

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

**Направление подготовки/специальность: 11.04.01 Радиотехника**

**Наименование образовательной программы: Радиотехнические системы**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Устройства приема и обработки сигналов**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

|  |                                                    |                              |
|--|----------------------------------------------------|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|  | Владелец                                           | Наумова Ю.Д.                 |
|  | Идентификатор                                      | Rab7aae59-NaumovaYuD-33a8e99 |

Ю.Д.  
Наумова

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

|  |                                                    |                               |
|--|----------------------------------------------------|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|  | Владелец                                           | Комаров А.А.                  |
|  | Идентификатор                                      | R8495daf1-KomarovAlA-eada3f0e |

А.А.  
Комаров

Заведующий  
выпускающей кафедрой

|  |                                                    |                               |
|--|----------------------------------------------------|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|  | Владелец                                           | Комаров А.А.                  |
|  | Идентификатор                                      | R8495daf1-KomarovAlA-eada3f0e |

А.А.  
Комаров

## 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. ОПК-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора

ИД-1 Представляет современную научную картину мира, выявляет естественнонаучную сущность проблемы проектирования, производства и использования в практической деятельности радиоэлектронных устройств и систем  
ИД-2 Формулирует задачи, направленные на проведение исследований, проектирование и использование в практической деятельности радиоэлектронных устройств и систем, определяет пути их решения и оценивает эффективность выбора

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Алгоритмы оценки параметров в оптимальных корреляционных приемниках различного назначения (Контрольная работа)
2. Расчет характеристик РПУ при действии на входе смеси сигнала и шума (Контрольная работа)
3. Согласованные фильтры для импульсных сигналов (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Исследование на модели оптимального приемника импульсного сигнала (Лабораторная работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Моделирование схемы формирования НЧ квадратурных составляющих и демодулятора АМ сигналов. Формирование квадратурного сигнала с помощью фильтра Гильберта (Лабораторная работа)
2. Прохождение смеси сигнала и шума через радиоприемный тракт (Лабораторная работа)

## БРС дисциплины

1 семестр

| Раздел дисциплины                                          | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |      |      |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|
|                                                            | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 | КМ-6 |
|                                                            | Срок КМ:                        | 6    | 7    | 9    | 11   | 13   | 15   |
| Прохождение смеси сигнала и шума через радиоприемный тракт |                                 |      |      |      |      |      |      |

|                                                |    |    |    |    |    |    |
|------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Прохождение смеси сигнала и шума через БВЧ РПУ | +  | +  |    |    |    |    |
| Демодуляция смеси сигнала и шума               | +  | +  |    |    |    |    |
| Цифровая обработка сигналов в РПУ              |    |    |    |    |    |    |
| Цифровая обработка сигналов в РПУ              |    |    | +  |    |    |    |
| Основы оптимальной обработки сигналов          |    |    |    |    |    |    |
| Оптимальный корреляционный приемник            |    |    |    | +  | +  |    |
| Согласованная фильтрация                       |    |    |    |    |    | +  |
| Вес КМ:                                        | 20 | 10 | 40 | 10 | 10 | 10 |

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1              | ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Представляет современную научную картину мира, выявляет естественнонаучную сущность проблемы проектирования, производства и использования в практической деятельности радиоэлектронных устройств и систем | <p>Знать:</p> <p>понятие согласованного фильтра и методику использования согласованных фильтров в составе оптимального приемника</p> <p>математическое описание смеси полезного сигнала и аддитивного белого шума, статистические характеристики шума, соотношения для расчета отношения сигнал-шум в различных точках приемного тракта</p> <p>Уметь:</p> <p>синтезировать структурные схемы для оптимальной оценки параметров полностью известного сигнала и сигнала с неизвестной начальной фазой;</p> <p>проводить расчет КИХ</p> | <p>Расчет характеристик РПУ при действии на входе смеси сигнала и шума (Контрольная работа)</p> <p>Прохождение смеси сигнала и шума через радиоприемный тракт (Лабораторная работа)</p> <p>Моделирование схемы формирования НЧ квадратурных составляющих и демодулятора АМ сигналов. Формирование квадратурного сигнала с помощью фильтра Гильберта (Лабораторная работа)</p> <p>Алгоритмы оценки параметров в оптимальных корреляционных приемниках различного назначения (Контрольная работа)</p> <p>Согласованные фильтры для импульсных сигналов (Контрольная работа)</p> |

