

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 11.03.01 Радиотехника**

**Наименование образовательной программы: Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Радиотехнические системы**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

|                                                                                   |                                                    |                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|                                                                                   | Владелец                                           | Болдырев А.Р.                 |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R2fe8a147-BoldyrevAR-7c7f6fea |

А.Р. Болдырев

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

|                                                                                   |                                                    |                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|                                                                                   | Владелец                                           | Остапенков П.С.                |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R6356f55c-OstapenkovPS-854af18 |

П.С.  
Остапенков

Заведующий  
выпускающей  
кафедрой

|                                                                                   |                                                    |                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|                                                                                   | Владелец                                           | Остапенков П.С.                |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R6356f55c-OstapenkovPS-854af18 |

П.С.  
Остапенков

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-3 Способен выполнять физическое моделирование (проведение эксперимента) процессов формирования, передачи, приема и обработки радиосигналов в радиоэлектронных устройствах, включая выбор технических средств, обработку результатов и оценку погрешности экспериментальных данных

ИД-2 Умеет проводить физическое моделирование, осуществлять выбор технических средств для проведения эксперимента, обрабатывать результаты эксперимента, оценивать погрешности экспериментальных данных

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Защита задания

1. Исследование статистических характеристик дальномерной локальной навигационной системы на базе сверхширокополосных сигналов (Лабораторная работа)
2. Модуляция и демодуляция сигналов 2ФМ (Лабораторная работа)
3. Равномерное и неравномерное квантование аналоговых сигналов (Лабораторная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Проверка домашних задач (Домашнее задание)

## БРС дисциплины

### 8 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Равномерное и неравномерное квантование аналоговых сигналов (Лабораторная работа)
- КМ-2 Модуляция и демодуляция сигналов 2ФМ (Лабораторная работа)
- КМ-3 Проверка домашних задач (Домашнее задание)
- КМ-4 Исследование статистических характеристик дальномерной локальной навигационной системы на базе сверхширокополосных сигналов (Лабораторная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

| Раздел дисциплины | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |
|-------------------|---------------------------------|------|------|------|------|
|                   | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|                   | Срок КМ:                        | 4    | 9    | 13   | 15   |

|                                                                                   |    |    |    |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|
| Радиотехнические системы, классификация и их обобщенные характеристики            |    |    |    |    |
| Радиотехнические системы, классификация и их обобщенные характеристики            | +  |    |    |    |
| Радиосигналы, используемые в радиотехнических системах: описание и характеристики |    |    |    |    |
| Радиосигналы, используемые в радиотехнических системах: описание и характеристики |    | +  | +  |    |
| Радиотехнические системы передачи информации                                      |    |    |    |    |
| Радиотехнические системы передачи информации                                      |    | +  | +  |    |
| Радиотехнические системы радионавигации                                           |    |    |    |    |
| Радиотехнические системы радионавигации                                           |    |    | +  | +  |
| Вес КМ:                                                                           | 20 | 20 | 40 | 20 |

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

| Индекс компетенции | Индикатор                                                                                                                                                                                                   | Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Контрольная точка                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-3               | ИД-2ПК-3 Умеет проводить физическое моделирование, осуществлять выбор технических средств для проведения эксперимента, обрабатывать результаты эксперимента, оценивать погрешности экспериментальных данных | Знать:<br>принципы функционирования конкретных радиотехнических систем различного назначения<br>сигналы и требования, предъявляемые к характеристикам сигналов, используемых в радиотехнических системах<br>Уметь:<br>проводить исследования характеристик и анализировать требования, предъявляемые к радиотехническим системам при решении различных практических задач | КМ-1 Равномерное и неравномерное квантование аналоговых сигналов (Лабораторная работа)<br>КМ-2 Модуляция и демодуляция сигналов 2ФМ (Лабораторная работа)<br>КМ-3 Исследование статистических характеристик дальномерной локальной навигационной системы на базе сверхширокополосных сигналов (Лабораторная работа)<br>КМ-4 Проверка домашних задач (Домашнее задание) |

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. Равномерное и неравномерное квантование аналоговых сигналов

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** перед выполнением лабораторной работы проводится опрос по контрольным вопросам после выполнения лабораторной работы студент готовит сообщение по изученной теме с обоснованием тезисов сообщения результатами, полученными при выполнении лабораторной работы особое внимание уделяется связи вопросов теории с практическими результатами и обоснованию выводов по работе.

