

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Смоленский государственный университет»

Кафедра физики и технических дисциплин

**«Утверждаю»**  
Проректор по учебно-  
методической работе

\_\_\_\_\_ Ю.А. Устименко  
«09» сентября 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Б1.В.01 Основы теории радиосистем передачи информации, управления**  
**и радиоэлектронной борьбы**

Направление подготовки: **11.03.01 Радиотехника**

Направленность (профиль): **Радиоэлектронные системы и комплексы**

Форма обучения: очная

Курс – 2

Семестр – 4

Всего зачетных единиц – 4, часов – 144

Форма отчетности: зачет – 4 семестр, курсовая работа – 4 семестр

Программу разработал: доктор технических наук, доцент Савинов Ю.И.

Одобрена на заседании кафедры

«02» сентября 2021 г., протокол № 1

Смоленск  
2021

## 1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Основы теории радиосистем передачи информации, управления и радиоэлектронной борьбы» включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений, основной образовательной программы по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника (направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы).

Содержание дисциплины «Основы теории радиосистем передачи информации, управления и радиоэлектронной борьбы» находится в содержательно-методической взаимосвязи с такими дисциплинами, как «Основы теории радиолокационных и радионавигационных систем и комплексов», «Радиолокационные системы и комплексы обнаружения, сопровождения и распознавания», «Мобильные системы передачи информации», «Цифровые системы передачи информации».

Для освоения дисциплины «Основы теории радиосистем передачи информации, управления и радиоэлектронной борьбы» студент должен обладать базовыми знаниями и умениями, полученными в результате изучения таких дисциплин, как «Физика», «Электромагнитные поля и волны, электродинамика и распространение радиоволн», «Радиоматериалы и радиокомпоненты».

В результате изучения дисциплины «Основы теории радиосистем передачи информации, управления и радиоэлектронной борьбы» студенты приобретают знания по характеристикам и основам построения радиосистем передачи информации, управления и радиоэлектронной борьбы, необходимые для изучения дисциплин «Основы теории радиолокационных и радионавигационных систем и комплексов», «Радиолокационные системы и комплексы обнаружения, сопровождения и распознавания», «Мобильные системы передачи информации», «Цифровые системы передачи информации».

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
<b>ПК-3.</b> Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	<b>Знать:</b> принципы конструирования отдельных деталей, узлов и устройств радиотехнических систем <b>Уметь:</b> проводить оценочные расчеты характеристик деталей, узлов и устройств радиотехнических систем <b>Владеть:</b> навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем
<b>ПК-4.</b> Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	<b>Знать:</b> принципы построения технического задания при разработке деталей, узлов и устройств радиотехнических систем <b>Уметь:</b> использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации <b>Владеть:</b> навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии со стандартами

## 3. Содержание дисциплины

**Основы теории радиосистем передачи информации.** Характеристики и классификация РС ПИ. Основные показатели РС ПИ. Информационные характеристики РС ПИ. Системы передачи дискретных сообщений. Системы передачи непрерывных сообщений. Многоканальные РС ПИ. Дальность действия РТС. Корреляционные и оптимальные фильтры. Потенциальные характеристики гауссовского канала.

**Основы теории радиосистем управления.** Классификация систем радиоуправления. Управляемые объекты и особенности систем радиоуправления. Системы командного радиоуправления. Принципы построения систем КРУ. Характеристики систем КРУ. Системы

самонаведения. Принципы построения систем самонаведения. Характеристики систем самонаведения. Структурные схемы РС самонаведения.

**Основы теории радиосистем радиоэлектронной борьбы.** Дальность действия РЛС в свободном пространстве. Качественные показатели оптимального обнаружения. Общие сведения о методах защиты от помех. Характеристики помех. Основные методы защиты от активных шумовых помех. Основные методы защиты от маскирующих пассивных помех. Основные методы защиты от импульсных помех. Защита от несинхронных импульсных помех. Защита от уводящих помех по дальности. Защита от угловых ответных помех. Моноконический пеленгатор. Особенности импульсно-доплеровской РЛС.

#### 4. Тематический план

№ п/п	Разделы и темы	Всего часов	Формы занятий		
			Лек-ции	Практические занятия	Самостоятельная работа
<b>1.</b>	<b>Основы теории радиосистем передачи информации.</b>	<b>56</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>30</b>
1.1.	Характеристики и классификация РС ПИ. Основные показатели РС ПИ.	4	2	–	2
1.2.	Информационные характеристики РС ПИ. Характеристики источников сообщений. Пропускная способность канала.	6	2	–	4
1.3.	Системы передачи дискретных сообщений. Выбор сигналов в системах передачи дискретных сообщений. Виды приема двоичных сигналов.	4	2	–	2
1.4.	Системы передачи непрерывных сообщений. Выбор сигналов в системах передачи непрерывных сообщений. Методы приема непрерывных сообщений.	6	2	–	4
1.5.	Многоканальные РС ПИ. Методы уплотнения и разделения каналов. Цифровые многоканальные РТС ПИ.	4	2	–	2
1.6	Расчет дальности действия РТС.	8	–	4	4
1.7.	Корреляционные и оптимальные фильтры. Методика синтеза корреляционного фильтра. Методика синтеза оптимального фильтра.	6	2	–	4
<b>2.8.</b>	Расчет и исследование КФ и СФ.	6	–	4	2
<b>2.9.</b>	Потенциальные характеристики гауссовского канала. Формула Шеннона.	6	2	–	4
<b>2.10.</b>	Расчет характеристик гауссовского канала.	6	–	4	2
<b>2.</b>	<b>Основы теории радиосистем управления.</b>	<b>22</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>12</b>
2.1.	Управляемые объекты и особенности систем радиуправления. Траектории	6	2	–	4