|       |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                                                                                                                                                                                                                                                      | <p>фильтра Гильберта<br/>требуемого порядка<br/>синтезировать<br/>структурные схемы<br/>фильтров, согласованных с<br/>импульсным сигналом;<br/>получать отклик<br/>согласованного фильтра на<br/>сигнал, с которым он<br/>согласован</p>                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| ОПК-1 | <p>ИД-2<sub>ОПК-1</sub> Формулирует задачи, направленные на проведение исследований, проектирование и использование в практической деятельности радиоэлектронных устройств и систем, определяет пути их решения и оценивает эффективность выбора</p> | <p>Знать:<br/>методику использования комплексной огибающей для математического представления узкополосного сигнала, методы получения НЧ квадратурных составляющих, методы реализации квадратурной демодуляции<br/>принципы построения оптимального корреляционного приемника, причины возникновения и методы уменьшения ошибок оценки параметра в таком приемнике;<br/>критерии оценки помехозащищенности радиоприемного устройства</p> | <p>Прохождение смеси сигнала и шума через радиоприемный тракт (Лабораторная работа)<br/>Моделирование схемы формирования НЧ квадратурных составляющих и демодулятора АМ сигналов. Формирование квадратурного сигнала с помощью фильтра Гильберта (Лабораторная работа)<br/>Исследование на модели оптимального приемника импульсного сигнала (Лабораторная работа)</p> |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | <p>Уметь:</p> <p>проводить расчет характеристик шума в различных точках приемного тракта, анализировать помехозащищенность РПУ</p> <p>проводить моделирование и исследование схем квадратурных демодуляторов в пакете схемотехнического моделирования MicroCap</p> |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

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

### КМ-1. Расчет характеристик РПУ при действии на входе смеси сигнала и шума

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждый студент получает письменное индивидуальное задание, на выполнение отводится 30 минут, сдает преподавателю в письменном виде

**Краткое содержание задания:**



На входе приёмника, схема которого изображена на рисунке, действует ЧМ сигнал с девиацией частоты  $\Delta f_m = 125$  кГц и частотой модуляции  $F_m = 25$  кГц. АЧХ УПЧ прямоугольна, полоса пропускания согласована с шириной спектра сигнала. АЧХ БНЧ прямоугольна, верхняя граничная частота согласована с частотой модуляции сигнала. Определить чувствительность приёмника, если требуемое отношение сигнал-шум на его выходе равно 40 дБ. Блоки РПУ имеют следующие параметры: шумовая температура антенны  $T_A = 200$  К; физическая температура входной цепи  $T_{вх} = 30^\circ\text{C}$ ;  $K_{р.вч} = 0,72$ ,  $K_{р.урч} = 9$ ,  $K_{р.пч} = 0,6$ ; коэффициенты шума  $K_{ш.урч} = 1,5$ ,  $K_{ш.пч} = 2$ ,  $K_{ш.упч} = 2,5$ .

### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                                                                                                                                        |                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: математическое описание смеси полезного сигнала и аддитивного белого шума, статистические характеристики шума, соотношения для расчета отношения сигнал-шум в различных точках приемного тракта | 1. Дайте определение "отношение сигнал/шум"<br>2. Что такое шумовая температура |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|

### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 55

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

## КМ-2. Прохождение смеси сигнала и шума через радиоприемный тракт

**Формы реализации:** Смешанная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Лабораторная работа выполняется на занятии. Необходимые для моделирования расчеты производятся в процессе ее выполнения. Результаты фиксируются. Отчет по работе выполняется дома индивидуально и предъявляется на проверку. После предварительной проверки проводится устная беседа по результатам моделирования

### Краткое содержание задания:



### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: математическое описание смеси полезного сигнала и аддитивного белого шума, статистические характеристики шума, соотношения для расчета отношения сигнал-шум в различных точках приемного тракта | 1. Что такое спектральная плотность мощности шума                                                                                                                                                                                                                          |
| Знать: критерии оценки помехозащищенности радиоприемного устройства                                                                                                                                    | 1. Описать причины возникновения “порогового” эффекта при анализе зависимости отношения сигнал/шум на выходе частотного детектора от отношения сигнал/шум на его входе<br>2. Как повысить помехозащищенность приемника ЧМ сигналов                                         |
| Уметь: проводить расчет характеристик шума в различных точках приемного тракта, анализировать помехозащищенность РПУ                                                                                   | 1. Рассчитать спектральную плотность мощности шума на выходе преселектора при известных значениях параметров преселектора и спектральной мощности шума на его входе<br>2. Рассчитать СКО шума на выходе ФСС при известных значениях параметров АЧХ ФСС и шума на его входе |

### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 55

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

### КМ-3. Моделирование схемы формирования НЧ квадратурных составляющих и демодулятора АМ сигналов. Формирование квадратурного сигнала с помощью фильтра Гильберта

Формы реализации: Смешанная форма

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 40

Процедура проведения контрольного мероприятия: Лабораторная работа выполняется на занятии. Необходимые для моделирования расчеты производятся в процессе ее выполнения. Результаты фиксируются. Отчет по работе выполняется дома индивидуально и предъявляется на проверку. После предварительной проверки проводится устная беседа по результатам моделирования

#### Краткое содержание задания:

**Демодуляция АМС**

$U(t) = \sqrt{U^2(t) + U^2(t)}$  - алгоритм демодуляции

Извлечение корня компонентом NFV:  
Component → Analog Primitives → Function Sources → NFV (Analog Behavioral Voltage Source)  
VALUE как sqrt(v(12))

Получить эмпоры следующих колебаний:

- модулирующее напряжение и АМ сигнал
- напряжения на выходе ФНЧ двух каналов
- повторить моделирование, задав начальную фазу несущего колебания  $\{\pi/2; \pi; 3\pi/2; 2\pi\}$
- оценить искажения демодулированного сигнала по сравнению с модулирующим напряжением
- сравнить результаты, сделать выводы.

#### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: методику использования комплексной огибающей для математического представления узкополосного сигнала, методы получения НЧ квадратурных составляющих, методы реализации квадратурной демодуляции | 1.Что такое низкочастотные квадратурные составляющие<br>2.Описать назначение блоков схемы формирования низкочастотных квадратурных составляющих |
| Уметь: проводить расчет КИХ фильтра Гильберта требуемого порядка                                                                                                                                       | 1.Рассчитайте коэффициенты фильтра Гилберта 10-ого порядка                                                                                      |
| Уметь: проводить моделирование и исследование схем квадратурных демодуляторов в пакете схемотехнического моделирования MicroCap                                                                        | 1.Подобрать параметры опорных колебаний, входящих в схему формирования низкочастотных квадратурных составляющих                                 |

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 55

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

**КМ-4. Исследование на модели оптимального приемника импульсного сигнала**

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты выполняют исследование на модели оптимального корреляционного приемника, предназначенного для оценки задержки времени прихода видеоимпульса. По результатам исследования студенты оформляют индивидуальный отчет, содержащий наблюдения, сделанные в ходе исследования, а также обобщающие выводы.

**Краткое содержание задания:**

- Исследовать влияние отношения сигнал/шум на ошибки измерения задержки
- При среднем значении отношения сигнал/шум оценить разброс величины ошибки измерения
- Исследовать влияние шага измерения задержки на ошибки измерения
- Составить структурную схему исследуемого приемника и описать назначение ее блоков

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: принципы построения оптимального корреляционного приемника, причины возникновения и методы уменьшения ошибок оценки параметра в таком приемнике; | 1. Каким критерием руководствуются для синтеза структурных схем оптимальных корреляционных приемников различного назначения<br>2. Что такое апостериорная плотность вероятностей<br>3. Что такое корреляционный интеграл |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, аналитическая часть отчета преимущественно выполнена верно

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено, аналитическая часть отчета преимущественно выполнена, но содержит грубые ошибки

*Оценка:* 2

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено. Отсутствуют аналитические обобщающие выводы, продемонстрированы только наблюдаемые в ходе работы результаты моделирования

### **КМ-5. Алгоритмы оценки параметров в оптимальных корреляционных приемниках различного назначения**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждый студент получает письменное индивидуальное задание, на выполнение отводится 30 минут, сдает преподавателю в письменном виде

#### **Краткое содержание задания:**

Получить выражение для оценки и составить схему оптимального корреляционного приемника для оценки неизвестного параметра