#### Краткое содержание задания:

**1. Откройте файл ADC\_DAC.** Проверьте правильность установки всех параметров: сигналов, ослабления аттенюатора, АЦП и ЦАП. Обоснуйте выбор параметров ФНЧ.

Установите ослабление аттенюатора, равное 0 дБ.

Запустите модель системы. Для просмотра временных и частотных характеристик системы перейдите в окно анализа. Просмотрите эпюры во всех точках системы. (Для этого необходимо выбрать соответствующий масштаб по горизонтальной оси графиков.)

**2. Исследование системы с равномерным квантователем. Определение динамического диапазона системы связи**

Постройте спектры сигналов на выходе блоков 5, 7, 9 схемы. Требуемые данные (по согласованию с преподавателем) занесите в отчет о работе.

Определите динамический диапазон системы. Сделайте выводы

**3. Исследование системы с неравномерным квантователем. Определение динамического диапазона системы связи**

Откройте файл ADC\_DACcomp. Проверьте вид нелинейности компрессора и экспандера: должна быть указана одна и та же зависимость:  $\mu$ -закон. Установите ослабление аттенюатора, равное 0 дБ.

Запустите модель системы. Для просмотра временных и частотных характеристик системы перейдите в окно анализа. Просмотрите эпюры во всех точках системы. Для этого необходимо выбрать соответствующий масштаб по горизонтальной оси графиков.

Постройте спектры сигналов на выходе блоков 5,7,9 схемы. Требуемые данные (по согласованию с преподавателем) занесите в отчет о работе. Определите динамический диапазон системы. Сделайте выводы

**4. Оформите отчет и сделайте выводы по работе в целом**

#### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                               | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: сигналы и требования, предъявляемые к характеристикам сигналов, используемых в радиотехнических системах | 1.Какой способ кодирования аналогового источника изучается в лабораторной работе?<br>2.Поясните принцип неравномерного квантования<br>3.Поясните термин “защищенность от шумов квантования”<br>4.Поясните причины, по которым для |

|                                                   |                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                      |
|                                                   | квантования речи целесообразно использовать неравномерное квантование<br>5.Как можно увеличить защищенность от шумов квантования? |

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: «зачтено»*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка: «не зачтено»*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

### КМ-2. Модуляция и демодуляция сигналов 2ФМ

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** перед выполнением лабораторной работы проводится опрос по контрольным вопросам после выполнения лабораторной работы студент готовит сообщение по изученной теме с обоснованием тезисов сообщения результатами, полученными при выполнении лабораторной работы особое внимание уделяется связи вопросов теории с практическими результатами и обоснованию выводов по работе.

#### Краткое содержание задания:

Соберите схему модели РСПИ для сигнала 2ФМ. Задайте параметры модели ( для опорного генератора в приемнике: частота 10 Гц; начальная фаза 0 град; для генераторов псевдослучайной последовательности частота 2 Гц; число уровней  $L = 2$ , СКО шума = 0,5 В. Проведите моделирование.

В окне анализа постройте сигнальное созвездие для сигнала на выходе модулятора и на выходе демодулятора

Для построения сигнального созвездия на выходе демодулятора схему необходимо изменить, дополнив ее двумя дециматорами и дополнительными осциллографами

Пронаблюдайте, как изменяется сигнальное созвездие при наличии шума и при расфазировании ( $\Delta\phi = \text{var}$ ) генераторов передатчика и приемника. Зарисуйте качественные изменения в протокол наблюдений

В окне анализа постройте глаз-диаграмму для сигнала на выходе демодулятора

Постройте зависимость величины раскрытия глаза от СКО шума

Постройте зависимость величины раскрытия глаза от разности фаз  $\Delta\phi$  генераторов передатчика и приемника

