

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

**Направление подготовки/специальность: 12.03.01 Приборостроение**

**Наименование образовательной программы: Диагностические системы и технологии (приборы диагностики зданий и сооружений, медицинские диагностические приборы)**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Заочная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Методы анализа и обработки сигналов**

**Москва  
2025**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хвостов А.А.
Идентификатор	Rd7c1e2e7-KhvostovAA-a55ec66d	

А.А. Хвостов

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хвостов А.А.
Идентификатор	Rd7c1e2e7-KhvostovAA-a55ec66d	

А.А. Хвостов

Заведующий  
выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Самокрутов А.А.
Идентификатор	R145b9cc2-SamokrutovAA-7b5e7df	

А.А.  
Самокрутов

## 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. РПК-1 Способен решать задачи цифровизации в технических системах  
ИД-1 Демонстрирует понимание принципов построения и использования информационных систем в технических системах, осуществляет поиск и выбор цифровых технологий и методов в соответствии с поставленной задачей

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Дискретные модели сигналов во временной и частотной областях (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Дискретизация сигналов. Теорема Котельникова (Контрольная работа)
2. Основы теории линейных систем (Контрольная работа)
3. Применение z-преобразования (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

### 5 семестр

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

- КМ-1 Основы теории линейных систем (Контрольная работа)
- КМ-2 Применение z-преобразования (Контрольная работа)
- КМ-3 Дискретные модели сигналов во временной и частотной областях (Тестирование)
- КМ-4 Дискретизация сигналов. Теорема Котельникова (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Теория линейных систем					
Дискретизация и квантование сигналов		+			
Основы теории линейных систем		+			

Преобразование сигналов				
Z-преобразование и его свойства		+		
Преобразование Фурье		+		
Проектирование фильтров				
Проектирование фильтров с конечной импульсной характеристикой			+	
Проектирование фильтров с бесконечной импульсной характеристикой			+	
Цифровое интегрирование и дифференцирование				
Цифровое интегрирование и дифференцирование				+
Дискретное преобразование Фурье, явление частотного рассеивания				+
Вес КМ:	25	25	25	25

## 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
РПК-1	ИД-1 <sub>РПК-1</sub> Демонстрирует понимание принципов построения и использования информационных систем в технических системах, осуществляет поиск и выбор цифровых технологий и методов в соответствии с поставленной задачей	Знать: теоретические основы цифровых методов обработки сигналов Уметь: реализовывать различные методы и алгоритмы для обработки результатов экспериментальных исследований выбирать и обосновывать различные методы и алгоритмы для обработки результатов экспериментальных исследований применять современную приборную базу к обработке экспериментальных сигналов в неразрушающем контроле	КМ-1 Основы теории линейных систем (Контрольная работа) КМ-2 Применение z-преобразования (Контрольная работа) КМ-3 Дискретные модели сигналов во временной и частотной областях (Тестирование) КМ-4 Дискретизация сигналов. Теорема Котельникова (Контрольная работа)

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

### КМ-1. Основы теории линейных систем

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Задание на контрольную работу выдается в системе "Прометей" по вариантам и содержит одну задачу.

#### Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на оценку освоения компетенции по вопросам, связанным с освоением основных принципов цифровой обработки сигналов

#### Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: выбирать и обосновывать различные методы и алгоритмы для обработки результатов экспериментальных исследований	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Определите импульсный отклик <math>h(n)</math>, реакцию на ступенчатый входной сигнал <math>s(n)</math> для <math>n=[0..5]</math>, если система формируется из двух процессоров соединенных последовательно</li><li>2. Определите импульсный отклик <math>h(n)</math>, реакцию на ступенчатый входной сигнал <math>s(n)</math> для <math>n=[0..8]</math>, если система формируется из двух процессоров соединенных последовательно</li><li>3. Определите импульсный отклик <math>h(n)</math>, реакцию на ступенчатый входной сигнал <math>s(n)</math> для <math>n=[0..9]</math>, если система формируется из двух процессоров соединенных последовательно</li></ol>

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*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 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

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

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

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

## **КМ-2. Применение z-преобразования**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Задание на контрольную работу выдается в системе "Прометей" по вариантам и содержит одну задачу.