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: синтезировать структурные схемы для оптимальной оценки параметров полностью известного сигнала и сигнала с неизвестной начальной фазой; | <p>1.Получить выражение для оценки и составить схему оптимального приёмника для измерения частоты несущей радиоимпульсного сигнала <math>s(t)=U_c(t)\cos(2\pi fct+\varphi)</math> при равномерном априорном распределении частоты в интервале <math>[f_{c\min}, f_{c\max}]</math>.</p> <p>2.Получить выражение для оценки и составить схему оптимального приёмника для измерения амплитуды прямоугольного радиоимпульса с неизвестной начальной фазой при равномерном априорном распределении амплитуды в интервале <math>[U_{c\min}, U_{c\max}]</math></p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 90

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 75

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, составлено выражение, позволяющее синтезировать структурную схему, содержащее негрубые ошибки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено, однако при записи выражения для синтеза структурной схемы, допущены грубые ошибки

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

### КМ-6. Согласованные фильтры для импульсных сигналов

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждый студент получает письменное индивидуальное задание, на выполнение отводится 30 минут, сдает преподавателю в письменном виде

#### Краткое содержание задания:

Изобразить структурную схему СФ для приведенного сигнала. Изобразить эпюры напряжения в точках схемы при действии на входе сигнала, с которым согласован фильтр.



#### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: понятие согласованного фильтра и методику использования согласованных фильтров в составе оптимального приемника                                          | 1. Дайте определение согласованного фильтра<br>2. Как связаны импульсная и частотные характеристики согласованного фильтра с параметрами сигнала, с которым он согласован                     |
| Уметь: синтезировать структурные схемы фильтров, согласованных с импульсным сигналом; получать отклик согласованного фильтра на сигнал, с которым он согласован | 1. Изобразите структурную схему согласованного фильтра для приведенного импульсного сигнала. Изобразите отклик данного фильтра на входное воздействие в виде сигнала, с которым он согласован |

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если работа выполнена преимущественно верно, допущены негрубые ошибки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено, присутствует не более одной грубой ошибки

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

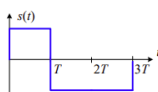
# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 1 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

### Пример билета

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                      |                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| НИУ «МЭИ»                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Экзаменационный билет № 12                                                           | “Утверждаю”<br>Зав. кафедрой<br><i>А.С.С.</i><br>19.01.21 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Институт: ИРЭ<br>Кафедра: ФОРС<br>Дисциплина: Устройства приёма и обработки сигналов |                                                           |
| <p>1. Используя алгоритм оптимального обнаружения известного сигнала <math>q &gt; h</math> (где <math>q = \frac{2}{G_0} \int_0^T y(t)s(t)dt</math> – корреляционный интеграл, имеющий дисперсию <math>\sigma_q^2 = \frac{2E_s}{G_0}</math>), получите выражение для вероятности ложной тревоги. Изобразите структурную схему и поясните принцип действия оптимального обнаружителя.</p> <p>2. В чём отличие цифрового КИХ-фильтра Гильберта от идеального преобразователя Гильберта? Сравните их импульсную характеристику, АЧХ и ФЧХ.</p> <p>3. Дайте определение согласованного фильтра. Синтезируйте структурную схему фильтра, согласованного с сигналом, показанным на рисунке. В какой момент времени отклик фильтра на сигнал будет максимальным?</p> |                                                                                      |                                                           |



### Процедура проведения

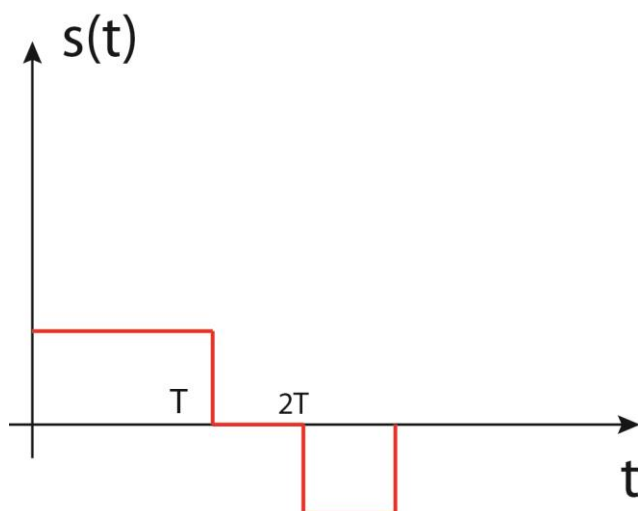
Студент получает индивидуальный билет, готовится к ответу в течение не менее 60 минут. Ответ преподавателю проходит в устной форме. Студент рассказывает подготовленный материал по вопросам билета. Студенту задают дополнительные вопросы по вопросам билета и разделам дисциплины. На основании ответа студента формируется экзаменационная составляющая оценки.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ОПК-1</sub> Представляет современную научную картину мира, выявляет естественнонаучную сущность проблемы проектирования, производства и использования в практической деятельности радиоэлектронных устройств и систем.