	полета и методы наведения.				
2.2.	Системы командного радиоуправления. Принципы построения систем КРУ. Характеристики систем КРУ.	6	2	–	4
2.3.	Системы самонаведения. Принципы построения систем самонаведения. Характеристики систем самонаведения.	4	2	–	2
2.4.	Изучение структурных схем РС самонаведения.	6	–	4	2
<b>3.</b>	<b>Основы теории радиосистем радиоэлектронной борьбы.</b>	<b>66</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>38</b>
3.1.	Дальность действия РЛС в свободном пространстве. Общие сведения о методах защиты от помех. Характеристики помех.	6	2	–	4
3.2.	Качественные показатели оптимального обнаружения. Методы увеличения отношения сигнал-шум.	6	2	–	4
3.3.	Расчет качественных показателей при обнаружении пачки радиоимпульсов.	8	–	4	4
3.4.	Защита от АШП. Методы защиты от АШП. Пространственная селекция.	6	2	–	4
3.5.	Расчет дальности действия РЛС в условиях АШП.	8	–	4	4
3.6.	Защита от МПП. Методы защиты от МПП. Фильтровой метод. Компенсационный метод.	6	2	–	4
3.7.	Расчет дальности действия РЛС в условиях МПП.	8	–	4	4
3.8.	Основные методы защиты от импульсных помех. Защита от несинхронных импульсных помех. Защита от уводящих помех по дальности.	6	2	–	4
3.9.	Сопровождение по угловым координатам. Защита от угловых ответных помех. Пеленгатор с коническим сканированием. Моноимпульсный пеленгатор.	6	2	–	4
3.10.	Изучение структурной схемы моноконического пеленгатора.	6	–	4	2
	<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>80</b>

## 5. Виды образовательной деятельности

### Занятия лекционного типа

**Лекция №1.** Характеристики и классификация РС ПИ. Основные показатели РС ПИ.

**Лекция №2.** Информационные характеристики РС ПИ. Характеристики источников сообщений. Пропускная способность канала.

**Лекция №3.** Системы передачи дискретных сообщений. Выбор сигналов в системах передачи дискретных сообщений. Виды приема двоичных сигналов.

**Лекция №4.** Системы передачи непрерывных сообщений. Выбор сигналов в системах передачи непрерывных сообщений. Методы приема непрерывных сообщений.

**Лекция №5.** Многоканальные РС ПИ. Методы уплотнения и разделения каналов. Цифровые многоканальные РТС ПИ.

**Лекция №6.** Корреляционные и согласованные фильтры. Методика синтеза корреляционного фильтра. Методика синтеза согласованного фильтра.

**Лекция №7.** Потенциальные характеристики гауссовского канала. Формула Шеннона.

**Лекция №8.** Управляемые объекты и особенности систем радиуправления. Траектории полета и методы наведения.

**Лекция №9.** Системы командного радиуправления. Принципы построения систем КРУ. Характеристики систем КРУ.

**Лекция №10.** Системы самонаведения. Принципы построения систем самонаведения. Характеристики систем самонаведения.

**Лекция №11.** Дальность действия РЛС в свободном пространстве. Общие сведения о методах защиты от помех. Характеристики помех.

**Лекция №12.** Качественные показатели оптимального обнаружения. Методы увеличения отношения сигнал-шум.

**Лекция №13.** Защита от АШП. Методы защиты от АШП. Пространственная селекция.

**Лекция №14.** Защита от МПП. Методы защиты от МПП. Фильтровой метод. Компенсационный метод.

**Лекция №15.** Основные методы защиты от импульсных помех. Защита от несинхронных импульсных помех. Защита от уводящих помех по дальности.

**Лекция №16.** Сопровождение по угловым координатам. Защита от угловых ответных помех. Пеленгатор с коническим сканированием. Моноимпульсный пеленгатор.

### Занятия семинарского типа

**Практическое занятие №1.** Расчет дальности действия РТС (4 часа).

#### План:

1. Дальность действия радиолинии связи.
2. Основное уравнение радиолокации.
3. Как зависит дальность действия РЛС от длины волны?
4. Как влияет отражение радиоволн от поверхности земли на дальность действия РЛС?
5. Дальность прямой видимости.
6. Рефракция в радиолокации.
7. Что такое «эффект Кабанова»?
8. В чем особенность обнаружения НЛЦ?

**Практическое занятие №2.** Расчет и исследование КФ и СФ (4 часа).

#### План:

1. Оптимальный корреляционный обнаружитель для сигналов с детерминированными параметрами.
2. Оптимальный корреляционный обнаружитель для сигналов со случайными параметрами.

3. Импульсная характеристика оптимального фильтра одиночного радиоимпульса.
4. Частотная характеристика оптимального фильтра одиночного радиоимпульса.
5. В чем преимущество фильтрового обнаружителя перед корреляционным.
2. Отношение сигнал-шум на выходе оптимального фильтра одиночного радиоимпульса.
3. Квазиоптимальный фильтр для простого радиоимпульса.
4. В чем отличия оптимального и квазиоптимального фильтров?
5. Чему должно быть равно количество каналов в корреляционном обнаружителе?
6. Квазиоптимальный фильтр для ЛЧМ радиоимпульса.
7. Методика синтеза оптимального фильтра.

