

**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 методы и устройства формирования и обработки сигналов**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

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

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

Ю.Д.

Наумова

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Сафин А.Р.
	Идентификатор	Rdaf18b6c-SafinAR-8ed43814

(подпись)

А.Р. Сафин

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Сафин А.Р.
	Идентификатор	Rdaf18b6c-SafinAR-8ed43814

(подпись)

А.Р. Сафин

(расшифровка  
подписи)

## 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	6	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 практической деятельности радиоэлектронных устройств и систем	<p>Знать:</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>понятие согласованного фильтра и методику использования согласованных фильтров в составе оптимального приемника</p> <p>Уметь:</p> <p>синтезировать структурные схемы для оптимальной оценки параметров полностью известного сигнала и сигнала с неизвестной начальной фазой;</p> <p>синтезировать</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>

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

		<p>Уметь: проводить расчет характеристик шума в различных точках приемного тракта, анализировать помехозащищенность РПУ 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

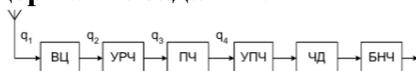
**Формы реализации:** Письменная работа

**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  $T_{вц}=30^\circ\text{C}$ ;  $K_{р.вц}=0,72$ ,  $K_{р.урч}=9$ ,  $K_{р.пч}=0,6$ ; 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" 2. Что такое шумовая температура
--	---

#### 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

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

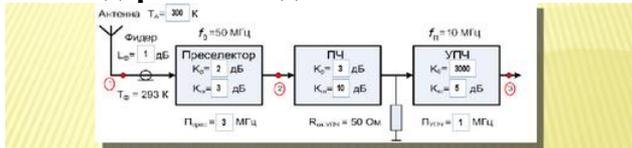
**Формы реализации:** Смешанная форма

**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:



Для определения на модели шумовой температуры нужно провести два измерения спектральной плотности мощности приведённого ко входу шума:

- 1) При  $T_A^{(1)} = T_0$  ( $G_{ш.вх}^{(1)} = k(T_0 + T_{ш.вх}) = \dots$ )
  - 2) подобрать такое значение  $T_A^{(2)} > T_0$ , при котором спектральная плотность мощности приведённого шума увеличивается в 2 раза ( $G_{ш.вх}^{(2)} = k(T_A^{(2)} + T_{ш.вх}) = \dots$ )
- Из уравнения  $k(T_A^{(2)} + T_{ш.вх}) = 2 \cdot k(T_0 + T_{ш.вх})$  найти  $T_{ш.вх} = T_A^{(2)} - 2T_0$ .
- Сравнить измеренное значение с рассчитанным.

### 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 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 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

### 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 эшоры следующих колебаний:

- модулирующее напряжение и АМ сигнал
- напряжения на выходе ФНЧ двух каналов
- повторить моделирование, задав начальную фазу несущего колебания {pi/2+pi/4}
- 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 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*

#### **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 2. Что такое апостериорная плотность вероятностей 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*

## 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:

<p>Уметь: синтезировать структурные схемы для оптимальной оценки параметров полностью известного сигнала и сигнала с неизвестной начальной фазой;</p>	<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 f_c t + \varphi)</math> при равномерном априорном распределении частоты в интервале <math>[f_c \min, f_c \max]</math>. 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

## КМ-6. Согласованные фильтры для импульсных сигналов

**Формы реализации:** Письменная работа

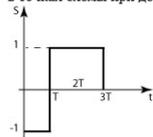
**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**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 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

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

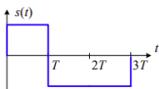
Пример билета

НИУ «МЭИ»	Экзаменационный билет № 12	“Утверждаю” Зав. кафедрой <i>А.С.С.</i> 19.01.21
	Институт: ИРЭ Кафедра: ФОРС Дисциплина: Устройства приёма и обработки сигналов	

1. Используя алгоритм оптимального обнаружения известного сигнала  $q > h$  (где  $q = \frac{2}{G_0} \int_0^T y(t)s(t)dt$  – корреляционный интеграл, имеющий дисперсию  $\sigma_q^2 = \frac{2E_s}{G_0}$ ), получите выражение для вероятности ложной тревоги. Изобразите структурную схему и поясните принцип действия оптимального обнаружителя.

2. В чём отличие цифрового КИХ-фильтра Гильберта от идеального преобразователя Гильберта? Сравните их импульсную характеристику, АЧХ и ФЧХ.

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?



## Процедура проведения

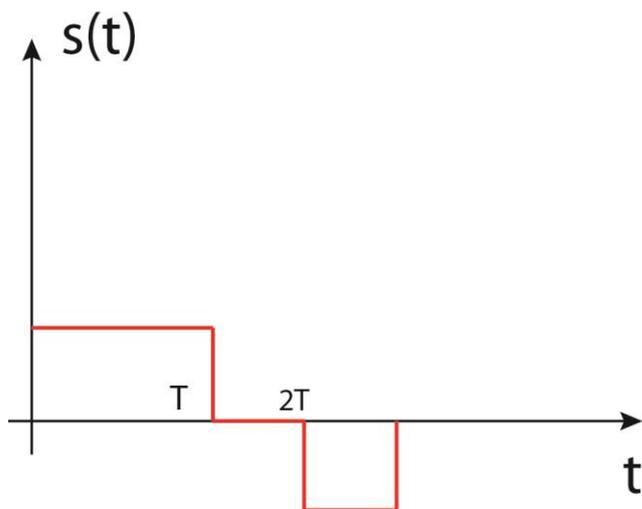
Студент получает индивидуальный билет, готовится к ответу в течение не менее 60 минут. Ответ преподавателю проходит в устной форме. Студент рассказывает подготовленный материал по вопросам билета. Студенту задают дополнительные вопросы по вопросам билета и разделам дисциплины. На основании ответа студента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

### ***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.