

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета  В.А. Небольсин

«31» августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины (модуля)  
«Статистическая теория систем»

Направление 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи

Направленность 05.12.07 - Антенны, СВЧ устройства и их технологии

Квалификация выпускника Исследователь. Преподаватель-исследователь

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения Очная

Год начала подготовки 2020 г.

Автор программы



/Пастернак Ю.Г./

Заведующий кафедрой  
радиоэлектронных устройств  
и систем



/Журавлёв Д.В./

Руководитель ОПОП



/Пастернак Ю.Г./

**Воронеж 2021**

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Изучение студентами методов синтеза оптимальных устройств обработки сигналов, принципа их работы; освоение методики определения основных качественных показателей устройств обнаружения, различения сигналов, оценки их параметров и разрешающей способности.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

- Изучение основных характеристик и качественных показателей РТС;
- Освоение метода синтеза радиотехнических систем;
- Ознакомление с принципами работы основных типов РТС.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Статистическая теория систем» относится к дисциплинам обязательной части блока Б.1 учебного плана.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Радиотехнические системы» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 - владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности;

ПК-5 - владением методиками расчетов и проектирования корпусов экранов радиоэлектронных средств;

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции                                                                 |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1       | знать основные методы теоретических и экспериментальных исследований принципов работы радиотехнических систем                     |
|             | уметь применять методологию анализа и синтеза радиотехнических систем                                                             |
|             | владеть навыком теоретических и экспериментальных исследований радиотехнических систем                                            |
| ПК-2        | знать основные принципы и методики расчетов базовых параметров радиотехнических систем                                            |
|             | уметь применять методы снижения внутрисистемных помех, в том числе и с применением методов экранирования                          |
|             | владеть навыком решения практических задач расчета и проектирования устройств, снижающих нежелательные электромагнитные излучения |

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Статистическая теория систем» составляет 3 зачетные единицы.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

##### Очная форма обучения

| Вид учебной работы                   | Всего часов | Семестры  |     |  |  |
|--------------------------------------|-------------|-----------|-----|--|--|
|                                      |             | 5         |     |  |  |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>    | <b>14</b>   | <b>14</b> |     |  |  |
| В том числе:                         |             |           |     |  |  |
| Лекции                               | 10          | 10        |     |  |  |
| Практические занятия (ПЗ)            | -           | -         |     |  |  |
| Лабораторные работы (ЛР)             | -           | -         |     |  |  |
| Практическая подготовка              | 4           | 4         |     |  |  |
| <b>Самостоятельная работа</b>        | <b>98</b>   | <b>98</b> |     |  |  |
|                                      |             |           |     |  |  |
| Курсовой проект                      | -           | -         |     |  |  |
| Контрольная работа                   | -           | -         |     |  |  |
| Вид промежуточной аттестации – зачет | +           | +         |     |  |  |
| Общая трудоемкость                   | час         | 112       | 112 |  |  |
|                                      | зач. ед.    | 3         | 3   |  |  |

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

| № п/п | Наименование темы                            | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Лекц | Прак зан. | Лаб. зан. | СРС | Всего, час |
|-------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------|-----------|-----|------------|
| 1     | Предмет и задачи курса.<br>Классификация РТС | Краткая история развития систем радиолокации и радионавигации, РТС передачи информации и радиоуправления. Роль отечественных и зарубежных учебных в этом развитии. Тактические и технические характеристики РТС. Структура и содержание курса, его связь с другими дисциплинами учебного плана и роль в подготовке современного радиоинженера. Статистические алгоритмы извлечения информации в радиосистемах. Сигналы и поля переносчики информации. Характеристики к модели сигналов, полей, помех. Функционал плотности вероятности и его вид для гауссовских процессов. Корреляционные функции и функции неопределенности сигналов и полей. Статистические описания процедур извлечение информации в РТС: обнаружение и различение сигналов, оценка и фильтрация неизвестных параметров сигналов, разрешение сигналов, обобщения на пространственно-временной случай                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3    |           |           | 24  | 27         |
| 2     | Обнаружение и различение сигналов            | Статистические критерии обнаружения. Отношение правдоподобия. Примеры синтеза устройств проверки гипотез Обнаружение сигналов со случайными параметрами. Условное отношение правдоподобия. Обнаружение и различие как задачи проверки гипотез. Основные определения теории вероятностей: математическое ожидание, дисперсия, ковариационный и корреляционный моменты, классификация случайных процессов Согласованная и квазисогласованная фильтрация. Примеры синтеза согласованных фильтров. Оптимальные обнаружители когерентных и некогерентных последовательностей радиоимпульсов. Структура и качественные показатели оптимальных обнаружителей полностью известного сигнала и сигнала со случайными параметрами. Характеристики обнаружения Согласованная фильтрация пачек когерентных радиоимпульсов. Структура и характеристики устройств различения детерминированных сигналов Ансамбли сигналов, ортогональные, и равноудаленные сигналы.. Синтез и анализ цифровых устройств обнаружения и различение сигналов Различение сигналов со случайными фазами Цифровые обнаружители пачек импульсов<br>Структура обнаружителей с бинарным | 2    |           |           | 24  | 26         |

