

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

**Направление подготовки/специальность: 11.03.01 Радиотехника**

**Наименование образовательной программы: Радиотехника**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Цифровая обработка сигналов**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

|                                                                                   |                                                    |                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                 |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                 |
|                                                                                   | Владелец                                           | Архипова С.В.                   |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | Rd5bd572c-LakovshchikSV-2ca8e99 |

С.В.  
Архипова

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

|                                                                                   |                                                    |                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|                                                                                   | Владелец                                           | Остапенков П.С.                |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R6356f55c-OstapenkovPS-854af18 |

П.С.  
Остапенков

Заведующий  
выпускающей  
кафедрой

|                                                                                   |                                                    |                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|                                                                                   | Владелец                                           | Остапенков П.С.                |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R6356f55c-OstapenkovPS-854af18 |

П.С.  
Остапенков

## 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 использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности, связанных с разработкой и проектированием радиотехнических устройств

ИД-3 Применяет общеинженерные знания в инженерной деятельности для анализа и проектирования радиоэлектронных устройств и систем

2. ПК-3 Способен выполнять физическое моделирование (проведение эксперимента) процессов формирования, передачи, приема и обработки радиосигналов в радиоэлектронных устройствах, включая выбор технических средств, обработку результатов и оценку погрешности экспериментальных данных

ИД-2 Умеет проводить физическое моделирование, осуществлять выбор технических средств для проведения эксперимента, обрабатывать результаты эксперимента, оценивать погрешности экспериментальных данных

3. РПК-1 Способен участвовать в постановке и решении задач цифровизации в своей профессиональной области

ИД-1 Знает элементы и системы цифровой электроники в области своей профессиональной деятельности

ИД-2 Владеет навыками постановки и решения задач цифровизации в области своей профессиональной деятельности

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1 "Дискретные сигналы и их спектры" (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №2 "Способы описания дискретных систем" (Контрольная работа)
3. Контрольная работа №3 "Моделирование цифровых КИХ фильтров" (Контрольная работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Защита лабораторной работы №1 (Коллоквиум)
2. Защита лабораторной работы №2 (Коллоквиум)
3. Защита лабораторной работы №3 (Коллоквиум)

## БРС дисциплины

7 семестр

| Раздел дисциплины | Веса контрольных мероприятий, % |          |          |          |          |          |          |
|-------------------|---------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                   | Индекс<br>КМ:                   | КМ-<br>1 | КМ-<br>2 | КМ-<br>3 | КМ-<br>4 | КМ-<br>5 | КМ-<br>6 |

|                                                                                 | Срок КМ: | 2  | 6  | 8  | 10 | 13 | 15 |
|---------------------------------------------------------------------------------|----------|----|----|----|----|----|----|
| Дискретные сигналы и их спектры. Периодические и однородные последовательности. |          |    |    |    |    |    |    |
| Дискретные сигналы и их спектры. Периодические и однородные последовательности. | +        |    | +  |    |    |    |    |
| Дискретное преобразование Фурье.                                                |          |    |    |    |    |    |    |
| Дискретное преобразование Фурье.                                                | +        |    | +  |    |    |    |    |
| Цифровые фильтры, их классификация и структурные схемы.                         |          |    |    |    |    |    |    |
| Цифровые фильтры, их классификация и структурные схемы.                         |          |    |    | +  |    | +  |    |
| Проектирование цифровых фильтров. Метод обобщенного билинейного преобразования. |          |    |    |    |    |    |    |
| Проектирование цифровых фильтров. Метод обобщенного билинейного преобразования. |          | +  |    | +  |    |    |    |
| Однородные КИХ-фильтры. Метод разложения АЧХ в ряды Фурье                       |          |    |    |    |    |    |    |
| Однородные КИХ-фильтры. Метод разложения АЧХ в ряды Фурье                       |          |    |    |    | +  |    |    |
| Проектирование цифровых КИХ-фильтров методом «взвешивания»                      |          |    |    |    |    |    |    |
| Проектирование цифровых КИХ-фильтров методом «взвешивания»                      |          |    |    |    | +  |    |    |
| Вес КМ:                                                                         | 10       | 10 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |

\$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-3 <sub>ОПК-1</sub> Применяет общеинженерные знания в инженерной деятельности для анализа и проектирования радиоэлектронных устройств и систем                                                                        | Знать:<br>– возможности по обработке результатов компьютерного математического моделирования сигналов по типовым методикам и базовым алгоритмам цифровой обработки сигналов, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ. | Защита лабораторной работы №2 (Коллоквиум)<br>Защита лабораторной работы №3 (Коллоквиум)                                                                        |
| ПК-3               | ИД-2 <sub>ПК-3</sub> Умеет проводить физическое моделирование, осуществлять выбор технических средств для проведения эксперимента, обрабатывать результаты эксперимента, оценивать погрешности экспериментальных данных | Уметь:<br>– проводить оценку и обработку результатов компьютерного моделирования дискретных сигналов.                                                                                                                                              | Контрольная работа №1 "Дискретные сигналы и их спектры" (Контрольная работа)<br>Контрольная работа №2 "Способы описания дискретных систем" (Контрольная работа) |
| РПК-1              | ИД-1 <sub>РПК-1</sub> Знает элементы                                                                                                                                                                                    | Знать:                                                                                                                                                                                                                                             | Защита лабораторной работы №1 (Коллоквиум)                                                                                                                      |

|       |                                                                                                                  |                                                                                                        |                                                                                  |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|       | и системы цифровой электроники в области своей профессиональной деятельности                                     | – общие принципы анализа и обработки дискретных сигналов в цифровых системах                           | Защита лабораторной работы №2 (Коллоквиум)                                       |
| РПК-1 | ИД-2РПК-1 Владеет навыками постановки и решения задач цифровизации в области своей профессиональной деятельности | Уметь:<br>– проводить расчеты, связанные с анализом дискретных сигналов и параметрами цифровых систем. | Контрольная работа №3 "Моделирование цифровых КИХ фильтров" (Контрольная работа) |

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

### **КМ-1. Контрольная работа №1 "Дискретные сигналы и их спектры"**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты получают индивидуальное задание с задачами, аналогичными рассмотренным на занятиях. Длительность работы - 30-40 минут.

#### **Краткое содержание задания:**

Для дискретной последовательности  $x(nT)=\{1; 1; 1; 1\}$  записать Z-форму, рассчитать спектральную плотность и построить примерные графики

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                    |                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Уметь: – проводить оценку и обработку результатов компьютерного моделирования дискретных сигналов. | 1.Рассчитать спектр дискретного сигнала |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|

#### **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

*Оценка: 2*

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

### **КМ-2. Защита лабораторной работы №1**

**Формы реализации:** Смешанная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** После выполнения работы студенты предоставляют отчет, содержащий домашнюю подготовку, выполненную работу и выводы. Со студентами проводится краткая беседа по теме выполненной работы

#### **Краткое содержание задания:**

1. Изобразите сигнал на входе системы и на выходе дискретизатора
2. Изобразите, как изменится спектр сигнала, если длительность дискретизирующего импульса увеличить в 2 раза
3. Постройте амплитудный спектр дискретного сигнала, полученного в результате дискретизации заданного аналогового сигнала

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                     |                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Знать: – общие принципы анализа и обработки дискретных сигналов в цифровых системах | 1. Как связана форма спектра сигнала с частотой дискретизации |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

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

*Оценка: 2*

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

### **КМ-3. Контрольная работа №2 "Способы описания дискретных систем"**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты получают индивидуальное задание с задачами, аналогичными рассмотренным на занятиях. Длительность работы - 20 минут.

#### **Краткое содержание задания:**

По приведенной передаточной функции построить схемы фильтра и записать разностные уравнения

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                    |                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: – проводить оценку и обработку результатов компьютерного моделирования дискретных сигналов. | 1. Построить каноническую структурную схему по заданной передаточной функции |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|

#### **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

*Оценка:* 2

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

#### **КМ-4. Защита лабораторной работы №2**

**Формы реализации:** Смешанная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** После выполнения работы студенты предоставляют отчет, содержащий домашнюю подготовку, выполненную работу и выводы. Со студентами проводится краткая беседа по теме выполненной работы

