

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

**Направление подготовки/специальность: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника**

**Наименование образовательной программы: Вычислительно-измерительные системы**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Цифровая обработка сигналов**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Михалин С.Н.
	Идентификатор	R6b64c0e5-MikhailinSN-09810d9c

(подпись)

С.Н.

Михалин

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Серов Н.А.
	Идентификатор	R708da564-SerovNA-06ab7859

(подпись)

Н.А. Серов

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

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

(подпись)

А.А.

Самокрутов

(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 применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

ИД-2 Решает стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и обще-инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования

2. ОПК-9 Способен осваивать методики использования программных средств для решения практических задач

ИД-2 Использует программные средства для решения практических задач

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Защита задания

1. Защита ЛР1-3 (Simulink) (Лабораторная работа)
2. Защита ЛР4-6 (Matlab) (Лабораторная работа)
3. Защита ЛР7 (Matlab) (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. "КР1. Введение" (Контрольная работа)
2. "КР2. Дискретные сигналы" (Контрольная работа)
3. "КР3. Цифровые системы" (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

4 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
	Срок КМ:	4	7	8	14	15	16
Элементы теории сигналов							
Элементы теории сигналов		+	+	+			
Дискретизация и квантование сигналов							
Дискретизация и квантование сигналов		+	+	+	+		
Системы обработки сигналов							

Системы обработки сигналов				+	+	+
Практические вопросы ЦОС						
Практические вопросы ЦОС			+	+	+	+
Вес КМ:	10	20	20	25	20	5

\$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-2 <sub>ОПК-1</sub> Решает стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и обще-инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	<p>Знать:</p> <p>Принципы и технологию решения задач на основе применения типовых методов и алгоритмов цифровой обработки сигналов</p> <p>Виды сигналов, их характеристики, основные термины, теоремы, методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов</p> <p>Уметь:</p> <p>Обобщать и применять полученные знания, а также находить решение произвольных задач, применяя типовые методы и алгоритмы обработки сигналов</p>	<p>"КР1. Введение" (Контрольная работа)</p> <p>"КР2. Дискретные сигналы" (Контрольная работа)</p> <p>"КР3. Цифровые системы" (Контрольная работа)</p> <p>Защита ЛР1-3 (Simulink) (Лабораторная работа)</p> <p>Защита ЛР4-6 (Matlab) (Лабораторная работа)</p> <p>Защита ЛР7 (Matlab) (Лабораторная работа)</p>
ОПК-9	ИД-2 <sub>ОПК-9</sub> Использует программные средства для решения практических задач	<p>Знать:</p> <p>Проблематику корреляционного и спектрального анализа сигналов при применении</p>	<p>"КР2. Дискретные сигналы" (Контрольная работа)</p> <p>Защита ЛР4-6 (Matlab) (Лабораторная работа)</p>

		типовых алгоритмов цифровой обработки сигналов Уметь: Применять программу MATLAB (или аналогичную) для моделирования систем обработки сигналов	
--	--	--	--

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

### КМ-1. "КР1. Введение"

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится письменно по заданию в форме теста всему потоку одновременно (либо удаленно на компьютере в типовом браузере). Каждый правильный ответ дает 1 балл и 0 баллов - в противном случае. Вопросов на контрольную выбирается из базы 16 штук. Время на контрольную работу: из среднего расчета 1 минуты на вопрос с выбором и 3-4 минуты на вопрос со свободным ответом

#### Краткое содержание задания:

Используются вопросы на знание с одним или несколькими правильными ответами, задачи со свободным ответом (не более 10% от объема работы)

#### Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: Виды сигналов, их характеристики, основные термины, теоремы, методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов</p>	<p>1. Вычислить преобразование заданного дискретного сигнала <math>x(n)</math> длиной <math>N=3</math> отсчета по формуле: <math>X(k) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x(n)e^{-j\frac{2\pi k}{N}n}</math>, <math>k=0 \dots N-1</math>. Результат записать в алгебраической форме. Ответ: запись вектора соответствующего входному сигналу.</p> <p>2. Оцените значение скалярного произведения синусоидальных сигналов <math>x_1(t)</math> и <math>x_2(t)</math>, амплитуды и частоты которых заданы по вариантам.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) больше нуля</li><li>2) меньше нуля</li><li>3) равно нулю</li><li>4) бесконечно по модулю</li><li>5) невозможно вычислить</li></ol> <p>Ответ: выбор пункта в соответствии с оценкой.</p> <p>3. Динамический диапазон сигнала это отношение (выбрать верное)</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) максимального и минимального уровней сигнала</li><li>2) мощности сигнала к мощности шума</li><li>3) максимальной и минимальной мощностей сигнала</li><li>4) иное</li></ol> <p>Правильный ответ: 3</p> <p>4. Укажите амплитуду сигнала: <math>3+2\sin(10t)</math></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) 1</li><li>2) 2</li><li>3) 3</li><li>4) 5</li><li>5) иное</li></ol> <p>Правильный ответ: 2</p> <p>5. Сигнал состоящий из суммы синусоидальных компонент с частотами 100 и 500 Гц можно</p>
---	--

	<p>охарактеризовать как (выбрать верное)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) детерминированный сигнал</li> <li>2) периодический сигнал</li> <li>3) непериодический сигнал</li> <li>4) сигнал с интегрируемым квадратом</li> <li>5) нестационарный процесс</li> </ol> <p>Правильный ответ: 1, 2 и 4</p> <p>6. Детерминированные сигналы подразделяют на (выбрать верное)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) периодические</li> <li>2) непериодические</li> <li>3) эргодические</li> <li>4) нестационарные</li> <li>5) финитные</li> </ol> <p>Правильный ответ: 1, 2, 5</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 с не более чем 10% ошибок*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если на большинство вопросов дан правильный ответ, т.е. процент неправильных ответов лежит в пределах 10%-25%*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если количество неправильных ответов превышает 25%, но менее 50%*

**КМ-2. Защита ЛР1-3 (Simulink)**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита лабораторных работ №1,2 и 3 выполняется на ПК после выполнения работ (выполнение работы является допуском к защите). Защита содержит 12 вопросов по темам лабораторных работ из базы вопросов и рассчитана на 15 минут. Передача осуществляется на зачетной неделе (или на последнем плановом занятии в лаборатории)

**Краткое содержание задания:**

Введение в *Simulink*, преобразование сигналов, дискретные сигналы в *Simulink*.

Используются вопросы практической направленности на знание (50% вопросов) и умение (50% вопросов) с одним или несколькими правильными ответами

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: Виды сигналов, их характеристики, основные термины, теоремы, методы и	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Переходная характеристика это</li> <li>1) реакция системы на функцию Хевисайда</li> <li>2) отношение выходного сигнала к входному</li> </ol>
--	---



<p>алгоритмы цифровой обработки сигналов</p>	<p>3) отношение выходного сигнала к входному при нулевых начальных условиях  4) отклик системы на синусоидальное возбуждение  5) другое  Ответ: 1</p> <p>2.Выберите правильные утверждения, что добротность фильтра 2-го порядка:  1) влияет на длительность переходного процесса  2) не влияет на длительность переходного процесса  3) характеризует избирательность системы  4) не характеризует избирательность системы  5) у фильтра 2-го порядка нет добротности  Ответ: 1 и 3</p> <p>3.Синусоидальный сигнал поступил на вход фильтра 1-го порядка, на выходе наблюдаем:  1) экспоненциальный сигнал  2) синусоидальный сигнал  3) сумму синусоидального и экспоненциального сигналов  4) свертку синусоидального и экспоненциального сигналов  5) скалярное произведение синусоидального и экспоненциального сигналов  Ответ: 3</p> <p>4.Квантование сигнала с точки зрения математики это (выберите наиболее подходящее)  1) округление каждого отсчета сигнала  2) добавление к сигналу шума  3) ограничение спектра сигнала  4) децимация сигнала  5) другое  Ответ: 1</p> <p>5.Выберите правильные утверждения о дискретном преобразовании Фурье.  1) это переход из временной области в частотную  2) обратимое преобразование N-размерного вектора в другой N-размерный вектор  3) скалярное произведение сигнала и гармонического базиса  4) скалярное произведение сигнала и функции Гильберта  5) свертка сигнала с самим собой  Ответ: 1, 2, 3</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 с не более 1 ошибкой*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если на большинство вопросов дан правильный ответ, т.е. ошибок не более 3