**Практическое занятие №3. Расчет характеристик гауссовского канала (4 часа).**

**План**

1. Определение информационной скорости.
2. Определение помехоустойчивости.
3. Что понимают под скрытностью работы РТС?
4. Определение энтропии.
5. Пропускная способность канала.
6. Формула Шеннона.

**Практическое занятие № 4. Изучение структурных схем РС самонаведения (4 часа).**

**План:**

1. Назначение систем радиоуправления.
2. Методы наведения летательных аппаратов.
3. Метод прямого наведения.
4. Метод совмещения.
5. Метод пропорционального наведения
6. Характеристики систем КРУ.

**Практическое занятие №5. Расчет качественных показателей при обнаружении пачки радиоимпульсов (4 часа).**

**План:**

1. Что такое ложная тревога?
2. Условная вероятность правильного обнаружения.
3. От чего зависит условная вероятность правильного обнаружения?
4. Какие потери учитывают при накоплении радиоимпульсов?
5. Как увеличивается отношение сигнал-шум при когерентном накоплении?
6. Как увеличивается отношение сигнал-шум при некогерентном накоплении?

**Практическое занятие №6. Расчет дальности действия РЛС в условиях АПП (4 часа).**

**План:**

1. Дальность действия РЛС в режиме самоприкрытия.
2. Дальность действия РЛС в режиме внешнего прикрытия.
3. Метод частотной селекции.
4. Метод пространственной селекции.
5. Метод поляризационной селекции.
6. Метод силовой борьбы.

**Практическое занятие №7. Расчет дальности действия РЛС в условиях МПП (4 часа).**

**План:**

1. Виды и характеристики маскирующих пассивных помех.
2. Воздействие маскирующих пассивных помех на РЛС.

3. Фильтровые системы селекции движущихся целей.
4. Компенсационные системы селекции движущихся целей.
5. Цифровые фильтры систем селекции движущихся целей.

**Практическое занятие №8. Изучение структурной схемы моноконического пеленгатора (4 часа)**

**План:**

1. Защита от угловых ответных помех.
2. Достоинства и недостатки пеленгатора с коническим сканированием.
3. Назначение элементов структурной схемы пеленгатора с коническим сканированием.
4. Достоинства и недостатки моноимпульсного пеленгатора.
5. Назначение элементов структурной схемы моноимпульсного пеленгатора.

**Самостоятельная работа**

**1. Самостоятельное изучение отдельных вопросов курса**

Часть теоретических вопросов курса выносятся на самостоятельное изучение студентами. При самостоятельном изучении вопроса студент должен познакомиться с содержанием соответствующей темы по одному из учебников, указанных в списке основной литературы, при необходимости могут использоваться источники из списка дополнительной литературы, а также рекомендованные ресурсы сети «Интернет». По каждому вопросу необходимо составить конспект, по возможности включающий следующие пункты:

- краткая история открытия явления, закона, изобретения;
- основные физические законы и теории, на которых основывается объяснение данного явления;
- математическая модель описываемого явления и выводы из нее;
- экспериментальная проверка справедливости теории, модели и выводов из нее;
- практическое применение описываемого явления, процесса.

*Перечень вопросов, выносимых на самостоятельное изучение*

**Тема 1. Основы теории радиосистем передачи информации.**

1. Дальность действия радиолиний.
2. Основное уравнение радиолокации.
3. Влияние отражения радиоволн от поверхности земли на дальность действия РЛС.
4. Влияние рефракции радиоволн на дальность действия РЛС.
5. Влияние подстилающей поверхности на дальность действия РЛС.
6. Квазиоптимальный фильтр для простого радиоимпульса.
7. Квазиоптимальный фильтр для ЛЧМ радиоимпульса.
8. Некогерентный прием АМ сигналов.
9. Некогерентный прием ЧМ сигналов.
10. Прием ФМ сигналов.

**Тема 2. Основы теории радиосистем управления.**

1. Системы автономного радиоуправления.
2. Космический радиотехнический комплекс.
3. Спутниковые радионавигационные комплексы.

**Тема 3. Основы теории радиосистем радиоэлектронной борьбы**

1. Показатели эффективности обнаружения одиночных сигналов.
2. Показатели эффективности обнаружения при накоплении сигналов.
3. Дальность действия РЛС в атмосфере Земли.
1. Дальность действия РЛС по низколетящим целям.