**Краткое содержание задания:**

Контрольная точка направлена на оценку освоения компетенции по вопросам, связанным с освоением основных принципов цифровой обработки сигналов

**Контрольные вопросы/задания:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: применять современную приборную базу к обработке экспериментальных сигналов в неразрушающем контроле	1.Перечислите нули и полюса z-преобразования 2.Проведите сравнение преобразования Фурье непрерывных и дискретных сигналов 3.Проанализируйте соотношение между преобразованием Фурье и z-преобразованием

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*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 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

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

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

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

## **КМ-3. Дискретные модели сигналов во временной и частотной областях**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Технология проверки связана с выполнением контрольного теста по изученной теме. Тестирование проводится с

использованием СДО "Прометей". К тестированию допускается пользователь, изучивший материалы, авторизованный уникальным логином и паролем.

### Краткое содержание задания:

Тестирование по моделям дискретным моделям сигналов во временной и частотной областях

### Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: теоретические основы цифровых методов обработки сигналов	<p>1. Укажите сигналы при частотном анализе которых (длина выборки <math>N=128</math> отсчетов, <math>t_s=0.1</math>) наблюдается эффект наложения спектра:            1) <math>s(k)=\sin(3 \pi k t_s) + 0.08\cos(11 \pi k t_s)</math>            2) <math>s(k)=\sin(2 \pi k t_s-0.2) + 0.1\cos(3 \pi k t_s)</math>            3) <math>s(k)=\sin(2 \pi k t_s) + 0.5\cos(4 \pi k t_s-0.1)</math>            Ответ: 1</p> <p>2. Укажите сигналы при частотном анализе которых (длина выборки <math>N=128</math> отсчетов, <math>t_s=0.1</math>) наблюдается эффект наложения спектра:            1) <math>s(k)=\sin(3 \pi k t_s) + 0.08\cos(11 \pi k t_s)</math>            2) <math>s(k)=\sin(2 \pi k t_s) + 0.5\cos(4 \pi k t_s-0.1)</math>            3) <math>s(k)=\sin(4 \pi k t_s) + 0.4\cos(7 \pi k t_s)</math>            Ответ: 1</p> <p>3. Укажите сигналы при частотном анализе которых (длина выборки <math>N=128</math> отсчетов, <math>t_s=0.1</math>) наблюдается эффект наложения спектра:            1) <math>n(3 \pi k t_s) + 0.08\cos(11 \pi k t_s)</math>            2) <math>n(2 \pi k t_s) + 0.5\cos(4 \pi k t_s-0.1)</math>            3) <math>n(3 \pi k t_s+0.5) + 0.2\cos(9 \pi k t_s)</math>            Ответ: 1</p> <p>4. Укажите сигналы при частотном анализе которых (длина выборки <math>N=150</math> отсчетов, <math>t_s=0.1</math>) наблюдается эффект размытия (утечка) спектра:            1) <math>s(k)=\sin(4 \pi k t_s) + 0.08\cos(8 \pi k t_s-0.5)</math>            2) <math>s(k)=\sin(2 \pi k t_s-0.2) + 0.1\cos(3 \pi k t_s)</math>            3) <math>s(k)=\sin(2 \pi k t_s) + 0.5\cos(4 \pi k t_s-0.1)</math>            4) <math>s(k)=\sin(4 \pi k t_s) + 0.4\cos(7 \pi k t_s)</math>            Ответ: 2, 4</p> <p>5. Укажите сигналы при частотном анализе которых (длина выборки <math>N=150</math> отсчетов, <math>t_s=0.1</math>) наблюдается эффект размытия (утечка) спектра:            1) <math>s(k)=\sin(4 \pi k t_s) + 0.08\cos(8 \pi k t_s-0.5)</math>            2) <math>s(k)=\sin(2 \pi k t_s) + 0.5\cos(4 \pi k t_s-0.1)</math>            3) <math>s(k)=\sin(4 \pi k t_s) + 0.4\cos(7 \pi k t_s)</math>            4) <math>s(k)=\sin(3 \pi k t_s+0.5) + 0.2\cos(9 \pi k t_s)</math>            Ответ: 3, 4</p>

### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 75

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

*Оценка:* 3 («удовлетворительно»)

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

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

*Оценка:* 2 («неудовлетворительно»)

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

#### **КМ-4. Дискретизация сигналов. Теорема Котельникова**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Задание на контрольную работу выдается в системе "Прометей" по вариантам и содержит одну задачу.