|              |                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |           |  |  |           |            |
|--------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--|--|-----------|------------|
|              |                                        | квантованием входного процесса Выбор интервала дискретизации и разрядности аналогово-цифровых преобразователей в цифровых обнаружителях. Дополнительные варианты функциональных схем оптимальных приемников различения сигналов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |           |  |  |           |            |
| 3            | Оценка неизвестных параметров сигналов | Понятие о критериях оценки параметров Понятие о критериях качества оценки параметров с заданной априорной статистикой. Оценки максимального правдоподобия их свойства и связь с байесовскими. Функционал правдоподобия для гауссовского шума. Потенциальная точность совместной оценки запаздывания и частоты сигнала и требования к функции неопределенности. Условные плотности вероятностей случайных величин, априорная и апостериорная плотности вероятностей. Критерии качества оценок неслучайных векторных параметров. Неравенство Крамера-Рао. Байесовские оценки, при различных функциях потерь. Оценка параметров сигналов при цифровой обработке. Понятия об аномальных ошибках измерения. Понятие об оценке меняющихся параметров сигналов. Алгоритм оценки параметров сигналов при цифровой обработке. Примеры цифровых измерителей. Линейная и нелинейная фильтрация. Оценки параметров при наличии неинформационных параметров. Алгоритмы и потенциальные точности измерения амплитуды, запаздывания, фазы и частоты сигнала | 2         |  |  | 25        | 27         |
| 4            | Разрешение сигналов                    | Разрешение как статистическая задача. Разрешение - обнаружение, разрешение - измерение. Критерий Вудворда, двумерная функция корреляции, функция неопределенности, принцип неопределенности в радиолокации. Примеры функций неопределенности простых и сложных сигналов Разрешение сигналов по времени и частоте. Принцип сжатия сигналов по времени и спектру. Широкополосные сигналы. Характерные примеры ШПС (сигналы с ЛЧМ, дискретные ФМ - сигналы и др.), способы их формирования и особенности функций неопределенности. Роль принципа неопределенности в задачах разрешения Понятие о синтезе сигналов и фильтров, оптимальных по критериям разрешающей способности.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 3         |  |  | 25        | 28         |
| <b>Итого</b> |                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>10</b> |  |  | <b>98</b> | <b>108</b> |

## 5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Не предусмотрено учебным планом

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

### 7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

| Компетенция | Результаты обучения,, характеризующие сформированность компетенции                                                                | Критерии оценивания                                            | Аттестован                                                    | Не аттестован                                                   |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| ОПК-1       | знать основные методы теоретических и экспериментальных исследований принципов работы радиотехнических систем                     | Отвечает на теоретические вопросы при промежуточной аттестации | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|             | уметь применять методологию анализа и синтеза радиотехнических систем                                                             | Решение стандартных практических задач                         | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|             | владеть навыком теоретических и экспериментальных исследований радиотехнических систем                                            | Решение прикладных задач в конкретной предметной области,      | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
| ПК-2        | знать основные принципы и методики расчетов базовых параметров радиотехнических систем                                            | Отвечает на теоретические вопросы при промежуточной аттестации | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|             | уметь применять методы снижения помех, в том числе и с применением методов экранирования                                          | Решение стандартных практических задач                         | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|             | владеть навыком решения практических задач расчета и проектирования устройств, снижающих нежелательные электромагнитные излучения | Решение прикладных задач в конкретной предметной области,      | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |

#### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 семестре для очной и заочной формы по системе:

«отлично»;  
«хорошо»;  
«удовлетворительно»;  
«неудовлетворительно»

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции                                             | Критерии оценивания | Отлично                     | Хорошо                     | Удовл                      | Неудовл                              |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| ОПК-1       | знать основные методы теоретических и экспериментальных исследований принципов работы радиотехнических систем | Тест                | Выполнение теста на 90-100% | Выполнение теста на 80-90% | Выполнение теста на 70-80% | В тесте менее 70% правильных ответов |
|             | уметь применять методологию анализа и синтеза радиотехнических систем                                         | Тест                | Выполнение теста на 90-100% | Выполнение теста на 80-90% | Выполнение теста на 70-80% | В тесте менее 70% правильных ответов |
|             | владеть навыком теоретических и экспериментальных исследований радиотехнических систем                        | Тест                | Выполнение теста на 90-100% | Выполнение теста на 80-90% | Выполнение теста на 70-80% | В тесте менее 70% правильных ответов |
| ПК-2        | знать основные принципы и методики расчетов базовых параметров радиотехнических систем                        | Тест                | Выполнение теста на 90-100% | Выполнение теста на 80-90% | Выполнение теста на 70-80% | В тесте менее 70% правильных ответов |
|             | уметь применять методы снижения внутрисистемных помех, в том числе и с применением методов экранирования      | Тест                | Выполнение теста на 90-100% | Выполнение теста на 80-90% | Выполнение теста на 70-80% | В тесте менее 70% правильных ответов |

|  |                                                                                                                                   |      |                             |                            |                            |                                      |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
|  | владеть навыком решения практических задач расчета и проектирования устройств, снижающих нежелательные электромагнитные излучения | Тест | Выполнение теста на 90-100% | Выполнение теста на 80-90% | Выполнение теста на 70-80% | В тесте менее 70% правильных ответов |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------------|

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

- 1) Что не входит в общую структурную схему РТС?
  - а) Канал связи.
  - б) Источник помех.
  - в) Блок питания.
  - г) Источник информации.
- 2) К какому блоку схемы РТС относится модулятор?
  - а) Канал распространения.
  - б) Преобразователь сообщение-волна.
  - в) Преобразователь волна-сообщение.
  - г) Источник информации.
- 3) Какого вида помех, искажающих сообщения в канале связи, не существует?
  - а) Атмосферные.
  - б) Ноосферные.
  - в) Индустриальные.
  - г) Межсистемные.
- 4) Как называются помехи, умышленно излучаемые и противодействующие той или иной РТС?
  - а) Преднамеренные.
  - б) Боевые.
  - в) Межсистемные.
  - г) Индустриальные.
- 5) Что называется, достаточным «иммунитетом» РТС в отношении тех или иных помех?
  - а) Помехоблокировка.
  - б) Помехоустойчивость.
  - в) Изолированность.

- г) Быстродействие.
- 6) Что из нижеперечисленного не является одной из приоритетных задач статистической теории РТС?
  - а) Оптимальное извлечение информации из сигнала.
  - б) Использование наилучшим образом свойств сигналов и помех.
  - в) Максимизация помехоустойчивости РТС.
  - г) Изучение свойств антенн и СВЧ устройств.
- 7) Чем является  $S(t)$  в формуле описания радиосигнала  $u(t) = S(t)\cos(\theta(t))$ ?
  - а) Фаза.
  - б) Амплитуда.
  - в) Огибающая.
  - г) Поляризация.
- 8. Как называется комплекснозначная функция времени, получаемая прибавлением к  $s(t)$  мнимого слагаемого  $js_1(t)$ ?
  - а) Аналитический сигнал.
  - б) Теоретический сигнал.
  - в) Мнимый сигнал.
  - г) Огибающая сигнала.
- 9. Что принято называть функционалом плотности вероятности случайного процесса?
  - а) Множество многомерных плотностей вероятности.
  - б) Вероятностная мера отдельных реализаций случайного процесса.
  - в) Набор автокорреляционных функций.
  - г) Такого определения не существует.
- 10) Почему «белый шум» является неосуществимой в реальном мире абстракцией?
  - а) Его дисперсия бесконечна.
  - б) Его математическое ожидание – мнимая величина.
  - г) Его спектральный состав только из отрицательных частот.
  - д) Его невозможно понять и объяснить.