Постройте диаграммы обмена. Укажите на графике, для какого значения раскрытия построена диаграмма. Оцените проигрыш в отношении сигнал/шум, к которому приводит ошибка по фазе  $\Delta\phi_{\text{макс}}$

#### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                                                                         |                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                       | Вопросы/задания для проверки                            |
| Уметь: проводить исследования характеристик и анализировать требования, предъявляемые к радиотехническим системам при решении различных | 1.Постройте схему оптимального демодулятора сигнала 2ФМ |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| практических задач                                | <p>2.Объясните отличия схемы в модели лабораторной работы от оптимальной</p> <p>3.Рассчитайте значение максимального расфазирования при приеме сигнала 2ФМ</p> |

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: «зачтено»*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка: «не зачтено»*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

#### КМ-3. Проверка домашних задач

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Домашнее задание

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 40

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент получает домашние задачи по теме. Сдает на проверку преподавателю в письменном виде.

#### Краткое содержание задания:

Вариант 0

1.Сигнал представляет собой когерентную пачку из 60 радиоимпульсов длительностью 1 мкс с периодом повторения 200 мкс. Определить разрешающие способности по дальности и радиальной скорости и пределы однозначного измерения дальности при длине рабочей волны радиоимпульсов 3 см

2.Сообщение, имеющее коэффициент корреляции  $R(\tau) = \exp[-(b\tau)^2]$  подвергнуто равномерной дискретизации. Найти период повторений отсчетов  $T_p$ , если сообщение восстанавливается путем ступенчатой интерполяции, а допустимая погрешность дискретизации равна  $(\Delta d)^2$

3. Определить скорость передачи и необходимую полосу частот при использовании простых М-ФМ сигналов при  $M=2; 4; 8; 16$ , если требуемая вероятность ошибки  $P_{\text{ош}} = 10^{-5}$ ;  $P_{\text{с.вх}}=10^{-12}$  Вт;  $N_0=10^{-19}$  Вт/Гц. Прием оптимальный

4. На вход приемника поступает сигнал с эффективным значением  $S_{\text{эф}} = 2$  мкВ и длительностью  $T_c = 2$  мкс. Определите отношение с/ш на входе, если коэффициент шума приемника  $F_{\text{ш}} = 10$ , а температура окружающей среды  $t = 17$  град С. Задачу решить для двоичных сигналов с базой  $B_c = 1, 2, 4, 16, 100$ . Найти соответствующие удельные затраты энергии и полосы

#### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                              | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: принципы функционирования радиотехнических систем различного назначения | <p>1.Какой вид когерентности пачек импульсов Вы знаете?</p> <p>2.Что такое пачка импульсов?</p> <p>3.Как определить разрешающую способность по дальности и по скорости</p> <p>4.Что Вы понимаете под величиной отношения</p> |



| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                          | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                            | сигнал/шум.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Уметь: проводить исследования характеристик и анализировать требования, предъявляемые к радиотехническим системам при решении различных практических задач | <p>1.Приведите условие однозначного определения дальности до объекта</p> <p>2.Зарисуйте пример реализации сообщения с заданным коэффициентом корреляции</p> $R(\tau) = e^{(-\beta^2 \cdot \tau^2)}$ <p>при разных значениях beta</p> <p>3.Запишите выражение связи ширины спектра сигнала М-ФМ со скоростью передачи сообщения</p> |

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: «зачтено»*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка: «не зачтено»*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

#### **КМ-4. Исследование статистических характеристик дальномерной локальной навигационной системы на базе сверхширокополосных сигналов**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** перед выполнением лабораторной работы проводится опрос по контрольным вопросам после выполнения лабораторной работы студент готовит сообщение по изученной теме с обоснованием тезисов сообщения результатами, полученными при выполнении лабораторной работы особое внимание уделяется связи вопросов теории с практическими результатами и обоснованию выводов по работе.

