

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

**Направление подготовки/специальность: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника**

**Наименование образовательной программы: Информационно-аналитические и диагностические интеллектуальные технологии**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Обнаружение и обработка недетерминированных сигналов**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Слесарев Д.А.
	Идентификатор	R58ec799e-SlesarevDA-37858136

(подпись)

Д.А.

Слесарев

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Барат В.А.
	Идентификатор	Rb173df8d-BaratVA-106e228a

(подпись)

В.А. Барат

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Желбаков И.Н.
	Идентификатор	R839a3a63-ZhelbakovIgN-f73624c

(подпись)

И.Н.

Желбаков

(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. ПК-1 Способен осуществлять руководство проектированием информационно-измерительных систем

ИД-10 Осуществляет разработку аппаратных и программных средств различного назначения в соответствии с техническим заданием

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Выполнение задания

1. Расчёт оптимального фильтра (Реферат)

Форма реализации: Защита задания

1. защита л/р №1, №2 (Коллоквиум)

2. защита л/р №3, №4 (Коллоквиум)

Форма реализации: Письменная работа

1. Определение параметров марковской цепи (Контрольная работа)

2. Разложение произвольного сигнала на простые (Контрольная работа)

3. Расчет вероятности обнаружения сигнала (Контрольная работа)

4. Расчет параметров частотных фильтров (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %							
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
	Срок КМ:	3	5	6	10	12	13	14
Основные задачи и понятия теории сигналов								
Задачи анализа сигналов, модели сигналов, пространство сигналов	+	+						
Обобщенные характеристики сигналов	+	+						
Обработка сигналов в частотной области							+	
Обнаружение сигналов на фоне помех								
Основы теории случайных процессов	+	+						

Обнаружение сигналов на фоне помех			+				
Оптимальная фильтрация сигналов				+	+		
Методы обработки нестационарных сигналов							
Методы обработки нестационарных сигналов						+	
Использование вейвлет-преобразования для обнаружения сигналов							
Использование вейвлет-преобразования для обнаружения сигналов						+	
Скрытые марковские модели							
Случайные процессы с дискретным временем. Марковские цепи. Скрытые марковские модели.	+	+					+
Вес КМ:	10	10	10	10	30	20	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
ПК-1	ИД-10 <sub>ПК-1</sub> Осуществляет разработку аппаратных и программных средств различного назначения в соответствии с техническим заданием	<p>Знать:</p> <p>основные модели сигналов, используемые в системах неразрушающего контроля и технической диагностики; основные характеристики детерминированных и случайных сигналов; основы теории обнаружения полезных сигналов на фоне помех и принципы синтеза оптимальных алгоритмов обнаружения; методы обработки стационарных и нестационарных диагностических сигналов</p> <p>Уметь:</p> <p>выбирать правильную модель для описания полезной составляющей сигнала и оценивать основные параметры этой</p>	<p>Разложение произвольного сигнала на простые (Контрольная работа)</p> <p>Расчет параметров частотных фильтров (Контрольная работа)</p> <p>защита л/р №1, №2 (Коллоквиум)</p> <p>Расчет вероятности обнаружения сигнала (Контрольная работа)</p> <p>Расчёт оптимального фильтра (Реферат)</p> <p>защита л/р №3, №4 (Коллоквиум)</p> <p>Определение параметров марковской цепи (Контрольная работа)</p>

		<p>модели оценивать соотношение полезной составляющей и помехи в исследуемом сигнале и выбирать тип и параметры фильтра для улучшения этого соотношения синтезировать оптимальный фильтр для обнаружения полезного сигнала на фоне помех и оценивать ожидаемую достоверность обнаружения</p>	
--	--	--	--

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

### КМ-1. Разложение произвольного сигнала на простые

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** тест на 45 минут

#### Краткое содержание задания:

Импульсный сигнал имеет длительность 5 мкс и амплитуду 15В. Начало отсчета совпадает с передним фронтом импульса. Записать аналитическое выражение для сигнала.