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

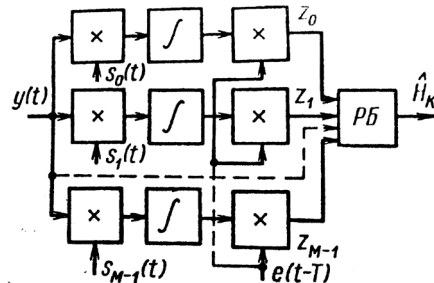
- 1) Какой из критериев предписывает добиваться минимума вероятности пропуска сигнала при ограничении сверху на вероятность ложной тревоги?
  - а) Критерий Байеса.
  - б) Критерий Котельникова.
  - в) Критерий Неймана-Пирсона.
  - г) Критерий Павлова.
- 2) Как называют  $W(y(t)|H_i)$  в неравенстве  $W(y(t)|H_k) \geq W(y(t)|H_i)$ , при  $i = 0, 1, \dots, M - 1$ .
  - а) Отношение правдоподобия.
  - б) Экстремум правдоподобия.

- в) Коэффициент правдоподобия.
  - г) Функция правдоподобия.
- 3) Что понимают под ошибками первого рода?
- а) Решение о наличии сигнала, при его отсутствии.
  - б) Решение о отсутствии сигнала, при его наличии.
  - в) Ошибка в принятом сигнале, которую можно исправить.
  - г) Ошибка в принятом сигнале, которую невозможно исправить.
- 4) Какова особенность корреляционного приемника?
- а) Он инвариантен ко времени прихода сигнала.
  - б) Необходимо синхронизировать его с передатчиком.
  - г) Возможен прием недетерминированных сигналов.
  - д) Возможен прием бесконечно малых сигналов.
- 5) Импульсная характеристика согласованного фильтра имеет вид:
- а)  $h(t) = s(T - t)$ ;
  - б)  $h(t) = s^2(t)$ ;
  - в)  $h(t) = s(T + 2t)$ ;
  - г)  $h(t) = 2s(T - t)$ .
- 6) Максимально достижимое соотношение сигнал/шум по мощности на выходе согласованного фильтра:
- а)  $E/N_0$ ;
  - б)  $2E/N_0$ ;
  - в)  $10E/N_0$ ;
  - г)  $E^2/N_0$ .
- 7) Какова особенность оптимального корреляционного приемника сигналов со случайной фазой?
- а) Используется 4 канала приема.
  - б) Используется 2 канала и квадратурный прием.
  - в) Он способен принимать бесконечно малые сигналы.
  - г) Необходима синхронизация с передатчиком.
- 8) Как называют сигнал, образованный повторением с одинаковым интервалом копий стандартного импульса?
- а) Пакет импульсов.
  - б) Меандр.
  - в) Гармонический сигнал.
  - г) Импульсная сборка.
- 9) Как называют пакет импульсов, у которого начальные фазы всех радиоимпульсов случайны и независимы друг от друга?
- а) Когерентный пакет.
  - б) Квадратурный пакет.
  - в) Некогерентный пакет.
  - г) Асинхронный пакет.
- 10) Как называют обнаружитель некогерентного независимого флуктуирующего пакета?
- а) Магнитным приемником.

- б) Электрическим приемником.
- в) Энергетическим приемником.
- г) Пакетным приемником.

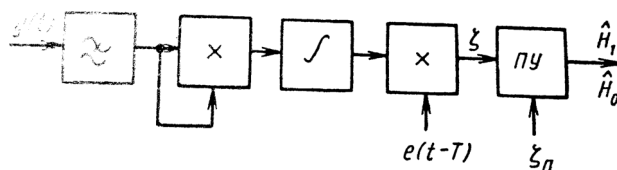
### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1) Какова функция приемника, структурная схема которого изображена



ниже?