## 2. Задачи для самостоятельного решения

1. Любительский радиоприемник функционирует в диапазоне КВ. Рассчитать минимальный размер вибратора Герца, который используется в качестве приемной антенны.
2. Определить, в каком частотном диапазоне может быть использована параболическая антенна с радиусом раскрытия зеркала 5 м и шириной диаграммы направленности на уровне половинной мощности 1 радиан.
3. Определить, в каком частотном диапазоне будет работать РТС, которая излучает радиоволны длиной 15 см. Какими свойствами обладают радиоволны в этом диапазоне? Можно ли организовать дальнюю (загоризонтную) связь при помощи такой РТС без дополнительных ретрансляторов?
4. Рассчитать мощность передатчика для обеспечения дальности действия 100 км при активном ответе  $G_{отв}=2$ . Коэффициент усиления антенны  $G=1000$ ,  $\lambda=20$  см, и  $\tau=10$  мкс, отношение сигнал/шум  $q=5$ , шумовая температура приемника 400 К, коэффициент потерь в системе  $L_n=3$  дБ.
5. Рассчитать мощность передатчика для обеспечения дальности действия 50 км при пассивном ответе  $\sigma_{ц}=15$  м<sup>2</sup>. Чувствительности приемников и характеристики антенн РЛС с пассивным ответом и запросчика принять одинаковыми. Коэффициент усиления антенны  $G=2000$ ,  $\lambda=10$  см, и  $\tau=1$  мкс, отношение сигнал/шум  $q=10$ , шумовая температура приемника 600 К, коэффициент потерь в системе  $L_n=6$  дБ.
6. Как и почему изменится дальность действия радиолокационной системы, если энергия излучаемого сигнала возрастет в 10 раз?
7. Определить ЭПР объемно-распределенной цели – участка дождя интенсивностью 15 мм/ч, если КНД  $G_\alpha=2$ ,  $G_\beta=3$ , длительность зондирующего импульса 10 мкс, радиосигналы имеют частоту 850 МГц.
8. Определить ЭПР металлического шара диаметром 18 см, облучаемого радиосигналом с частотой 50 ГГц.
9. Рассчитать мощность передатчика для обеспечения дальности действия РТС 50 км при облучении металлического шара диаметром 10 см. Коэффициент усиления антенны  $G=2000$ ,  $\lambda=1$  м, и  $\tau=1$  мкс, отношение сигнал/шум  $q=10$ , шумовая температура приемника 600 К, коэффициент потерь в системе  $L_n=6$  дБ.
10. Рассчитать, насколько увеличится полоса цифровой системы передачи при изменении количества уровней квантования в 5 раз.
11. Рассчитать параметры группового сигнала для 7-канальной СПИ с ВРК, если в  $F=3,4$  кГц, в системе используется ВИМ, индекс временной модуляции  $m_{вим}=7$ . Для синхронизации используется код Баркера,  $V=7$ , а для передачи информации – простые импульсы.
12. Рассчитать ширину спектра высокочастотного сигнала в СПИ с ЧРК, если число каналов  $N=6$ , спектр сообщения ограничен частотой в  $F=3,4$  кГц, а защитный интервал  $\Delta F_z=2$  кГц. В системе используется однополосная амплитудная, а затем частотная модуляция с  $m_{чм}=7$ .
13. В РЛС увеличена рабочая длина волны в два раза при сохранении чувствительности приемника, дальности действия в свободном пространстве и разрешающей способности по дальности и угловым координатам. Как это повлияет на требуемую мощность передатчика РЛС?
14. В РЛС уменьшена рабочая длина волны в три раза при сохранении размеров антенны и дальности действия в свободном пространстве. Как это повлияет на разрешающую способность РЛС по угловым координатам и необходимую мощность передатчика?
15. Как изменится дальность действия РЛС, если при неизменной длине волны необходимо в два раза улучшить разрешающую способность РЛС по угловым координатам?



16. РЛС, использующая ЛЧМ-сигнал, измеряет дальность цели, движущейся в сторону РЛС со скоростью 600 км/ч. Длительность импульса 10 мкс, девиация частоты 1 МГц, несущая частота 200 кГц. Какова будет ошибка измерения дальности за счет движения цели?

17. Оценить возможность использования частоты 1,2 ГГц для оперативного измерения скорости автомобиля от 60 до 120 км/ч. Измерение выполняется на расстоянии не более 200 м. Ширина диаграммы направленности антенны не должна превышать 20°.

18. В ЧМ-дальномере непрерывный зондирующий сигнал имеет симметричный пилообразный закон модуляции частоты с параметрами:  $T_m = 1\text{ мс}$ ,  $W = 10\text{ МГц}$ . Для дальности  $R_{\text{max}} = 75\text{ км}$  изобразить закон изменения частоты биений во времени, определить среднюю частоту биений и относительную погрешность измерения дальности. Сделать вывод о целесообразности применения сигнала с такими параметрами.

19. В обзорном локаторе антенна вращается со скоростью 90 град/с и имеет ширину ДН 1°. Дальность действия РЛС 150 км. За счет запаздывания сигнала, отраженного от цели, возникает ошибка определения азимута цели. Определить абсолютное значение ошибки измерения азимута при условии, что цель находится на максимальной дальности.

20. Пассивная помеха имеет спектр гауссовского типа на рабочей частоте  $f_0 = 3\text{ ГГц}$ . Среднеквадратическая ширина спектра помехи  $\sigma_f = 60\text{ ГГц}$ . Определить минимальную частоту повторения зондирующих импульсов, при которой двукратная ЧПВ обеспечит коэффициент подавления помехи, равный 40 дБ.

## 6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины (модуля)

### 6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации

**1. Ответ на теоретический вопрос на практическом занятии** (перечень теоретических вопросов к каждому занятию приведен в планах практических занятий).

Критерии оценки ответа на теоретический вопрос

Показатель	Количество баллов
1) Полнота и глубина ответа (усвоенные теории, понятия, факты и пр.)	1
2) Сознательность ответа (понимание излагаемого материала)	1
3) Логика изложения материала (умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией)	1
4) Умение приводить примеры использования описанных явлений, теорий и устройств	1
5) Использование при подготовке ответа на вопрос дополнительных источников информации	0,5
6) Наличие конспекта ответа на вопрос	0,5
Итоговая (суммарная) оценка	Max - 5

Оценка «зачтено» - 3 балла и более; оценка «не зачтено» - менее 3 баллов.