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если хотя бы на половину вопросов дан правильный ответ, т.е. сделано не более 6 ошибок

### КМ-3. "КР2. Дискретные сигналы"

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится письменно по заданию в форме теста всему потоку одновременно (либо удаленно на компьютере в типовом браузере). Каждый правильный ответ дает 1 балл и 0 баллов - в противном случае. Вопросы на контрольную выбирается из базы 15 штук + 5 вопросов из тестовой части базы вопросов КР1. Время на контрольную работу: из среднего расчета 1 минуты на вопрос с выбором и 3-4 минуты на вопрос со свободным ответом

#### Краткое содержание задания:

Используются вопросы на знание с одним или несколькими правильными ответами, задачи со свободным ответом (не более 10% от объема работы)

#### Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: Виды сигналов, их характеристики, основные термины, теоремы, методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов</p>	<p>1. Для заданного по варианту дискретного сигнала <math>s(k)</math> с периодом <math>T</math> и частотой дискретизации <math>F_s</math> определить верхнюю частоту сигнала (<math>F_v</math>). Ответом является значение частоты <math>F_v</math> заданного сигнала.</p> <p>2. Термин "оцифровка" сигнала означает (выбрать верное)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ограничение спектра</li> <li>2) квантование</li> <li>3) дискретизацию</li> <li>4) удаление шума</li> <li>5) запись на флешку</li> </ol> <p>Правильный ответ: 2 и 3</p> <p>3. Охарактеризуйте понятие "децимация сигнала на <math>M</math>" (выбрать верное)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) удаление <math>M</math>-ой гармоники</li> <li>2) уменьшение уровня квантования</li> <li>3) удаление шума</li> <li>4) понижение частоты дискретизации</li> </ol> <p>Правильный ответ: 4</p>
<p>Знать: Проблематику корреляционного и спектрального анализа сигналов при применении типовых алгоритмов цифровой обработки сигналов</p>	<p>1. При расчете спектра заданного сигнала <math>s(k)</math> с частотой дискретизации <math>F_s</math> наблюдается ли эффект наложения спектра?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) да</li> <li>2) нет</li> <li>3) мало данных</li> </ol> <p>Правильный ответ: 1, 2 или 3 - в соответствии с параметрами заданного сигнала и заданной частотой</p>

	<p><math>F_s</math></p> <p>2.К методам борьбы с размытием (утечкой спектра) относят (выбрать верное)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) изменение частоты дискретизации сигнала</li> <li>2) переквантование</li> <li>3) применение весовых функций (окон)</li> <li>4) алгоритм Кули-Тьюки</li> <li>5) с размытием бороться не надо</li> </ol> <p>Правильный ответ: 1 и 3</p> <p>3.Какое из представленных окон лучше по параметрам?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) прямоугольное</li> <li>2) Кайзера</li> <li>3) Хеннинга</li> <li>4) зависит от задачи</li> <li>5) окна не следует применять</li> </ol> <p>Правильный ответ: 4</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 с не более чем 10% ошибок*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если на большинство вопросов дан правильный ответ, т.е. процент неправильных ответов лежит в пределах 10%-25%*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если количество неправильных ответов превышает 25%, но менее 50%*

#### **КМ-4. Защита ЛР4-6 (Matlab)**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 25**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита лабораторных работ №4,5 и 6 выполняется на ПК после выполнения работ (выполнение работы является допуском к защите). Защита содержит 12 вопросов по темам лабораторных работ из базы вопросов и рассчитана на 15 минут. Пересдача осуществляется на зачетной неделе (или на последнем плановом занятии в лаборатории)

#### **Краткое содержание задания:**

Программная среда *Matlab*, спектральный анализ сигналов, корреляционный анализ сигналов.