#### **Краткое содержание задания:**

Даны выборки реальных измерений, полученные с помощью СШП радиомодулей при статическом положении метки. Выборки представлены в виде текстовых файлов записей измерений дальностей в соответствии с номером бригады. Измерения поступали с интервалом дискретизации  $T = 0,1$  с, размер выборки  $N = 500$  измерений.

1. Расчет геометрического фактора.

1.1. Ввести в поле «Координаты опорных маяков» значения, соответствующие номеру бригады.

1.2. Для каждого положения метки:

1.2.1. Загрузить в программный модуль файл с измерениями и оценить значение дисперсии шума наблюдения по осциллограммам измерений.

1.2.2. В поле «Истинные координаты метки» указать соответствующие значения.

1.2.3. В поле «Начальное приближение» указать истинное положение метки.

- 1.2.4. Произвести расчет координат метки по загруженным измерениям методом наименьших квадратов. Зафиксировать значения математического ожидания и СКО ошибки оценки координат метки, рассчитать радиальную погрешность определения координат. Записать соответствующие значения в таблицу 2. Полученные графики добавить в отчет.
  - 1.2.5. Рассчитать значение ГФ по формуле 9. Записать результат в таблицу 2.
  - 1.3. Сравнить полученный результат с домашней подготовкой. Сделать вывод и записать в отчет.
  2. Исследование влияния начального приближения на сходимость МНК.
    - 2.1. Для каждого положения метки:
      - 2.1.1. Меняя начальное приближение МНК, проверить, можно ли добиться срыва и/или неверного определения координат метки.
    - 2.2. Сделать вывод о влиянии начального приближения на сходимость метода и записать в отчет.
  3. Исследование влияния неточного указания координат маяков.
    - 3.1. Для каждого положения метки:
      - 3.1.1. В поле «Координаты опорных маяков» изменить координату одного из маяков (например, на 0,5 м).
      - 3.1.2. Произвести расчет координат и проанализировать результат.
      - 3.1.3. Построить графики зависимости математического ожидания и СКО ошибок определения координат от величины сдвига между истинным положением опорного маяка и смещенным. Величину шага выбрать самостоятельно. Диапазон сдвига 0...3 м. Заполнить таблицу 3.
    - 3.2. Сделать вывод о влиянии неточного указания координат маяков на погрешность определения координат и записать в отчет.
- Оформить отчет

#### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                         | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: принципы функционирования конкретных радиотехнических систем различного назначения | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Какую задачу решают навигационные системы? В чем отличие первичной и вторичной обработки навигационной информации?</li> <li>2.Какие параметры радиосигнала используются в радионавигации, и каким навигационным элементам они соответствуют</li> <li>3.В чем состоит суть дальномерного метода определения координат?</li> <li>4.Что называется линией положения? Что является линией положения в угломерной навигационной системе?</li> <li>5.Что называется линией положения? Что является линией положения в разностно-дальномерной навигационной системе?</li> <li>6.Как и на что влияет выбор начального приближения для метода наименьших квадратов?</li> </ol> |

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: «зачтено»

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка:* «не зачтено»

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                               |                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Экзаменационный билет №</b><br><b>00</b>   | <i>Утверждаю:</i>    |
| <b>НИУ<br/>«МЭИ»</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Кафедра радиотехнических<br>систем ИРЭ        | Зав. кафедрой<br>РТС |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Дисциплина<br><i>Радиотехнические системы</i> | Р.С. Куликов         |
| <p>1. Многопозиционные сигналы. Сигналы 4ФМ и 2ФМ. Аналитическая запись ансамблей сигналов, сигнальные созвездия. Эпюры напряжения. Спектр сигнала. Схемы формирования и демодуляции. Потенциальная помехоустойчивость приема. При каком соотношении энергий и мощностей сигналов помехоустойчивость приема сигналов 2ФМ и 4ФМ будет одинакова?</p> <p>2. Радиотехнические системы радиолокации и радионавигации. Классификация радиолокационных систем по методам определения информационного параметра: дальномерный; угломерный; измерение доплеровского смещения. Принципы определения координат объекта при радионавигации</p> |                                               |                      |