**Краткое содержание задания:**

Контрольная точка направлена на оценку освоения компетенции по вопросам, связанным с освоением основных принципов цифровой обработки сигналов

**Контрольные вопросы/задания:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: реализовывать различные методы и алгоритмы для обработки результатов экспериментальных исследований	1.Сформулируйте теорему Котельникова 2.Поясните для чего нужно проводить низкочастотную фильтрацию сигнала перед дискретизацией 3.Укажите к каким искажениям приводит несоблюдение теоремы Котельникова

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5 («отлично»)

*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 («хорошо»)

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 75

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

*Оценка:* 3 («удовлетворительно»)

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

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

*Оценка:* 2 («неудовлетворительно»)

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

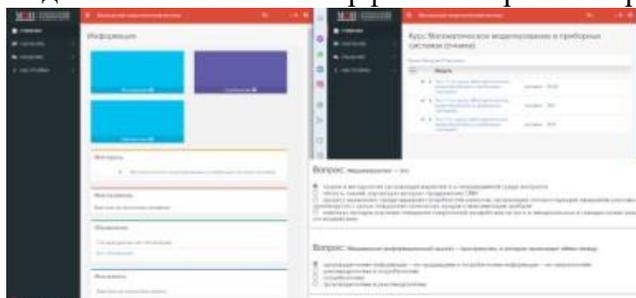
# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 5 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

Вид билета связан с интерфейсом сервиса "Прометей"



### Процедура проведения

В тесте встречаются вопросы следующих типов:

1. с одним вариантом ответа ( в вопросах «один из многих», система сравнивает ответ слушателя с правильным ответом и автоматически выставляет за него назначенный балл)
2. с выбором нескольких вариантов ответов ( в вопросах «многие из многих» система оценивает каждый ответ отдельно; есть возможность разрешить слушателю получить за вопрос 0,75 балла, если он выберет 3 правильных ответа из 4)
3. на соответствие слушатель должен привести в соответствие левую и правую часть ответа (в вопросах «соответствие» система оценивает каждый ответ отдельно; можно разрешить слушателю получить за вопрос 0,75 балла, если он выберет 3 правильных ответа из 4)
4. развернутый ответ, вводится вручную в специально отведенное поле (ручная оценка преподавателем)

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1рпк-1 Демонстрирует понимание принципов построения и использования информационных систем в технических системах, осуществляет поиск и выбор цифровых технологий и методов в соответствии с поставленной задачей

### Вопросы, задания

1. Понятия аналогового и цифрового сигналов. Дискретизация сигналов. Теорема Котельникова. Базовые дискретные сигналы
2. Основы теории дискретных систем. Линейные системы с постоянными параметрами (ЛСПП). Определения и свойства
3. Понятие импульсной функции линейной системы. Способы представления линейных систем
4. Преобразование Фурье цифровых сигналов. Частоты цифрового сигнала. Соотношение спектров цифрового и аналогового сигналов
5. Z-преобразование. Свойства z-преобразования. Z-преобразование базовых дискретных сигналов. Обратное z-преобразование. Соотношение между z-преобразованием и преобразованием Фурье
6. Дискретное преобразование Фурье. Его свойства. Понятие частотного разрешения. Способы увеличения частотного разрешения

7. Проектирование КИХ фильтров методом взвешивания на примере низкочастотного фильтра
8. Сравнительная характеристика различных оконных функций. Прямоугольное, треугольное, окна Хэмминга и Ханна, как частный случай обобщенного окна Хэмминга Окно Кайзера
9. Проектирование дифференциатора методом взвешивания
10. Фильтры с бесконечными импульсными характеристиками (БИХ). Методы построения цифровых фильтров, основные достоинства и недостатки

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. При дискретизации сигналов частота дискретизации должна быть

Ответы:

1. не меньше, чем максимальная частота, присутствующая в сигнале
2. не более чем в 2 раза меньше, чем максимальная частота, присутствующая в сигнале
3. в 2 раза больше, чем максимальная частота, присутствующая в сигнале
4. в 5-7 раз больше, чем максимальная частота, присутствующая в сигнале