**2. Подготовка конспекта по вопросам курса, выносимым на самостоятельное изучение** (перечень вопросов курса, выносимых на самостоятельное изучение, приведен в разделе «Самостоятельная работа»).

Критерии оценивания конспектов по прикладным вопросам курса, выносимым на самостоятельное изучение

Показатель	Количество баллов
1) Полнота и глубина изложения ответа (усвоенные теории, понятия, факты)	1
2) Логика изложения материала	1
3) Примеры использования описанных явлений, теорий и устройств на практике	1
4) Использование при подготовке ответа на вопрос дополнительных источников информации	1
5) Оформление работы	1
Итоговая (суммарная) оценка	Мах - 5

Оценка «зачтено» - 3 балла и более; оценка «не зачтено» - менее 3 баллов.

**3. Решение задач для самостоятельной работы** (перечень задач для самостоятельной работы к каждому занятию приведен в планах практических занятий)

Критерии оценивания задач для самостоятельного решения

Показатель	Количество баллов
1) Приведена краткая форма условия задачи, включающая перевод единиц измерения в СИ.	0,5
2) Выполнен рисунок к условию задачи, на котором обозначены все необходимые физические и геометрические параметры задачи	0,5
3) Проведен анализ условия задачи, включающий указание основных явлений, о которых идет речь в задаче, а также законов, положенных в основу решения задачи	1
4) Записаны математические уравнения законов, используемых при решении задачи	1
5) Приведено решение математических уравнений и получен численный ответ на вопрос задачи	1
Итоговая (суммарная) оценка	Мах - 5

Оценка «зачтено» - 3 балла и более; оценка «не зачтено» - менее 3 баллов.

#### 4. Проверочная работа

**по теме «Основы теории радиосистем передачи информации»**

1. Характеристики и классификация РС ПИ.
2. Основные показатели РС ПИ.
3. Информационные характеристики РС ПИ.
4. Характеристики источников сообщений.
5. Пропускная способность канала.
6. Системы передачи дискретных сообщений.
7. Выбор сигналов в системах передачи дискретных сообщений.
8. Виды приема двоичных сигналов.
9. Системы передачи непрерывных сообщений.
10. Выбор сигналов в системах передачи непрерывных сообщений.
11. Методы приема непрерывных сообщений.
12. Многоканальные РС ПИ.
13. Методы уплотнения и разделения каналов.
14. Цифровые многоканальные РТС ПИ.

15. Корреляционные фильтры.
16. Оптимальные фильтры.
17. Потенциальные характеристики гауссовского канала.
18. Формула Шеннона.
19. Дальность действия радиолиний.
20. Основное уравнение радиолокации.
21. Влияние отражения радиоволн от поверхности земли на дальность действия РЛС.
22. Влияние рефракции радиоволн на дальность действия РЛС.
23. Влияние подстилающей поверхности на дальность действия РЛС.

**по теме «Основы теории радиосистем управления»**

1. Управляемые объекты и особенности систем радиоуправления.
2. Траектории полета и методы наведения.
3. Принципы построения систем КРУ.
4. Характеристики систем КРУ.
5. Принципы построения систем самонаведения.
6. Характеристики систем самонаведения.
7. Назначение систем радиоуправления.
8. Методы наведения летательных аппаратов.
9. Метод прямого наведения.
10. Метод совмещения.
11. Метод пропорционального наведения.

**по теме «Основы теории радиосистем радиоэлектронной борьбы»**

1. Общие сведения о методах защиты от помех.
2. Характеристики помех.
3. Качественные показатели оптимального обнаружения.
4. Методы увеличения отношения сигнал-шум.
5. Защита от несинхронных импульсных помех.
6. Защита от уводящих помех по дальности.
7. Дальность действия РЛС в режиме самоприкрытия.
8. Дальность действия РЛС в режиме внешнего прикрытия.
9. Метод частотной селекции.
10. Метод пространственной селекции.
11. Метод поляризационной селекции.
12. Метод силовой борьбы.
13. Виды и характеристики маскирующих пассивных помех.
14. Воздействие маскирующих пассивных помех на РЛС.
15. Фильтровые системы селекции движущихся целей.
16. Компенсационные системы селекции движущихся целей.
17. Цифровые фильтры систем селекции движущихся целей.
18. Защита от угловых ответных помех.
19. Достоинства и недостатки пеленгатора с коническим сканированием.
20. Назначение элементов структурной схемы пеленгатора с коническим сканированием.
21. Достоинства и недостатки моноимпульсного пеленгатора.
22. Назначение элементов структурной схемы моноимпульсного пеленгатора.
23. Достоинства и недостатки моноконического пеленгатора.
24. Назначение элементов структурной схемы моноконического пеленгатора.

**Критерии оценивания проверочных работ:**

Оценка выставляется:

«**отлично**», если студент показал знания программного материала в полном объеме, грамотно и логично его излагал, использовал при ответе специальную терминологию;

«**хорошо**», если студент показал знания основных положений программного материала, логично его излагал, использовал при ответе специальную терминологию, не допускал существенных неточностей в ответе (содержание ответа обучающегося подтверждало однозначное толкование излагаемого вопроса);

«**удовлетворительно**», если студент показал знания положений программного материала, допускал неточности при его изложении и использовании специальной терминологии (содержание ответа обучающегося не позволяло толковать его однозначно, требовало дополнительного уточнения);

«**неудовлетворительно**», если студент не показал знания положений программного материала, допускал существенные ошибки.