## Процедура проведения

Студент получает индивидуальный билет, готовится к ответу в течение не менее 60 минут

Ответ преподавателю проходит в устной форме

Студент рассказывает подготовленный материал по вопросам билета

Студенту задают дополнительные вопросы по вопросам билета и разделам дисциплины

На основании ответа студента формируется экзаменационная составляющая оценки

## ***1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины***

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ПК-3</sub> Умеет проводить физическое моделирование, осуществлять выбор технических средств для проведения эксперимента, обрабатывать результаты эксперимента, оценивать погрешности экспериментальных данных

## **Вопросы, задания**

1. Общая характеристика радиотехнических систем: системы передачи информации (СПИ); системы извлечения информации; системы радиоуправления; системы радиопротиводействия
2. Основные показатели качества РТС. Обобщенные структурные схемы
3. Среды распространения электромагнитных колебаний в РТС. Частотные диапазоны радиоволн. Условия распространения
4. Частотные диапазоны радиоволн. Условия распространения
5. Энергетические характеристики радиолинии. Факторы, влияющие на ослабление энергии радиосигнала

6. Энергетические характеристики радиолинии. Уравнение радиосвязи для случая СПИ без ретрансляции
7. Статистический подход к обнаружению и различению сигналов на фоне шумов. Функция потерь. Средний риск
8. Статистический подход к обнаружению и различению сигналов на фоне шумов. Байесовские решения. Минимаксные решения. Метод максимального правдоподобия
9. Обнаружение сигнала на фоне шума (для случая сигнала, известного точно; байесовское решение)
10. Структурная схема обнаружителя сигнала, известного точно (варианты на основе коррелятора и согласованного фильтра)
11. Связь вероятности ошибки обнаружения с параметром  $E_s/N_0$ . Кривые обнаружения
12. Непрерывные и дискретные сообщения. Дискретизация и интерполяция непрерывных сообщений. Теорема Котельникова-Уиттакера-Найквиста (формулировка)
13. М-арные методы фазовой модуляции (PSK). Обобщенные схемы модуляторов и демодуляторов ФМ-сигналов на основе квадратурного представления
14. Влияние размерности М метода модуляции на помехоустойчивость приема в канале с АБГШ
15. Метод частотной модуляции. Условие ортогональности двух гармонических сигналов на разных частотах на интервале времени Т
16. Минимальный частотный сдвиг, обеспечивающий ортогональность. Ансамбль сигналов с минимальным сдвигом (ГАМС)
17. Метод модуляции с минимальным сдвигом (ММС или CPM англ). Обобщенная схема модулятора на основе квадратурного представления
18. Метод модуляции с минимальным сдвигом (ММС или CPM англ). Сравнение спектров ММС сигнала и ФМ4
19. Межсимвольные искажения (МСИ) в радиоканалах, источники возникновения. Идеальный метод Найквиста борьбы с МСИ
20. Межсимвольные искажения (МСИ) в радиоканалах. Понятие «глазковая диаграмма», использование глазковой диаграммы для оценки помехоустойчивости приема, влияния МСИ
21. При выполнении какой задачи в условиях лаборатории Вы проводили физическое моделирование?
22. Как оценить погрешности экспериментальных данных, полученных в результате статистического эксперимента на имитационной модели?
23. Чем обусловлен выбор технических средств для проведения конкретного эксперимента в условиях лаборатории?
24. Поясните, какие методы обработки результатов эксперимента Вы использовали при выполнении лабораторного практикума

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Как называется наука о радиотехнических методах и средствах получения информации о положении и движении подвижных объектов и о радиотехнических методах и средствах их вождения из одной точки пространства в другую?

Ответы:

- а) навигация
- б) радионавигация
- в) радиоуправление
- г) радиосвязь

Верный ответ: б)

2. Какие различают способы определения дальности в радионавигации?

Ответы:

- а) дальномерный и разностно-дальномерный
- б) запросный и беззапросный
- в) дальномерный, разностно-дальномерный и угломерный
- г) дальномерный и запросный
- д) дальномерный, запросный и беззапросный

Верный ответ: б)

3. На чем основано определение скорости объекта в радионавигации?