Верный ответ: 3

2. Цифровые фильтры должны обладать следующими свойствами

Ответы:

1. устойчивости
2. каузальности
3. устойчивости и каузальности
4. могут не обладать ни одним свойством

Верный ответ: 3

3. Фильтр является устойчивым, если

Ответы:

1. он имеет конечную импульсную характеристику
2. он характеризуется конечными значениями коэффициентов разностного уравнения
3. сумма отсчетов его импульсной характеристики ограничена
4. все отсчеты его импульсной характеристики лежат правее нуля

Верный ответ: 1, 3

4. При проектировании фильтров методом взвешивания оконные функции применяют

Ответы:

1. для физической реализуемости фильтров
2. для получения осцилляций в полосе пропускания
3. для уменьшения частотного рассеивания
4. при проектировании фильтров методом взвешивания оконные функции не применяются

Верный ответ: 1

5. Преимущество КИХ фильтров перед БИХ фильтрами состоит в

Ответы:

1. меньшем количестве вычислительных операций
2. устойчивости
3. отсутствии фазовых сдвигов
4. КИХ фильтры не имеют преимуществ перед БИХ фильтрами

Верный ответ: 2, 3

6. При обработке сигналов приходится увеличивать или уменьшать частоту дискретизации сигналов. Что производит функция передискретизации?

Ответы:

1. Повышает частоту дискретизации в целое число раз
2. Изменение частоты дискретизации в произвольное число раз
3. Понижение частоты дискретизации в целое число раз

4. Повышение частоты дискретизации в произвольное число раз

Верный ответ: 2

7. Если в аналоговой системе произвольная задержка подаваемого на вход сигнала приводит лишь к такой же задержке выходного сигнала, не меняя его формы, система называется:

Ответы:

1. стационарной
2. не стационарной
3. параметрической
4. системой с переменными параметрами

Верный ответ: 1

8. Система счисления – это:

Ответы:

1. правила выполнения операций над числами
2. правила записи чисел
3. нет верного ответа

Верный ответ: 1, 2

9. Единичная импульсная функция является дискретным аналогом дельта - функции и представляет собой:

Ответы:

1. бесконечно узкий импульс с бесконечной амплитудой
2. одиночный отсчет с единичным значением
3. сумму бесконечной геометрической прогрессии
4. отсчеты синусоиды с произвольной частотой и начальной фазой

Верный ответ: 2

10. Спектральная плотность мощности белого шума равна:

Ответы:

1.  $W(\omega)=0$
2.  $W(\omega)=1$
3.  $W(\omega)=\text{const}$
4.  $W(\omega)=\infty$

Верный ответ: 1

11. Скалярное произведение дискретных сигналов  $x_1=(2,-1,-3)$  и  $x_2=(3,-1,1)$  равно:

Ответы:

1. -1
2. 0
3. 1
4. 2
5. 3

Верный ответ: 4

12. Сделайте выводы об устойчивости фильтра, заданного уравнением:  $y(n) + a_1 y(n-1) + a_2 y(n-2) = x(n) + b_1 x(n-1)$   $a_1=1; a_2=0.25; b_1=0$ :

Ответы:

1. устойчив
2. неустойчив
3. мало данных

Верный ответ: 1

13. На вход КИХ фильтра 4 порядка подан цифровой сигнал. Какой разрядности переменная, накапливающая сумму свертки, необходима для фильтрации сигнала без округлений, если целочисленные коэффициенты фильтра и значения отсчетов сигнала квантованы в 8 бит?

Ответы:

1. 8 бит
2. 10 бит
3. 16 бит
4. 20 бит

Верный ответ: 4

14. Сигнал произвольной формы с полосой частот 1,8 кГц и частотой дискретизации 14,2 кГц поступает на дециматор. Наибольший порядок децимации (M), при котором отсутствуют искажения спектра сигнала равен:

Ответы:

1. 1
2. 2
3. 3
4. 4

Верный ответ: 3

15. К сигналу  $x(n)=[1 \ 1 \ 2 \ -1 \ -1]$  применили треугольное окно. Сумма отсчетов полученного сигнала равна:

Ответы:

1. 0
2. 0,5
3. 2
4. 6

Верный ответ: 3

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

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

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

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

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*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 аттестационной составляющих.