.2022.  
Уч.-изд. л. 0,6.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический  
университет»  
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84