Ответы:

- а) дальномерном методе
- б) суммарно-дальномерном методе
- в) эффекте Фишера
- г) эффекте Доплера
- д) теореме Котельникова

Верный ответ: г)

4. Рассчитайте частоту дискретизации  $F_D$  исходного сообщения, если известна верхняя частота спектра исходного сообщения  $F_1$

Ответы:

- а)  $F_D = F_1$
- б)  $F_D = 2 \cdot F_1$
- в)  $F_D = \frac{1}{2} F_1$
- г)  $F_D = 3 \cdot F_1$

Верный ответ: б)

5. Какова ширина (по уровню -3дБ) главного лепестка спектра сигналов  $M$ -ФМ (оглабляющая радиоимпульсов - прямоугольной формы) при фиксированной скорости битового потока  $R_b$ ?  $M = 2, 4$

Ответы:

- а)  $M = 2$  Ширина =  $R_b$
- б)  $M = 2$  Ширина =  $R_b/2$
- в)  $M = 4$  Ширина =  $R_b$
- г)  $M = 4$  Ширина =  $R_b/2$

Верный ответ: а) и г)

6. Какие виды помехоустойчивых кодов Вы знаете?

Ответы:

- а) блочные
- б) сверточные
- в) циклические
- г) каскадные
- д) турбо-коды

Верный ответ: все ответы правильные

7. Определите среднюю вероятность ошибки  $P_b$  при оптимальном приеме сигналов ФМ2 противоположных, если средняя мощность сигнала  $P_{с\&nbsp;sp; } = \&nbsp;sp; 10^{-12}$  Вт, длительность сигнала  $T_{дв\&nbsp;sp; } = \&nbsp;sp; 2,5\&nbsp;sp; \text{мкс}$ . Спектральная плотность шума  $N_0^0 = 2,5 \cdot (10)$  Вт/Гц

Ответы:

- а)  $P_b = 4,1 \cdot 10^{-6}$
- б)  $P_b = 4,1 \cdot 10^{-5}$
- в)  $P_b = 2,9 \cdot 10^{-7}$
- г)  $P_b = 5,3 \cdot 10^{-6}$
- д)  $P_b = 1,04 \cdot 10^{-5}$

Верный ответ: а)

8. Верно ли следующее утверждение

Под потенциальной точностью оценок параметров радиосигнала понимают нижнюю границу Рао-Крамера для оценок неслучайных параметров, т.е. оценок максимального правдоподобия

Ответы:

- а) да
- б) нет

Верный ответ: а)

9. Что такое апостериорная плотность вероятности?

Ответы:

- а) это **вероятность**, присвоенная событию при отсутствии знания, поддерживающего его наступление
- б) это условная **вероятность** события, рассчитанная при некотором условии
- в) это условное распределение неопределённой величины согласно учтённым данным

Верный ответ: а)

10. Какие факторы влияют на ослабление энергии радиосигнала при распространении?

Ответы:

- а) влияние поверхности Земли на излучаемые волны, формирование волн, связанных с Земной поверхностью
- б) отражение волн от различных объектов как природных, так и искусственных, расположенных на поверхности Земли и многолучевое формирование суммарного сигнала
- в) ослабление мощности радиоволн из-за их поглощения дождем, снегом, пылью
- г) отражение радиоволн от дождя, снега, пыли, стай птиц
- д) искривление путей распространения радиоволн из-за неоднородности слоев атмосферы
- е) солнечное излучение
- ж) шумы дальних галактик
- з) наличие спутников Земли на орбитах

Верный ответ: а) б) в) г) д)

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему задачу, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему задачу и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом принципиальные ошибки

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил задачу из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы экзаменационного билета и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из билета; б) не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из экзаменационного билета и другой задачи на тот же раздел дисциплины, выданной взамен нее; в) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела экзаменационной программы

### ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой составляющей и составляющей промежуточной аттестации.