- а) Обнаружение пакета импульсов.
  - б) Различение  $M$  сигналов.
  - в) Обнаружение сигнала со случайно начальной фазой.
  - г) Различение  $M$  сигналов со случайными начальными фазами.
- 2) Как называется приемник, изображенный ниже?



- а) Корреляционный приемник.
  - б) Квадратурный приемник.
  - в) Энергетический приемник.
  - г) Согласованный приемник.
- 3) Как называется устройство, на выходе которого будет наблюдаться сумма белого шума с некоторым новым искаженным сигналом, если на его входе будет смесь небелого шума и некоторого сигнала?
- а) Белый фильтр.
  - б) Согласованный фильтр.
  - в) Обеляющий фильтр.
  - г) Аддитивный фильтр.
- 4) Что подразумевают под независимо флуктуирующими пакетами?
- а) Амплитуды импульсов – независимые случайные величины.
  - б) Фазы импульсов – независимые случайные величины.
  - в) Амплитуда импульсов промодулирована одним законом.
  - д) Фазы импульсов промодулированы.
- 5) Что такое параметр обнаружения при согласованной фильтрации?
- а) Сигнал/шум на входе СФ.
  - б) Сигнал/шум на выходе СФ.
  - в) Средний уровень сигнала на входе СФ.
  - г) Пиковый уровень сигнала на выходе СФ.

6) Как можно вычислить минимальное значение отношения сигнал/шум, при котором достигается требуемая вероятность обнаружения?

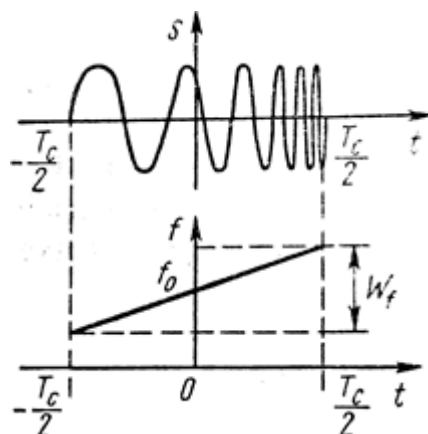
а)  $q_{min} = \Phi^{-1}(1 - p_{лт}) + \Phi^{-1}(1 - p_{пс})$ .

б)  $q_{min} = \Phi^{-1}(1 - p_{лт})$ .

г)  $q_{min} = \Phi^{-1}(1 - p_{пс})$ .

д)  $q_{min} = \Phi^{-1}(p_{лт}) * \Phi^{-1}(p_{пс})$

7) Какой вид сигналов изображен на рисунке ниже?



а) ЛЧМ-импульс.

б) АМ сигнал.

в) ШИМ сигнал

г) ПИМ сигнал.

8) Дополните утверждение: «Когда девиация частоты многократно превосходит ширину спектра модулирующего колебания, спектр модулированного сигнала занимает полосу частот, приближенно равную ...».

а) Удвоенной несущей.

б) Удвоенной девиации.

в) Девиации.

г) Половине несущей.

9) Как называют сигналы, состоящие из последовательностей регулярно повторяющихся радиоимпульсов одинаковой формы и центральной частоты, отличающихся друг от друга лишь значениями комплексных амплитуд?

а) Плавные сигналы

б) Непрерывные сигналы

в) Дискретные сигналы.

г) Особо сложные сигналы.

10) Что называют кодовой последовательностью?

а) Набор импульсов, устанавливающих закон изменения поляризации сигнала.

б) Набор импульсов, устанавливающий закон изменения амплитуд и фаз дискретного сигнала.

в) Набор одинаковых пилообразных импульсов.

г) Набор фаз гармонического колебания.