Используются вопросы практической направленности на знание (50% вопросов) и умение (50% вопросов) с одним или несколькими правильными ответами

#### **Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: Принципы и технологию решения задач на основе применения типовых методов и алгоритмов цифровой обработки сигналов</p>	<p>1. Реакцию системы обработки сигналов на нормированную функцию Дирака называют</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) переходной характеристикой</li> <li>2) спектром сигнала</li> <li>3) импульсной характеристикой</li> <li>4) передаточной функцией</li> <li>5) другое</li> </ol> <p>Ответ: 3</p> <p>2. Заданы сигналы (вектора-строки): <math>x_1(n)</math> и <math>x_2(n)</math>. Что является результатом операции <math>x_1 * x_2</math> в Matlab</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) матрица</li> <li>2) вектор</li> <li>3) число</li> <li>4) ошибка</li> <li>5) иное</li> </ol> <p>Ответ: 4</p>
<p>Знать: Проблематику корреляционного и спектрального анализа сигналов при применении типовых алгоритмов цифровой обработки сигналов</p>	<p>1. Охарактеризуйте шум квантования (выберите верное утверждение)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) его уровень связан с разрядностью представления отсчетов</li> <li>2) это эргодический сигнал</li> <li>3) это детерминированный сигнал</li> <li>4) это тоже самое что белый шум</li> <li>5) это искажения из-за дискретизации</li> </ol> <p>Ответ: 1 и 2</p> <p>2. Задан сигнал: <math>x(n) = \sin(100 * \pi * n / F_s)</math>, где <math>F_s = 10</math> кГц. Каков период его ДПФ?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 50 Гц</li> <li>2) 10 кГц</li> <li>3) 5 кГц</li> <li>4) иное (период в секундах!)</li> <li>5) непериодичен</li> </ol> <p>Ответ: 2</p> <p>3. Корреляционную функцию сигналов можно охарактеризовать как (выбрать верное)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Скалярное произведения сигнала на свою сдвинутую копию</li> <li>2) Скалярное произведение сигнала на сдвинутый другой сигнал</li> <li>3) Свертка сигнала со своей сдвинутой копией</li> <li>4) Свертка сигнала со сдвинутым другим сигналом</li> <li>5) Свертка произведения сигнала и гармонического базиса</li> </ol> <p>Ответ: 1 и 2</p>
<p>Уметь: Применять программу MATLAB (или аналогичную) для моделирования систем обработки сигналов</p>	<p>1. Задан сигнал <math>x(n) = \sin(200 * \pi * n / F_s) + \cos(400 * \pi * n / F_s)</math> где <math>F_s = 10</math> кГц. Сколько ячеек массива понадобится для хранения 1 мс этого сигнала</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) очень много (бесконечно)</li> <li>2) 10000</li> <li>3) 100</li> <li>4) 10</li> </ol>

	<p>5) иное          Ответ: 4</p> <p>2. Задан сигнал <math>x(n) = 3 \cdot \sin(400 \cdot \pi \cdot n / F_s)</math> где <math>F_s = 20</math> кГц. Какова минимальная длина вектора для расчета ДПФ сигнала?</p> <p>1) 20000          2) 100          3) 10          4) иное          5) мало данных          Ответ: 2</p> <p>3. Matlab. Задан сигнал <math>x = [2, 3, 4, 5, 6]</math>. Результатом операции <math>x(2:3) = 0</math> является</p> <p>1) 2 0 0 5 6          2) 0 0 4 5 6          3) 2 3 0 0 6          4) ошибка          5) иное          Ответ: 1</p> <p>4. Задан сигнал: <math>x(n) = \sin(100 \cdot \pi \cdot n / F_s)</math>, где <math>F_s = 10</math> кГц. Каково разрешение ДПФ выборки сигнала с длиной 1000 отсчетов?</p> <p>1) 10 Гц          2) 50 Гц          3) 100 Гц          4) 10 кГц          5) другое          Ответ: 1</p> <p>5. Задан сигнал <math>x(n) = 4 \cdot \sin(100 \cdot \pi \cdot n / F_s)</math>, <math>F_s = 1</math> МГц. Вычислена его АКФ: <math>R(m)</math>. Чему равно <math>R(0)</math>?</p> <p>1) 2          2) 4          3) 8          4) 16          5) иное          Ответ: 3</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 с не более 1 ошибкой*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если на большинство вопросов дан правильный ответ, т.е. ошибок не более 3*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если хотя бы на половину вопросов дан правильный ответ, т.е. сделано не более 6 ошибок*