## **6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации**

### **1. Зачет – 4 семестр**

#### **Вопросы для подготовки к зачету**

1. Характеристики и классификация РС ПИ.
2. Основные показатели РС ПИ.
3. Информационные характеристики РС ПИ.
4. Характеристики источников сообщений.
5. Пропускная способность канала.
6. Системы передачи дискретных сообщений.
7. Выбор сигналов в системах передачи дискретных сообщений.
8. Виды приема двоичных сигналов.
9. Системы передачи непрерывных сообщений.
10. Выбор сигналов в системах передачи непрерывных сообщений.
11. Методы приема непрерывных сообщений.
12. Многоканальные РС ПИ.
13. Методы уплотнения и разделения каналов.
14. Цифровые многоканальные РТС ПИ.
15. Корреляционные фильтры.
16. Оптимальные фильтры.
17. Потенциальные характеристики гауссовского канала.
18. Формула Шеннона.
19. Дальность действия радиолиний.
20. Основное уравнение радиолокации.
21. Влияние отражения радиоволн от поверхности земли на дальность действия РЛС.
22. Влияние рефракции радиоволн на дальность действия РЛС.
23. Влияние подстилающей поверхности на дальность действия РЛС.
24. Управляемые объекты и особенности систем радиуправления.
25. Траектории полета и методы наведения.
26. Принципы построения систем КРУ.
27. Характеристики систем КРУ.
28. Принципы построения систем самонаведения.
29. Характеристики систем самонаведения.
30. Назначение систем радиуправления.
31. Методы наведения летательных аппаратов.
32. Метод прямого наведения.
33. Метод совмещения.
34. Метод пропорционального наведения.
35. Общие сведения о методах защиты от помех.
36. Характеристики помех.

37. Качественные показатели оптимального обнаружения.
38. Методы увеличения отношения сигнал-шум.
39. Защита от несинхронных импульсных помех.
40. Защита от уводящих помех по дальности.
41. Дальность действия РЛС в режиме самоприкрытия.
42. Дальность действия РЛС в режиме внешнего прикрытия.
43. Метод частотной селекции.
44. Метод пространственной селекции.
45. Метод поляризационной селекции.
46. Метод силовой борьбы.
47. Виды и характеристики маскирующих пассивных помех.
48. Воздействие маскирующих пассивных помех на РЛС.
49. Фильтровые системы селекции движущихся целей.
50. Компенсационные системы селекции движущихся целей.
51. Цифровые фильтры систем селекции движущихся целей.
52. Защита от угловых ответных помех.
53. Достоинства и недостатки пеленгатора с коническим сканированием.
54. Назначение элементов структурной схемы пеленгатора с коническим сканированием.
55. Достоинства и недостатки моноимпульсного пеленгатора.
56. Назначение элементов структурной схемы моноимпульсного пеленгатора.
57. Достоинства и недостатки моноконического пеленгатора.
58. Назначение элементов структурной схемы моноконического пеленгатора.

#### **Критерии оценки на зачете**

Оценка «**зачтено**» выставляется студентам, показавшим полное знание учебного материала, успешно выполняющим предусмотренные в программе задания, усвоившим основную литературу, демонстрирующим систематический характер знаний по дисциплине.

Оценка «**не зачтено**», выставляется студентам, обнаружившим пробелы в знаниях основного учебного материала, допускающим принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Такой оценки заслуживают ответы студентов, являющиеся несистематизированными, отрывочными и поверхностными.

## **2. Курсовая работа – 4 семестр**

### **Структура и содержание курсовой работы**

#### **Пояснительная записка. Структура и содержание. Требования к оформлению**

Пояснительная записка является основным отчетным документом по курсовой работе, который содержит систематизированные данные о курсовой работе.

Пояснительная записка включает в себя титульный лист, содержание, обозначения и сокращения, введение, основную часть, заключение, список использованных источников, приложения. Задание на курсовую работу следует за титульным листом и не включается в число листов пояснительной записки.

Рекомендуемый объем пояснительной записки 15-20 листов формата А4 с приложениями.

#### **Титульный лист**

Титульный лист является первым листом пояснительной записки.

#### **Задание на выполнение курсовой работы**

Задание на выполнение курсовой работы определяет цели, требования и основные исходные данные, необходимые для:

- разработки радиотехнических систем и устройств и технологических процессов их настройки, испытаний и контроля качества;

- исследования объектов и процессов с использованием технических и программных средств.

Кроме того, задание определяет предполагаемое содержание пояснительной записки и графических материалов.

**Задание на выполнение курсовой работы** должно содержать следующие пункты:

1. Тема работы, номер приказа и дата утверждения

2. Срок сдачи работы

3. Техническое задание

3.1 Цель. Указывается назначение разрабатываемого изделия или процесса и область его применения.

3.2. Технические требования. Указываются требования к составу выполняемых функций, параметры входных и выходных сигналов, условия эксплуатации, требования к надежности и т.п.).

#### **Пример**

*Тема курсовой работы: Сканирующий приемник цифровых ФМ сигналов.*

*Цель: регистрация и измерение несущей частоты передатчиков цифровых ФМ сигналов в системах обнаружения несанкционированных радиоканалов связи.*

*Технические требования:*

*Приемник должен обеспечить перекрытие диапазона от 10 МГц до 60 МГц с шагом 0,5 кГц.*

*Вид сигнала – цифровой ФМ сигнал.*

*Избирательность по зеркальному каналу не менее 30 дБ.*

*Коэффициент шума не более 5.*

*Выходной сигнал – последовательный двоичный код.*

4. Курсовая работа в обязательном порядке представляется:

а) пояснительной запиской,

б) графическими материалами:

рекомендуются:

в) компьютерная презентация работы,

г) действующий макет устройства или его функционального узла.