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные модели сигналов, используемые в системах неразрушающего контроля и технической диагностики; основные характеристики детерминированных и случайных сигналов; основы теории обнаружения полезных сигналов на фоне помех и принципы синтеза оптимальных алгоритмов обнаружения;	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Что такое модель сигнала?</li><li>2.Как определяется погрешность кусочно-линейной аппроксимации сигнала?</li><li>3.Для представления каких сигналов используется разложение в гармонический ряд Фурье?</li><li>4.Импульсный сигнал имеет длительность 5 мкс и амплитуду 15В. Начало отсчета совпадает с передним фронтом импульса. Записать аналитическое выражение для сигнала.</li></ol>
--	--

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*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: 65*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

### КМ-2. Расчет параметров частотных фильтров

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** контрольная работа на 45 минут

**Краткое содержание задания:**

Полезный сигнал имеет вид треугольного импульса амплитудой 4 В и длительностью 5 мс. Помеха — белый шум со спектральной плотностью мощности  $N_0=2,5 \cdot 10^{-5}$  В<sup>2</sup>/Гц в диапазоне 0 — 5 кГц. Определить частоты среза НЧ фильтра (идеального) для улучшения отношения сигнал шум, который исказит спектр сигнала не более, чем на 5%. Рассчитать отношение сигнал/шум до и после фильтрации.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные модели сигналов, используемые в системах неразрушающего контроля и технической диагностики; основные характеристики детерминированных и случайных сигналов; основы теории обнаружения полезных сигналов на фоне помех и принципы синтеза оптимальных алгоритмов обнаружения;	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое частотное разрешение?</li> <li>2. Как полоса пропускания фильтра влияет на форму сигнала во временной области?</li> </ol>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*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: 60*

*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: 50*

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

**КМ-3. защита л/р №1, №2**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проверка отчёта по лабораторной работе

**Краткое содержание задания:**

Ответить на выбранные вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: оценивать соотношение полезной составляющей и помехи в исследуемом сигнале и выбирать тип и параметры	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое спектральная плотность мощности сигнала и как ее рассчитывают.</li> <li>2. Что понимают под частотным разрешением.</li> <li>3. Для решения какой задачи используется</li> </ol>
--	---

фильтра для улучшения этого соотношения	согласованный фильтр 4.Оценить полосу пропускания использованного в л/р согласованного фильтра.
---	--

**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. Расчет вероятности обнаружения сигнала**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** контрольная работа на 45 мин

**Краткое содержание задания:**

Полезный сигнал: радио-импульс длительностью 1,5 мс и несущей частотой  $f_0 = 10$  кГц. Амплитуда импульса является нормально распределённой случайной величиной со средним значением 4 В и ско 1 В.

Помеха: гауссовский белый шум со спектральной плотностью мощности  $2,2 \cdot 10^{-3}$  В<sup>2</sup>/Гц. Ширина полосы приёмного тракта — 20 кГц.

Рассчитать значение порога, обеспечивающего вероятность обнаружения дефектов не ниже 90 %.

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: синтезировать оптимальный фильтр для обнаружения полезного сигнала на фоне помех и оценивать ожидаемую достоверность обнаружения	1.Полезный сигнал: радио-импульс длительностью 1,5 мс и несущей частотой $f_0 = 10$ кГц. Амплитуда импульса является нормально распределённой случайной величиной со средним значением 4 В и ско 1 В. Помеха: гауссовский белый шум со спектральной плотностью мощности $2,2 \cdot 10^{-3}$ В <sup>2</sup> /Гц. Ширина полосы приёмного тракта — 20 кГц. Рассчитать значение порога, обеспечивающего вероятность обнаружения дефектов не ниже 90 %. 2.Какая при этом будет вероятность ложного обнаружения?
---	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 70

*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:* 60

*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: 50

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

### КМ-5. Расчёт оптимального фильтра

**Формы реализации:** Выполнение задания

**Тип контрольного мероприятия:** Реферат

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнение индивидуального задания по расчёту параметров оптимального фильтра

#### Краткое содержание задания:

Рассчитать и построить передаточную характеристику фильтра по заданным параметрам полезного сигнала и помехи, построить спектры входного и выходного сигналов и провести их моделирование. Моделирование проводить в Matlab. Привести временную диаграмму входного и выходного сигналов, полученные путем численного моделирования.