## КМ-5. "КР3. Цифровые системы"

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится письменно по заданию в форме теста всему потоку одновременно (либо удаленно на компьютере в типовом браузере). Каждый правильный ответ дает 1 балл и 0 баллов - в противном случае. Вопросов на контрольную выбирается из базы 15-20 штук. Время на контрольную работу: из среднего расчета 1 минуты на вопрос с выбором и 3-4 минуты на вопрос со свободным ответом

### Краткое содержание задания:

Используются вопросы на умение с одним или несколькими правильными ответами, задачи со свободным ответом (не более 10% от объема работы)

### Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: Обобщать и применять полученные знания, а также находить решение произвольных задач, применяя типовые методы и алгоритмы обработки сигналов</p>	<p>1. Задана импульсная характеристика <math>h(m)</math> фильтра в виде таблицы. Определите передаточную функцию фильтра в <math>z</math>-области. Ответ: запись <math>H(z)</math> соответствующей <math>h(m)</math>.</p> <p>2. Дискретный сигнал <math>x(n)</math> с частотой дискретизации <math>F_s</math> прошел через НЧ КИХ фильтр порядка <math>N</math> с постоянной величиной ГВЗ (сигнал лежит в полосе пропускания фильтра, где АЧХ - постоянно). Определите время задержки выходного сигнала относительно входного. Ответом является число, соответствующее величине задержки сигнала в секундах.</p> <p>3. Классифицируйте систему обработки сигналов с передаточной функцией вида: <math>2+1/z+z</math> (выберите верное) 1) КИХ система 2) БИХ система 3) каузальная 4) некаузальная 5) мало данных (нельзя сказать) Правильный ответ: 1 и 4</p> <p>4. Является ли система с передаточной функцией <math>H(z)=(2/z)^2</math> линейной? 1) Да (является) 2) Нет (не является) 3) мало данных (нельзя однозначно сказать) Правильный ответ: 1</p> <p>5. Задан сигнал: <math>x(t)=\sin(100*\pi*t)+\cos(250*\pi*t)</math>. Определите его частоту. 1) он непериодичный 2) 25 Гц 3) 50 Гц 4) 10 Гц 5) иное Правильный ответ: 2</p> <p>6. Вычислите модуль полюса у фильтра с</p>
---	--

	<p>передаточной функцией <math>H(z)=1+0.5/z</math></p> <p>1) полюсов нет</p> <p>2) бесконечность</p> <p>3) 1</p> <p>4) 0.5</p> <p>5) иное</p> <p>Правильный ответ: 1</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 с не более чем 10% ошибок*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если на большинство вопросов дан правильный ответ, т.е. процент неправильных ответов лежит в пределах 10%-25%*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если количество неправильных ответов превышает 25%, но менее 50%*

**КМ-6. Защита ЛР7 (Matlab)**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 5**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита лабораторной работы №7 выполняется на ПК после выполнения работы (выполнение работы является допуском к защите). Защита содержит 12 вопросов по теме лабораторной работы из базы вопросов и рассчитана на 15 минут. Передача осуществляется на зачетной неделе (или на последнем плановом занятии в лаборатории)

**Краткое содержание задания:**

Цифровые фильтры.