5. Содержание пояснительной записки

Перечисляются предполагаемые разделы пояснительной записки.

#### **Пример**

*Введение.*

*1. Обзор способов построения сканирующих приемников ФМ цифровых сигналов, сравнительный анализ характеристик и выбор структурной схемы.*

*2. Разработка электрических схем приемника и его функциональных узлов.*

*3. Разработка конструкции приемника.*

*4. Разработка технологических процессов настройки и контроля параметров приемника.*

*Заключение.*

6. Перечень графического материала

Перечисляются предполагаемые чертежи и плакаты, их объем.

#### **Пример**

*1. Схема электрическая структурная – 1 А 1.*

*2. Схема электрическая принципиальная – 1 А 1.*

*3. Чертеж общего вида – 1А 1.*

*4. Плакат «Диаграмма направленности приемной антенны» - 1 А1.*

**Введение.** Введение должно содержать оценку современного состояния решаемой научно-технической проблемы и обоснование актуальности темы курсовой работы со

ссылками на современные источники информации. Во введении уточняются цели и задачи курсового проектирования, приводится краткое содержание пояснительной записки. Объем введения – 1- 3 листа.

**Основная часть.** Состав и структура основной части пояснительной записки устанавливается в соответствии с заданием на курсовую работу.

В основной части должны быть отражены следующие этапы выполнения курсовой работы:

- 1) обзор источников и выбор путей решения поставленной научно-технической задачи;
- 2) определение состава задач, которые необходимо решить для достижения цели;
- 3) определение методов и средств для решения поставленных задач;
- 4) уточнение исходных данных, необходимых для решения поставленных задач с использованием выбранных методов и средств;

- 5) разработка структурных схем проектируемой системы или устройства;

- 6) выбор элементной базы для реализации функциональных узлов;

- 7) разработка принципиальных схем функциональных узлов;

Описание и решение задач 1-4, как правило, является обязательным для всех курсовых работ.

Выбор задач и названия разделов должны соответствовать заданию на выполнение работы.

**Заключение.** В заключении излагаются основные результаты работы. Особое внимание следует уделить сравнительной оценке технических требований задания с полученными результатами. Должны быть отмечены положительные стороны предложенных решений и их недостатки. Здесь же предлагаются рекомендации по дальнейшему усовершенствованию системотехнических, схемотехнических, программных и конструкторских решений, снижению трудоемкости операций по настройке, регулировке и контролю. Указывается научная, практическая и социальная ценность результатов работы. Приводятся предложения по внедрению разработки с оценкой технико-экономической эффективности.

#### **Список использованных источников.**

**Приложения.** В приложениях помещают материал, дополняющий текст документа, который при включении в основную часть загромождал бы текст, например, графический материал, таблицы большого формата, промежуточные математические выкладки, листинги разработанных программ и т.п. В приложение выносят также акты о внедрении полученных результатов.

В курсовой работе приложения оформляют как продолжение пояснительной записки на ее последующих листах. Приложения могут быть обязательными и информационными. К обязательным приложениям относятся: уменьшенные до формата А4 или А3 копии графических материалов (плакатов и чертежей), акты о внедрении результатов работы (при их наличии). Информационные приложения оформляются и включаются в пояснительную записку по выбору студента и рекомендации руководителя.

**Графические материалы.** Графическая часть курсовой работы включает в себя плакаты, чертежи и электрические схемы.

Плакаты являются частью иллюстративного материала, который служит для пояснения содержания работы при ее защите. На плакат следует выносить информацию, которая используется в докладе для доказательства обоснованности принятых автором решений и выводов, – формулы, таблицы, диаграммы, графики, осциллограммы и т.п. По содержанию плакаты обычно повторяют отдельные материалы, помещаемые в пояснительной записке.

В курсовую работу включаются, как правило, следующие виды электрических схем и чертежей:

1. Схема электрическая структурная системы или устройства.
2. Схема электрическая функциональная устройства.
3. Схемы электрические принципиальные функциональных узлов.

4. Схема электрическая структурная стенда для настройки и контроля параметров разработанного изделия.

5. Чертежи общего вида изделия.

6. Чертежи печатных плат.

7. Чертежи сборочных единиц изделия.

Для защиты курсовой работы, как правило, используется ее компьютерная презентация длительностью от 10 до 15 минут. Наличие презентации не освобождает студента от подготовки графических материалов.

#### **Примерные темы курсовых работ**

1. Искажения сигналов в непрерывных каналах. Помехи в каналах связи.

2. Аналоговые системы передачи сигналов.

3. Цифровые системы передачи: европейская плезиохронная цифровая иерархия.

4. Цифровые системы передачи: технологии xDSL.

5. Системы передачи, использующие ионосферное рассеяние радиоволн и отражение от следов метеоров.

6. Стандарт широкополосного доступа IEEE 802.16-2004. MAC-уровень стандарта IEEE 802.16.

7. Методы повышения верности передачи сигнала.

8. Персональные беспроводные сети (технологии Bluetooth, Home RF, IEEE 802.15.3(4)).

9. Высокоскоростные персональные сети стандарта IEEE 802.15,3(3a).

10. Беспроводные локальные сети (стандарты DECT и IEEE 802.11).