#### **Краткое содержание задания:**

1. Изобразите каноническую структурную схему и запишите разностные уравнения фильтра, передаточная функция которого имеет вид:
2. Изобразите прямую структурную схему и запишите отсчеты импульсной характеристики фильтра, передаточная функция которого имеет вид:
3. По координатам особых точек передаточной функции фильтра постройте нуль-полюсную диаграмму и примерный вид АЧХ

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Знать: – возможности по обработке результатов компьютерного математического моделирования сигналов по типовым методикам и базовым алгоритмам цифровой обработки сигналов, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ. | 1.Как по нуль-полюсной диаграмме определить устойчивость фильтра? |
| Знать: – общие принципы анализа и обработки дискретных сигналов в цифровых системах                                                                                                                                                             | 1.Как связана структурная схема и разностные уравнения фильтра?   |

#### **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

Оценка: 2

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

### КМ-5. Контрольная работа №3 "Моделирование цифровых КИХ фильтров"

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты получают индивидуальное задание с задачами, аналогичными рассмотренным на занятиях. Длительность работы - 20 минут.

**Краткое содержание задания:**

1. Записать в нерекурсивной форме передаточную функцию однородного КИХ фильтра, обрабатывающего одновременно указанное в задании  $N$  - количество отсчетов.
2. Изобразить структурную схему
3. Построить примерную АЧХ.
4. Соединить последовательно указанное в задании количество таких звеньев  $M$  и построить примерную АЧХ.

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                     |                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: — проводить расчеты, связанные с анализом дискретных сигналов и параметрами цифровых систем. | 1.Изобразить схему каскадного соединения нескольких звеньев<br>2.Показать, как изменится АЧХ при каскадировании |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**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

Оценка: 2

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

### **КМ-6. Защита лабораторной работы №3**

**Формы реализации:** Смешанная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** После выполнения работы студенты предоставляют отчет, содержащий домашнюю подготовку, выполненную работу и выводы. Со студентами проводится краткая беседа по теме выполненной работы

#### **Краткое содержание задания:**

1. Какие методы используются при синтезе передаточной функции цифрового БИХ-фильтра?
2. Что такое "оконная" функция? Что дает применение "оконной" функции? В каких случаях целесообразно применение "оконной" функции?
3. Чем отличаются АЧХ полосового фильтра при использовании симметричной и антисимметричной ДИХ?

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Знать: – возможности по обработке результатов компьютерного математического моделирования сигналов по типовым методикам и базовым алгоритмам цифровой обработки сигналов, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ. | 1.Плюсы и минусы использования оконных функций |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|

#### **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

*Оценка: 2*

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

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

**Пример билета**

1. Запишите заданную дискретную последовательность в виде взвешенной суммы  $\delta$ -импульсов и в виде Z-формы. Запишите выражение для спектральной плотности этой последовательности. По заданным параметрам  $p$  и  $M$  найдите Z-форму периодической последовательности и ее спектральную плотность. Дополните последовательность четырьмя нулями и рассчитайте ее дискретный спектр. Постройте эти значения на графике.

$x(nT) = \{-1, -2, -2, -1\}$ ;  $p=6$ ;  $M=2$

2. Изобразите прямую и каноническую структурные схемы, реализующие заданную передаточную функцию. Составьте соответствующие разностные уравнения.

Рассчитайте первые 5 отсчетов комплексной импульсной характеристики. Найдите выражения для АЧХ и ФЧХ.

$$H(z) = \frac{1 + 1 - z^{-2}}{1 + 2z^{-1} + z^{-2}}$$

Figure 1 передаточная функция

## Процедура проведения

Студент получает билет с индивидуальным заданием, включающим в себя две задачи. В течение 60 минут он решает задачи, после чего проводится беседа по решению этих задач.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-З<sub>ОПК-1</sub> Применяет общеинженерные знания в инженерной деятельности для анализа и проектирования радиоэлектронных устройств и систем

#### **Вопросы, задания**

1. Найдите передаточную функцию цифрового ФВЧ с полосой пропускания 1 кГц методом обобщенного билинейного преобразования (частота дискретизации 10 кГц). НЧ-прототип Баррерворта 1 порядка. Запишите выражения для АЧХ и ФЧХ. Найдите значения АЧХ при  $\omega=0, 0,25$  и  $0,5$ .