Используются вопросы практической направленности на знание (50% вопросов) и умение (50% вопросов) с одним или несколькими правильными ответами

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: Принципы и технологию решения задач на основе применения типовых методов и алгоритмов цифровой обработки сигналов</p>	<p>1.Однородным фильтром с импульсной характеристикой <math>h(m)</math> называют (выбрать верное)</p> <p>1) систему с <math>h(m)=const</math></p> <p>2) фильтр у которого <math>h(m)</math> симметрична</p> <p>3) фильтр у которого <math>h(m)</math> антисимметрична</p> <p>4) фильтр у которого <math>h(m)</math> линейно возрастает или убывает</p> <p>5) иное</p> <p>Ответ: 1</p> <p>2.Система с передаточной функцией вида: <math>1+1.5/z</math> является (выбрать верное)</p>
---	---

	<p>1) нестационарной  2) стационарной  3) КИХ системой  4) БИХ системой  5) некаузальной  Ответ: 2 и 3</p> <p>3. Устойчив ли фильтр <math>H(z)=(1+1/z)^2</math> ?  1) нет (неустойчив)  2) да (устойчив)  3) это не фильтр  4) иное  Ответ: 2</p> <p>4. Переходной характеристикой фильтра называют  1) отклик фильтра на функцию Дирака  2) отклик фильтра на функцию Хевисайда  3) отклик фильтра на синусоидальный сигнал  4) иное  Ответ: 2</p> <p>5. Фильтры классифицируют по следующим признакам (выбрать верное)  1) длина импульсной характеристики  2) частотная избирательность  3) частота среза  4) коэффициент подавления в полосе задерживания  Ответ: 1 и 2</p> <p>6. Задан фильтр <math>h(n)=[1\ 2\ 3\ 4\ 5]</math>. Определите его порядок  1) 1  2) 4  3) 5  4) 6  5) иное  Ответ: 2</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 с не более 1 ошибкой*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если на большинство вопросов дан правильный ответ, т.е. ошибок не более 3*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если хотя бы на половину вопросов дан правильный ответ, т.е. сделано не более 6 ошибок*



# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 4 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

билеты не используются

### Процедура проведения

Зачет выставляется по совокупности результатов. Допуском на зачет является положительная оценка за каждое контрольное мероприятие. Пересдача контрольных мероприятий, в том числе пропущенных, осуществляется в соответствии с расписанием (приказами по МЭИ). Студент не сумевший сдать контрольные мероприятия в установленные сроки признается не освоившим дисциплину

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ОПК-1</sub> Решает стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и обще-инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования

### Вопросы, задания

1.Раздел 1.

- 1) Основные термины и понятия курса.
- 2) Классификация сигналов, их виды, параметры.
- 3) Детерминированные и случайные сигналы, их характеристики. Операции над сигналами.
- 4) Свертка сигналов, их скалярное произведение. Назначение, свойства.
- 5) Корреляционная функция, ее свойства.
- 6) Преобразование Фурье, свойства преобразования. Обратное преобразование Фурье.
- 7) Энергетический спектр.
- 8) Теорема Рэлея (равенство Парсеваля)
- 9) Теорема Винера-Хинчина.
- 10) Преобразование Гильберта.
- 11) Модуляция сигнала, ее виды, демодуляция.

2.Раздел 2.

- 1) Дискретизация и квантование сигналов.
- 2) Оптимальное квантование.
- 3) Дискретный и цифровой сигналы, шум квантования.
- 4) Теорема отсчетов.
- 5) Дискретизация реальных сигналов, полосовая дискретизация.
- 6) Дискретное преобразование Фурье, его свойства.
- 7) Эффект наложения спектра. Методы предотвращения наложения спектра.
- 8) Эффект размытия спектра. Методы борьбы с размытием.
- 9) Весовые окна анализа, их характеристики. Интерпретация.
- 10) Передискретизация сигнала. Децимация и интерполяция цифрового сигнала.

3.Раздел 3.

- 1) Понятие дискретной цифровой системы обработки сигнала, характеристики, способы описания.

- 2) Вопросы ввода и вывода аналоговых сигналов в цифровую систему обработки данных.
- 3) Обобщенная структура системы обработки сигнала, принципы построения систем.
- 4) Z-преобразование, свойства. Обратное z-преобразование. Описание систем в z-области.
- 5) Передаточная характеристика системы, нули и полюса. Устойчивость систем, их характеристики.
- 6) Цифровые фильтры. Классификация, параметры, задачи.
- 7) Передаточная функция фильтра, импульсная характеристика.
- 8) Виды цифровых фильтров, их структуры. Типы соединения каскадов фильтров.
- 9) Обобщенное описание дискретной свертки, циклическая свертка.
- 10) Представление дискретного преобразования Фурье как гребенки фильтров.
- 11) Эффекты квантования (округления, переполнения, квантование коэффициентов, предельные циклы).

#### 4. Раздел 4.

- 1) Обобщенная структура системы обработки сигналов. Состав системы, задачи ее блоков, проблемы реализации (эффективность, точность и устойчивость решения).
- 2) Принципы поточной и блочной обработки сигналов.
- 3) Вычислительная сложность алгоритмов ЦОС.
- 4) Алгоритм Герцеля.
- 5) Алгоритм быстрого преобразования Фурье.
- 6) Вычисление дискретного преобразования Фурье (ДПФ) действительных сигналов: алгоритмы «двойного ДПФ» и сигнала «удвоенной длины».
- 7) Преобразование случайного сигнала в дискретной системе.
- 8) Усреднение сигналов (когерентное и некогерентное).
- 9) Уменьшение шума квантования АЦП. Методы сверхдискретизации и рандомизации сигнала.
- 10) Методы увеличения точности аппроксимации спектра сигнала (дополнение нулями, растяжение участка сигнала, алгоритм локализации спектральных пиков).
- 11) Эффективная реализация КИХ фильтров высокого порядка.
- 12) Вычисление свертки секционированием. Методы перекрытия с суммированием и перекрытия с накоплением.
- 13) Вычисление скользящего ДПФ.
- 14) Передискретизация сигнала. Фильтры Фарроу. Задача регрессии данных.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Отношение сигнал шум это (дайте определение)

Ответы:

1) отношение мощности сигнала к мощности шума 2) отношение максимальной мощности сигнала к минимальной 3) отношение максимального и минимального уровней сигнала 4) степень влияния уровня шума на амплитуду сигнала

Верный ответ: 1)

2. Процесс изменения амплитуды синусоидального сигнала высокой частоты другим низкочастотным сигналом называется

Ответы:

1) модуляцией 2) демодуляцией 3) z-преобразованием 4) билинейным преобразованием 5) преобразованием Гильберта

Верный ответ: 1)

3. Окно анализа это

Ответы:

1) нет такого понятия в области цифровой обработки сигналов 2) гладкая функция, значения которой на краях выборки стремятся к нулю 3) любая функция, уровень

которой не превосходит 1 4) функция, которая огибает заданный сигнал 5) сигнал, спектр которого есть дельта-функция

Верный ответ: 2)

4. Алгоритмы БПФ обеспечивают (выбрать верное)

Ответы:

1) уменьшение объема вычислений 2) улучшение точности расчетов 3) подавление шумов в сигнале 4) преобразование аналогового сигнала в цифровой

Верный ответ: 1)

5. Белый шум это (дайте определение)

Ответы:

1) стационарный сигнал, спектральная плотность мощности которого постоянна 2) эргодический сигнал, дисперсия которого больше 1 3) случайный сигнал, спектр которого линейно убывает 4) записанный шум водопада на цифровом носителе

Верный ответ: 1)

6. Какое из представленных окон лучше по параметрам?