### Вопросы, задания

- Получите выражение для нормированной огибающей автокорреляционной функции процесса на выходе узкополосного БВЧ приёмника с симметричной АЧХ при действии на входе белого шума. Изобразите типичный график АКФ такого случайного процесса. Чему равно максимальное значение АКФ?
- Дайте определение согласованного фильтра. Получите структурную схему фильтра, согласованного с сигналом, показанным на рисунке.



3. Для радиоприёмника с прямоугольной АЧХ БВЧ качественно изобразите графики спектральной плотности шума на выходе частотного демодулятора при действии на входе смеси сигнала и узкополосного шума для различных значений отношения сигнал-шум. Используя эти графики, объясните причину порогового эффекта при приёме ЧМ сигналов. Изобразите типичную зависимость отношения сигнал-шум (в децибелах) на выходе приёмника от отношения сигнал-шум на входе.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Расширение полосы какого блока РПУ, предназначенного для приема ЧМ-сигналов, приведет к ухудшению отношения сигнал/шум на его выходе?

Ответы:

- БВЧ
- БНЧ
- ЧД

Верный ответ: БНЧ

2. Какое устройство используется для формирования сигнала сопряженного по Гильберту

Ответы:

- преобразователь Гильберта
- фильтр Гильберта

Верный ответ: фильтр Гильберта

3. каким параметром можно описать интенсивность шумового процесса на входе РПУ

Ответы:

- спектральная плотность мощности
- мощность
- амплитуда шумового напряжения

Верный ответ: спектральная плотность мощности

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ОПК-1</sub> Формулирует задачи, направленные на проведение исследований, проектирование и использование в практической деятельности радиоэлектронных устройств и систем, определяет пути их решения и оценивает эффективность выбора

### Вопросы, задания

1. Запишите и поясните алгоритм цифрового фазового демодулятора.

2. Приёмник предназначен для приёма ЧМ сигнала с девиацией частоты 200 кГц и частотой модуляции 20 кГц. Входное сопротивление БВЧ 100 Ом, АЧХ БВЧ и БНЧ прямоугольные. Рассчитайте отношение сигнал-шум (в децибелах) на выходе приёмника при действии на его входе смеси сигнала с амплитудой 20 мкВ и приведённого шума со спектральной плотностью  $5 \cdot 10^{-19}$  Вт/Гц.

3. Изобразите и поясните структурную схему оптимального корреляционного приёмника для различения двух полностью известных сигналов. При каких сигналах достигается наименьшая вероятность ошибки?

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какой параметр оказывает наибольшее влияние на чувствительность радиоприёмного устройства

Ответы:

- коэффициент шума БВЧ
- коэффициент передачи БВЧ
- коэффициент потерь в фидере

Верный ответ: коэффициент шума БВЧ

2. Каким параметром необходимо задаться для того что бы оценить вероятность ложной тревоги в оптимальном обнаружителе сигнала

Ответы:

- величиной порога для порогового устройства
- отношением сигнал/шум на входе приемника
- величиной порога для порогового устройства и отношением сигнал/шум на входе приемника

Верный ответ: величиной порога для порогового устройства и отношением сигнал/шум на входе приемника

3. На вход квадратурного демодулятора поступает АМ-сигнал: частота модуляции 10 кГц, частота несущей 1 МГц. Какую частоту опорных генераторов следует использовать в схеме формирования низкочастотных квадратурных составляющих

Ответы:

- 10 кГц
- 1 МГц
- 20 кГц
- 2 МГц

Верный ответ: 1 МГц

## II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные по всем вопросам билета

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки или отсутствует часть рассуждений

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Затронуты хотя бы частично все вопросы билета*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно*

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

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