#### **Критерии оценивания курсовой работы**

Оценка «**отлично**» выставляется при выполнении курсовой работы в полном объеме; работа отличается глубиной проработки всех разделов содержательной части, оформлена с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач, сформулированных в задании; на все вопросы дает правильные и обоснованные ответы, убедительно защищает свою точку зрения.

Оценка «**хорошо**» выставляется при выполнении курсовой работы в полном объеме; работа отличается глубиной проработки всех разделов содержательной части, оформлена с соблюдением установленных правил; студент твердо владеет теоретическим материалом, может применять его самостоятельно или по указанию преподавателя; на большинство вопросов даны правильные ответы, защищает свою точку зрения достаточно обосновано.

Оценка «**удовлетворительно**» выставляется при выполнении курсовой работы в основном правильно, но без достаточно глубокой проработки некоторых разделов; студент усвоил только основные разделы теоретического материала и по указанию преподавателя (без инициативы и самостоятельности) применяет его практически; на вопросы отвечает неуверенно или допускает ошибки, неуверенно защищает свою точку зрения.

Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется, когда студент не может защитить свои решения, допускает грубые фактические ошибки при ответах на поставленные вопросы или вовсе не отвечает на них.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### **7.1. Основная литература**

1. Берикашвили В.Ш. Радиотехнические системы: основы теории: учебное пособие для вузов / В.Ш. Берикашвили. – М.: Издательство Юрайт, 2021. – 105 с. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/473181>.

2. Куприянов А. И. Радиосигналы и радиоустройства в информационных системах. Ч.1. Радиосистемы и радиосигналы: учебное пособие / А.И. Куприянов. – М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2018. – 120 с. – Текст:



электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/94095.html>.

3. Манохин А.Е. Многоканальные и многостанционные радиосистемы передачи информации: учебное пособие / А.Е. Манохин; под редакцией Д.В. Астрецов. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2013. – 80 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/69636.html>.

## 7.2. Дополнительная литература

1. Масалов Е.В. Радиотехнические системы. Часть 1: учебное пособие / Е. В. Масалов. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 109 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/13967.html>.

2. Масалов Е.В. Радиотехнические системы. Часть 2: учебное пособие / Е.В. Масалов. – Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 117 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/13968.html>.

3. Акулиничев Ю. П. Радиотехнические системы передачи информации: учебное пособие / Ю.П. Акулиничев, А.С. Бернгардт. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2015. – 195 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/72171.html>.

4. Перунов Ю.М. Методы и средства радиоэлектронной борьбы: монография / Ю.М. Перунов, А. И. Куприянов. – Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. – 376 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/115138.html>.

5. 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>.

6. Козлов В. Г. Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования: учебное пособие / В. Г. Козлов. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2012. – 133 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/13988.html>.

7. Землянухин П. А. Видео- и радиосигналы в системах передачи информации: учебное пособие / П.А. Землянухин. – Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2017. – 119 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/87403.html>.

## 7.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://school-collection.edu.ru/> – Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов.

2. <http://fcior.edu.ru/> – Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР).

3. <https://easyeda.com/ru> - онлайн-инструмент для создания схем и печатных плат.

4. <https://dcaclab.com> – онлайн симулятор электрической цепи.

5. [www.istokmw.ru](http://www.istokmw.ru) - сайт ФГУП «НПП Исток».

## Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Каталог ГОСТ: радиотехнические материалы: <https://internet-law.ru/gosts/2814/>.

2. Справочник по радиокомпонентам отечественного производства: <https://radio->

[komplekt.ru/handbook.php](http://komplekt.ru/handbook.php).

3. Технический справочник радиодеталей: <https://radiosvod.ru/>.

4. Справочник по микроконтроллерам: <https://www.radioman-portal.ru/sprav/microcontrollers/>.

5. Информационно-поисковый портал по электронике: <http://radionet.com.ru/>.

6. Реестр Федерального института промышленной собственности: <https://www1.fips.ru/registers-web/>.

7. Сервер CHIPINFO: база данных по электронным компонентам: <http://www.chipinfo.ru/>.

8. QRZ.RU: технический портал – Сайт для радиолюбителей: <https://www.qrz.ru/beginners/>.

9. Журнал сетевых решений LAN: <https://www.osp.ru/lan>

10. Электротехнический портал для студентов вузов и инженеров: <http://xn---8sbnaarbiefdksmiphlmncm1d9b0i.xn--p1ai/>.

### 8. Материально-техническое обеспечение

**Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа**, оснащенная стандартной учебной мебелью, настенной доской, настенным экраном, мультимедиапроектором, ноутбуком и комплектом колонок.

**Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования**, оснащенная стандартной учебной мебелью, настенной доской и оборудованием:

- тепловизор «Сова»-1 шт.;
- буссоль артиллерийская ПАБ-2М-1шт.;
- лазерный дальномер ЛДИ-3-1-1шт.

**Помещение для самостоятельной работы** – компьютерный класс с доступом к сети «Интернет» и ЭИОС СмолГУ.

### 9. Программное обеспечение

Microsoft Open License (Windows XP, 7, 8, 10, Server, Office 2003-2016), лицензия 66975477 от 03.06.2016 (бессрочно).

Обучающимся обеспечен доступ к ЭБС «Юрайт», ЭБС «IPRbooks», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета, а также доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 03B6A3C600B7ADA9B742A1E041DE7D81B0  
Владелец: Артеменков Михаил Николаевич  
Действителен: с 04.10.2021 до 07.10.2022