Ответы:

1) прямоугольное 2) Кайзера 3) Хеннинга 4) зависит от задачи

Верный ответ: 4)

7. К методам борьбы с размытием относят (выберите подходящее)

Ответы:

1) изменение частоты дискретизации сигнала 2) переквантование сигнала 3) применение весовых функций (окон) 4) алгоритм Кули-Тьюки 5) преобразование Лапласа

Верный ответ: 1) и 3)

8. Определите сколько полюсов у фильтра с передаточной функцией  $H(z)=1+2/z$

Ответы:

1) 0 (полюсов нет) 2) 1 3) 2 4) иное

Верный ответ: 1)

9. Термин "оцифровка" сигнала означает (выбрать верное)

Ответы:

1) ограничение спектра 2) квантование 3) дискретизацию 4) удаление шума 5) запись на флешку

Верный ответ: 2) и 3)

10. Смысл теоремы Котельникова: (выбрать верное)

Ответы:

1) определяет связь между спектром и корреляционной функцией сигнала 2) определяет идентичность операции свертки сигналов во временной области и произведение их спектров в частотной 3) устанавливает минимально возможную частоту дискретизации сигнала для гарантии восстановления сигнала по его дискретным отсчетам 4) задает условия вычисления спектра случайного сигнала

Верный ответ: 3)

11. Для дискретного сигнала  $s(k)=2+\sin(2\pi k/F_s)+\cos(8\pi k/F_s)$  с частотой дискретизации  $F_s=1$  кГц определите его верхнюю частоту.

Ответы:

1) 2 Гц 2) 4 Гц 3) 8 Гц 4) 500 Гц 5) иное

Верный ответ: 2)

12. Укажите амплитуду сигнала:  $3-2\sin(3t)$

Ответы:

1) 1 2) 2 3) 3 4) 5 5) иное

Верный ответ: 2)

13. Охарактеризуйте эффект наложения спектра

Ответы:

- 1) негативное явление
- 2) помогает при обработке сигналов
- 3) процесс без которого невозможна оцифровка
- 4) неизбежное явление при расчете спектра

Верный ответ: 1)

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ОПК-9</sub> Использует программные средства для решения практических задач

### Вопросы, задания

1. Matlab.

1) Matlab. Simulink. Синтез сигналов, операции над ними, отображение сигналов. Преобразование Фурье. Корреляционная функция.

2) Matlab. Программная среда. Дискретные и цифровые сигналы, операции над ними, эффекты квантования. Дискретное преобразование Фурье. Весовые окна анализа. Корреляционная функция дискретных сигналов.

3) Matlab. Программная среда. Цифровые фильтры (реализация, влияние квантования). Усредняющие фильтры.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Классифицируйте сигнал  $x=[1\ 2\ 0\ 1\ -1]$  хранящийся в памяти компьютера как байтовый массив

Ответы:

- 1) аналоговый
- 2) дискретный
- 3) цифровой
- 4) иное

Верный ответ: 3)

2. Какое время интегрирования необходимо задать для вычисления дисперсии сигнала:  
 $x(t)=\sin(4\pi t)+\cos(8\pi t)$

Ответы:

- 1) 0.25 сек
- 2) 0.5 сек
- 3) 0.125 сек
- 4) другое

Верный ответ: 2)

3. Сколько отсчетов дискретного сигнала  $x(n)=\sin(2\pi n t_s)+\sin(3\pi n t_s)$  будет принято за интервал 1 сек., если период дискретизации  $t_s=0.1$  сек.?

Ответы:

- 1) 5
- 2) 6
- 3) 10
- 4) 10/3
- 5) другое

Верный ответ: 3)

4. Квантование сигнала можно охарактеризовать следующей математической операцией (выбрать верное)

Ответы:

- 1) скалярное произведение
- 2) свертка
- 3) округление
- 4) интегрирование
- 5) дифференцирование

Верный ответ: 3)

### II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Курс освоен в рамках "продвинутого" уровня.

Ответы на вопросы в контрольных мероприятиях даны преимущественно верно.

Существенных недостатков в знании теоретического материала и практических навыках не обнаружено

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

*Описание характеристики выполнения знания:* Курс освоен в рамках "базового" уровня. Большинство ответов в контрольных мероприятиях даны верно. В объеме знаний теоретического материала и практических навыках имеются незначительные недостатки

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Курс освоен в рамках "порогового" уровня.

Основная часть заданий контрольных мероприятий выполнена верно. В объеме знаний теоретического материала и практических навыках имеются пробелы и незначительные недостатки

### ***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