реды

#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Модели радиосигналов в РТС.
2. Помехи, статистические характеристики помех.
3. Критерии оптимальности при обнаружении и различении сигналов.
4. Синтез обнаружителя сигнала со случайной фазой и его качественные показатели.
5. Синтез обнаружителя сигнала со случайной фазой и его качественные показатели.
6. Согласованная фильтрация сигнала.
7. Синтез обнаружителя сигнала со случайной фазой и его качественные показатели.
8. Структура обнаружителей сигналов в виде пачек и их качественные показатели.
9. Постановка и решение задачи оптимального измерения параметров сигналов (до принципа максимума правдоподобия).
10. Оценка начальной фазы, частоты и временного положения сигналов.
11. Разрешение сигналов. Критерий Вудворда. Принцип неопределенности в радиолокации.
12. Понятие о простых, сложных сигналах и эффекте сжатия. Особенности сложных сигналов.
13. В чем состоит смысл неравенства Рао -Крамера в теории оценки параметров ?
14. Функции неопределенности простого сигнала и сигнала с ЛЧМ.
15. Дискретные сигналы и примеры кодов для их получения.
16. Характеристики сигнала с ЛЧМ.
17. Линейные рекуррентные последовательности и их свойства.
18. Какой вид имеет функциональная схема фильтра согласованного с одиночным прямоугольным видеоимпульсом ?
19. Основные характеристики согласованных фильтров.
20. Принцип максимума правдоподобия и корреляционного интеграла в теории оценки параметров.
21. Какой вид имеет функциональная схема фильтра, согласованного с пачкой когерентных радиоимпульсов ?
22. Замечания об М – ичных СПИ. Помехоустойчивость связи.
23. Двумерная функция корреляции. Принцип неопределенности в радиолокации.
24. Функциональная схема некогерентного приемника различения сигналов с неизвестной начальной фазой. Помехоустойчивость при различных видах манипуляции сигнала.
25. Синтез обнаружителя полностью известного сигнала и его качественные показатели.
26. Согласованная фильтрация сигнала.

27. Синтез когерентного приемника различения сигналов и его качественные показатели.

28. Оценка начальной фазы, частоты и временного положения сигналов.

29. Понятие о простых, сложных сигналах и эффекте сжатия. Особенности сложных сигналов.

30. Функции неопределенности простого сигнала и сигнала с ЛЧМ.

### **7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену**

Не предусмотрено учебным планом

### **7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Зачет с оценкой проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов, 10 стандартных задач и 10 прикладных задач. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 30.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 16 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 16 до 20 баллов.
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 21 до 25 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 26 до 30 баллов.

### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины  | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |
|-------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------|
| 1     | Предмет и задачи курса. Классификация РТС | ОПК-1, ПК-5                                   | Тест, зачет, устный опрос        |
| 2     | Обнаружение и различение сигналов         | ОПК-1, ПК-5                                   | Тест, зачет, устный опрос        |
| 3     | Оценка неизвестных параметров сигналов    | ОПК-1, ПК-5                                   | Тест, зачет, устный опрос        |
| 4     | Разрешение сигналов                       | ОПК-1, ПК-5                                   | Тест, зачет, устный опрос        |

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумаж-

ном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсового проекта осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Бессарабова А.А., Ледовских В.И. Системы передачи информации с кодовым разделением каналов 621.396 Б535 2006 г.

2. Бессарабова А.А., Ледовских В.И. Псевдослучайные двоичные последовательности 621.396 Б535 2006 г.

3. Бессарабова А.А., Ледовских В.И. Разделение каналов по форме в широкополосных системах передачи информации 621.39 Б535 2007 г.

4. Под ред. Ю.М. Казаринова Радиотехнические системы 621.37/39 Р154 2008 г.

5. Васин В.А. и др. Радиосистемы передачи информации 621.396.9 Р154 2005 г.

6. Володько А.В. Ледовских В.И. Сборник заданий и методические указания по их выполнению по дисциплинам «Статистическая теория радиотехнических систем» и «Радиотехнические системы» Часть 1. 133-2007

7. Володько А.В. Ледовских В.И. Сборник заданий и методические указания по их выполнению по дисциплинам «Статистическая теория радиотехнических систем» и «Радиотехнические системы» Часть 2. (60 экз) 146-2007

8. Силич В.А. Теория систем и системный анализ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Силич В.А., Силич М.П.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2011.— 276 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13987.html>.— ЭБС «IPRbooks»

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

Специализированное оригинальное программное обеспечение, Microsoft Word, Internet Explorer

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная плакатами и пособиями по профилю 312/4.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Освоение дисциплины оценивается на зачете.

| Вид учебных занятий | Деятельность студента                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекция              | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии. |
| Подготовка к зачету | При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |