

**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  
Цифровые многоскоростные системы**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Вишняков С.В.
	Идентификатор	R35b26072-VishniakovSV-02810d9

С.В.  
Вишняков

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Долгачева Е.А.
	Идентификатор	R642c74eb-DolgachevaYA-3415edf

Е.А.  
Долгачева

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. ПК-1 Способен обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности

ИД-1 Демонстрирует знание методов анализа и синтеза линейных и нелинейных электрических, электронных, цифровых систем

2. ПК-3 Способен принимать участие в концептуальном, функциональном и логическом проектировании инфокоммуникационных систем и устройств малого, среднего и крупного масштаба и сложности, разрабатывать требования и проектировать программное и аппаратное обеспечение

ИД-5 Осуществляет разработку аппаратных и программных средств различного назначения в соответствии с техническим заданием

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Проверка задания

1. Защита лабораторной работы № 4 (Решение задач)
2. Защита лабораторной работы № 6 (Решение задач)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторной работы № 1 (Перекрестный опрос)
2. Защита лабораторной работы № 2 (Перекрестный опрос)

## БРС дисциплины

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	6	10	14
Системы цифровой обработки сигналов					
Системы цифровой обработки сигналов		+			
Временные и частотные характеристики многоскоростных систем					
Временные и частотные характеристики многоскоростных систем			+		
Вейвлет преобразование, дискретное вейвлет преобразование					

Вейвлет преобразование, дискретное вейвлет преобразование			+	
Проектирование банков фильтров анализа и синтеза				
Проектирование банков фильтров анализа и синтеза				+
Вес КМ:	20	20	30	30

\$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-1 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание методов анализа и синтеза линейных и нелинейных электрических, электронных, цифровых систем	Знать: терминологию, принятую в научно-технической литературе по вейвлет-анализу Уметь: проводить кратномасштабный анализ реальных одномерных сигналов	Защита лабораторной работы № 1 (Перекрестный опрос) Защита лабораторной работы № 4 (Решение задач)
ПК-3	ИД-5 <sub>ПК-3</sub> Осуществляет разработку аппаратных и программных средств различного назначения в соответствии с техническим заданием	Знать: основные методы проектирования цифровых многоскоростных систем Уметь: моделировать цифровые многоскоростные системы с заданными параметрами	Защита лабораторной работы № 2 (Перекрестный опрос) Защита лабораторной работы № 6 (Решение задач)

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

### КМ-1. Защита лабораторной работы № 1

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Перекрестный опрос

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполняется индивидуальная защита выполненной лабораторной работы. В рамках защиты оценивается правильность выполнения экспериментальной части лабораторной работы студентом, полнота ответов на теоретические и практические вопросы. Защита проводится преподавателем. Время защиты составляет не более 15 минут на одного человека. На защиту представляется полностью оформленный протокол лабораторной работы

#### **Краткое содержание задания:**

Студентам необходимо ответить на вопросы по содержанию лабораторной работы

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: терминологию, принятую в научно-технической литературе по вейвлет-анализу	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Сформулируйте теорему об отсчетах</li><li>2.Сформулируйте взаимосвязь разрешения по частоте, частоты дискретизации, времени наблюдения процесса и интервала квантования</li><li>3.Укажите на пути решения проблемы соответствия сигнала теореме об отсчетах</li><li>4.Какие средства могут использоваться для изменения спектра сигнала?</li><li>5.Какие последствия влечет невыполнение требований теоремы об отсчетах?</li><li>6.Как связаны между собой параметры сигнала и параметры аналогового фильтра?</li></ol>
--	---

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Даны корректные ответы на заданные вопросы

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент не отвечает на один из заданных вопросов.

### КМ-2. Защита лабораторной работы № 2

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Перекрестный опрос

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполняется индивидуальная защита выполненной лабораторной работы. В рамках защиты оценивается правильность выполнения экспериментальной части лабораторной работы студентом, полнота ответов на теоретические и практические вопросы. Защита проводится преподавателем. Время защиты

составляет не более 15 минут на одного человека. На защиту представляется полностью оформленный протокол лабораторной работы

**Краткое содержание задания:**

Студентам необходимо ответить на вопросы по содержанию лабораторной работы

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные методы проектирования цифровых многоскоростных систем	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Назовите базовые блоки, используемые при построении многоскоростных систем</li><li>2. Каким образом операция децимации воздействует на спектр сигнала?</li><li>3. Каким образом операция интерполяции воздействует на спектр сигнала?</li><li>4. Сформулируйте свойство точного воспроизведения, дайте формулировку в частотной области</li><li>5. Сформулируйте свойство точного воспроизведения, дайте формулировку во временной области</li><li>6. Каким образом в лабораторной работе проверяется свойство точного воспроизведения?</li><li>7. Каков альтернативный способ проверки свойства точного воспроизведения?</li></ol>
---	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Даны корректные ответы на заданные вопросы

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент не отвечает на один из заданных вопросов

**КМ-3. Защита лабораторной работы № 4**

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Решение задач

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполняется индивидуальная защита выполненной лабораторной работы. В рамках защиты оценивается правильность выполнения экспериментальной части лабораторной работы студентом, полнота ответов на теоретические и практические вопросы. Студенту предлагается решить задачу. Защита проводится преподавателем. Время защиты составляет не более 30 минут на одного человека. На защиту представляется полностью оформленный протокол лабораторной работы

**Краткое содержание задания:**

Студентам необходимо ответить на вопросы по содержанию лабораторной работы и решить задачу

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: проводить кратномасштабный анализ реальных одномерных сигналов	1. Напишите код для matlab (scilab), реализующий свертку сигнала с ВЧ (НЧ) фильтром Хаара (в симметричной или несимметричной форме) с использованием рационально выбранных типов
---	--

	<p>данных. Сигнал считать заданным в виде массива байтовых значений со знаком.</p> <p>2. Напишите код для matlab (scilab), реализующий выполнение децимации на <math>M</math> для заданного сигнала. Сигнал считать заданным в виде массива байтовых значений со знаком.</p> <p>3. Напишите код для matlab (scilab), реализующий выполнение интерполяции на <math>L</math> для заданного сигнала. Сигнал считать заданным в виде массива байтовых значений со знаком.</p> <p>4. Напишите код для matlab (scilab), реализующий выполнение проверки свойства точного воспроизведения для многоскоростной системы. Сигнал считать заданным в виде массива байтовых значений со знаком.</p> <p>5. Напишите код для matlab (scilab), реализующий выполнение децимации на <math>M</math> для заданного сигнала с подготовкой спектра сигнала с учетом требований теоремы об отсчетах. Сигнал считать заданным в виде массива байтовых значений со знаком.</p>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент корректно ответил на вопросы и правильно решил задачу

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент неправильно ответил на один из вопросов или неправильно решил задачу.

**КМ-4. Защита лабораторной работы № 6**

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Решение задач

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполняется индивидуальная защита выполненной лабораторной работы. В рамках защиты оценивается правильность выполнения экспериментальной части лабораторной работы студентом, полнота ответов на теоретические и практические вопросы. Студенту предлагается решить задачу. Защита проводится преподавателем. Время защиты составляет не более 30 минут на одного человека. На защиту представляется полностью оформленный протокол лабораторной работы

**Краткое содержание задания:**

Студентам необходимо ответить на вопросы по содержанию лабораторной работы и решить задачу

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: моделировать цифровые многоскоростные системы с заданными параметрами</p>	<p>1. По заданной ИХ фильтра <math>h=[1 -1 0 -1 1]</math> проверьте выполнение условия реализуемости</p> <p>2. Даны ИХ фильтров анализа <math>h_0=[0,5 0,5]</math>, <math>h_1=[0,5 -0,5]</math>. Постройте частотные характеристики фильтров синтеза.</p>
---	---

	<p>3. Даны ИХ фильтров анализа <math>h_0=[0,5 \ 0,5]</math>, <math>h_1=[0,5 - 0,5]</math>. Постройте ИХ эквивалентного фильтра для третьего уровня восьмиуровневого банка фильтров анализа</p> <p>4. Даны ИХ фильтров анализа <math>h_0=[0,5 \ 0,5]</math>, <math>h_1=[0,5 - 0,5]</math>. Получите отсчеты сигнала <math>x = [1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5 \ 6 \ 7 \ 8 \ 9 \ 10 \ 11 \ 12 \ 13 \ 14 \ 15 \dots 31 \ 32]</math> на выходе четвертого канала восьмиуровневого банка фильтров анализа</p> <p>5. Даны ИХ фильтров анализа <math>h_0=[0,5 \ 0,5]</math>, <math>h_1=[0,5 - 0,5]</math>. Постройте амплитудный спектр сигнала (белого шума) на выходе восьмого и девятого каналов восьмиуровневого банка фильтров анализа</p>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент корректно ответил на вопросы и правильно решил задачу

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент неправильно ответил на один из вопросов или неправильно решил задачу.

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 8 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет

### Процедура проведения

Зачет выставляется при условии прохождения всех КМ с оценкой "зачтено". Отдельное мероприятие по промежуточной аттестации не проводится

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1ПК-1 Демонстрирует знание методов анализа и синтеза линейных и нелинейных электрических, электронных, цифровых систем

### Вопросы, задания

- 1.Операция децимации. Определение. Преобразование спектра сигнала. Описание децимации в частотной области. Требования к спектру сигнала в соответствии с теоремой об отсчетах.
- 2.Операция интерполяции. Определение. Преобразование спектра сигнала. Описание интерполяции в частотной области. Требования к спектру сигнала в соответствии с теоремой об отсчетах.
- 3.Многоскоростные системы. Свойство точного воспроизведения в частотной и временной области. Случай равнозначных каналов.
- 4.Непрерывное вейвлет преобразование. Параметры преобразования. Материнская вейвлет функция (производящая функция). Финитность. Условие реализуемости. Обратное непрерывное вейвлет преобразование.
- 5.Дискретное вейвлет преобразование, прямое и обратное. Связь параметров преобразования со структурой цифровой многоскоростной системы. Изменение частоты дискретизации в каналах. Банк фильтров анализа и синтеза. Соответствие фильтров вейвлет и шкалирующей функции.
- 6.Практическое применение ЦМС: сжатие, диагностика, анализ данных, передача с контролируемым качеством.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Дан сигнал  $x=[1\ 2\ 3\ 4\ 5\ 6\ 7\ 8\ 9\ 10\ 11\ 12\ 13\ 14\ 15\ 16]$ . Вычислить децимацию сигнала на 3.

Ответы:

$[3\ 6\ 9\ 12\ 15]$   $[1\ 4\ 7\ 10\ 13\ 16]$   $[1\ 3\ 5\ 7\ 9\ 11\ 13\ 15]$   $[1\ 2\ 3\ 4\ 5\ 6\ 7\ 8\ 9\ 10\ 11\ 12\ 13\ 14\ 15\ 16]$

Верный ответ:  $[1\ 4\ 7\ 10\ 13\ 16]$

2. Дан сигнал  $x=[3\ 6\ 9\ 12\ 15]$ . Вычислить интерполяцию сигнала на 3.

Ответы:

$[0\ 0\ 3\ 0\ 0\ 6\ 0\ 0\ 9\ 0\ 0\ 12\ 0\ 0\ 15]$   $[3\ 0\ 0\ 6\ 0\ 0\ 9\ 0\ 0\ 12\ 0\ 0\ 15\ 0\ 0]$   $[1\ 2\ 3\ 4\ 5\ 6\ 7\ 8\ 9\ 10\ 11\ 12\ 13\ 14\ 15]$   $[3\ 4\ 5\ 6\ 7\ 8\ 9\ 10\ 11\ 12\ 13\ 14\ 15\ 16\ 17]$

Верный ответ:  $[3\ 0\ 0\ 6\ 0\ 0\ 9\ 0\ 0\ 12\ 0\ 0\ 15\ 0\ 0]$

3. Дана пара ИХ фильтров Хаара  $[0.5\ -0.5]$ ,  $[0.5\ 0.5]$ . Найти ИХ эквивалентного фильтра для третьего уровня ЦМС.

Ответы:

$0.125*[1\ -1\ 1\ -1]$   $0.125*[1\ 1\ -1\ -1]$   $0.125*[-1\ -1\ 1\ 1]$

Верный ответ:  $0.125*[1\ 1\ -1\ -1]$

4. Дана пара ИХ фильтров Хаара  $[0.5 \ -0.5]$ ,  $[0.5 \ 0.5]$ . Найти ИХ эквивалентного фильтра для низкочастотного канала трехуровневой ЦМС.

Ответы:

$0.125*[1 \ 1 \ 1 \ 1]$   $0.125*[1 \ 1 \ -1 \ -1]$   $0.125*[1 \ 3 \ 3 \ 1]$   $0.125*[1 \ 2 \ 2 \ 1]$

Верный ответ:  $0.125*[1 \ 3 \ 3 \ 1]$

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-5<sub>ПК-3</sub> Осуществляет разработку аппаратных и программных средств различного назначения в соответствии с техническим заданием

### Вопросы, задания

1. Сформулируйте теорему об отсчетах, дайте определение понятиям “спектр”, цифровой сигнал, аналоговый сигнал, квантование, дискретизация. Как можно оценить информационное наполнение сигнала? Что понимается под скоростью в теории многоскоростных систем? Сформулируйте, как связаны между собой период дискретизации, разрешение по частоте, число отсчетов.

2. Сочетание децимации и интерполяции. Передискретизация с рациональным соотношением частот. Требования к фильтрации сигнала.

3. Связь фильтров и производящей функции. Требования к фильтрам, взаимосвязь их характеристик. Фильтры Хаара. Фильтры Дебеша. Фильтры ЛеГалла.

4. Полифазное представление цифровых многоскоростных систем. Особенности реализации, вычислительная эффективность.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Выполняется ли условие реализуемости для фильтра с заданной ИХ? Выберите правильные варианты.

Ответы:

$[1 \ -2 \ 1]$   $[1 \ 2 \ 2 \ 1]$   $[-1 \ 2 \ 2 \ -1]$   $[1 \ 2 \ -1 \ -2]$

Верный ответ:  $[1 \ -2 \ 1]$   $[1 \ 2 \ -1 \ -2]$

2. Частота дискретизации сигнала 65536 Гц. Максимальная длина выборки 10 000 отсчетов. Сколько масштабных уровней дискретного вейвлет преобразования имеет смысл вычислять, чтобы получить невырожденный результат?

Ответы:

16 15 14 13 12 11

Верный ответ: 13

3. Частота дискретизации сигнала 2048 Гц. Максимальная длина выборки 100 000 отсчетов. Сколько масштабных уровней дискретного вейвлет преобразования имеет смысл вычислять, чтобы получить невырожденный результат?

Ответы:

16 15 14 13 12 11

Верный ответ: 16

### II. Описание шкалы оценивания

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Зачет выставляется при условии прохождения всех мероприятий текущего контроля с оценкой "зачтено"

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Хотя бы одно мероприятие текущего контроля не выполнено

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

Зачет выставляется при условии прохождения всех мероприятий текущего контроля с оценкой "зачтено"