#### Контрольные вопросы/задания:

Уметь: синтезировать оптимальный фильтр для обнаружения полезного сигнала на фоне помех и оценивать ожидаемую достоверность обнаружения	1. синтезировать оптимальный фильтр для обнаружения полезного сигнала на фоне помех и оценивать итоговое соотношение сигнал/шум
---	---

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

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: 50

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

### КМ-6. защита л/р №3, №4

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проверка отчёта по лабораторной работе

#### Краткое содержание задания:

Ответить на выбранные вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: методы обработки стационарных и нестационарных диагностических сигналов	1. Для анализа каких сигналов применяется Фурье-спектрограмма? 2. Каковы информационные параметры полигармонического сигнала? 3. Какие типы нестационарных сигналов наиболее распространены в технической диагностике? Каковы их характерные свойства?
--	--

**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-7. Определение параметров марковской цепи****Формы реализации:** Письменная работа**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10**Процедура проведения контрольного мероприятия:** контрольная работа на 45 минут**Краткое содержание задания:**

После наладки оборудования по выпуску некоторой детали на предприятии вероятность выпуска бездефектной детали составляет  $4/5$ , а дефектной —  $1/5$ . В случае выпуска дефектной детали производится коррекция производственного процесса, в результате чего вероятность выпуска бездефектной детали на следующем цикле становится  $3/5$ , дефектной —  $2/5$ .

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: выбирать правильную модель для описания полезной составляющей сигнала и оценивать основные параметры этой модели	1. Рассчитать вероятность выпуска бездефектной детали спустя 4 цикла после наладки оборудования? 2. Изобразить граф состояний производственного процесса.
---	--

**Описание шкалы оценивания:***Оценка: 5**Нижний порог выполнения задания в процентах: 80**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: 65**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: 50*

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

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 3 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

Общая задача фильтрации. Оптимальные фильтры устройств обнаружения.  
Согласованные фильтры.

### Процедура проведения

Устный зачет с предварительной подготовкой

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-10<sub>ПК-1</sub> Осуществляет разработку аппаратных и программных средств различного назначения в соответствии с техническим заданием

### Вопросы, задания

1. Частотный спектр, спектральное представление сигнала.
2. Общие понятия, классификация сигналов. Формы представления и модели сигналов.
3. Функция спектральной плотности мощности. Теорема Винера-Хинчина. Функция когерентности.
4. Согласованные фильтры. Согласованный фильтр и корреляционный приемник. Отношение сигнал/помеха.
5. Обработка сигналов во временной области. Пороговое детектирование сигнала. Временное разрешение сигнала.
6. Основные характеристики оптимальных фильтров. Синтез оптимальных фильтров. Реализация оптимального фильтра.
7. Задача обработки нестационарных сигналов. Фурье-спектрограмма, распределение Вигнера-Вилля.
8. Вейвлет-преобразование и его свойства. Непрерывное и дискретное вейвлет-преобразование. Вейвлет Хаара, Морле.
9. Разложение сигнала с использованием вейвлет-пакетов. Применение вейвлет-пакетов для фильтрации сигнала от шума.
10. Скрытые марковские модели. Задача оценки параметров модели.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Что такое спектральная плотность мощности сигнала?  
Верный ответ: Привести формулу расчёта спектральной плотности мощности.
2. Как влияют параметры частотного фильтра на временное разрешение сигнала?
3. Что такое согласованный фильтр?
4. С помощью какого преобразования можно выполнить выделение огибающей амплитудно-модулированного сигнала?
5. В чём смысл соотношения Винера-Хинчина?
6. Для анализа каких сигналов применяется преобразование Вигнера-Вилля?
7. Что такое вейвлет-преобразование?

### *II. Описание шкалы оценивания*

Оценка: 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений*

*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*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня*

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