2. Запишите в нерекурсивной и рекурсивной форме передаточную функцию однородного КИХ-фильтра, обрабатывающего одновременно 4 отсчета. Изобразите соответствующие структурные схемы и составьте разностные уравнения. Запишите выражения для АЧХ и ФЧХ. Найдите импульсную характеристику. Изобразите примерный вид АЧХ. Как изменится АЧХ при последовательном соединении двух таких фильтров?

#### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Как определяется детерминированный сигнал?

Ответы:

1. Значение этого сигнала в любой момент времени определяется точно. 2. В любой момент времени этот сигнал представляет собой случайную величину, которая

принимает конкретное значение с некоторой вероятностью. 3. В любой момент времени этот сигнал представляет собой не случайную величину, которая принимает конкретное значение с некоторой вероятностью. 4. Значение этого сигнала нельзя определить точно в любой момент времени.

Верный ответ: 1

2. Запишите выражение для передаточной функции цифрового ФНЧ с полосой пропускания 1 кГц методом обобщенного билинейного преобразования (частота дискретизации 10 кГц). НЧ-прототип Баттерворта 1 порядка.

Ответы:

$$1. T(z) = \frac{0.245 - 0.245z^{-1}}{1 + 0.51z^{-1}}$$

$$2. T(z) = \frac{1 + z^{-1}}{4.078 - 2.078z^{-1}}$$

$$3. T(z) = \frac{1 - z^{-1}}{4.078 + 2.078z^{-1}}$$

$$4. T(z) = \frac{0.245 + 0.245z^{-1}}{1 - 0.51z^{-1}}$$

Верный ответ: 4

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-3 Умеет проводить физическое моделирование, осуществлять выбор технических средств для проведения эксперимента, обрабатывать результаты эксперимента, оценивать погрешности экспериментальных данных

### Вопросы, задания

1. Запишите заданную дискретную последовательность в виде взвешенной суммы  $\delta$ -импульсов и в виде Z-формы.
2. По заданным параметрам  $p$  и  $M$  найдите Z-форму периодической последовательности и ее спектральную плотность.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Импульсная характеристика это:

Ответы:

1. Отклик на воздействие в виде функции Хевисайда. 2. Отклик на воздействие дельта-функции. 3. Отклик на воздействие в виде прямоугольного импульса. 4. Передаточная функция.

Верный ответ: 2

2. Количество разностных уравнений для схемы цифрового фильтра равно:

Ответы:

1. Количеству элементов задержки
2. Количеству сумматоров
3. Порядку числителя выражения для передаточной функции
4. Порядку фильтра

Верный ответ: 2

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-1РПК-1 Знает элементы и системы цифровой электроники в области своей профессиональной деятельности

**Вопросы, задания**

1. Запишите выражение для спектральной плотности этой последовательности.
2. Дополните последовательность четырьмя нулями и рассчитайте ее дискретный спектр. Постройте эти значения на графике.

**Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Какая из представленных формул является формулой прямого преобразования Фурье?

1.  $S(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) e^{-j\omega t} dt$

2.  $S(\omega) = \int_0^T s(t) s(t - \tau) dt$

3.  $S(\omega) = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} s(t) e^{-j\omega t} dt$

4.  $S(\omega) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{s(t)}{t - \tau} dt$

Ответы:

1 2 3 4

Верный ответ: 1

2. Какой из вариантов вывода идеи быстрого преобразования Фурье является ложным?

Ответы:

1. БПФ не является приближенным алгоритмом.
2. Применение БПФ имеет смысл, если число элементов в анализируемой последовательности являлось степенью числа 2.
3. Алгоритм БПФ не предназначен для одновременного расчёта всех спектральных отсчётов  $X(n)$ .
4. Алгоритм БПФ предназначен для одновременного расчёта всех спектральных отсчётов  $X(n)$ .

Верный ответ: 3

**4. Компетенция/Индикатор:** ИД-2РПК-1 Владеет навыками постановки и решения задач цифровизации в области своей профессиональной деятельности

**Вопросы, задания**

1. Запишите в нерекурсивной и рекурсивной форме передаточную функцию однородного КИХ-фильтра, обрабатывающего одновременно 3 отсчета. Изобразите соответствующие структурные схемы и составьте разностные уравнения. Запишите выражения для АЧХ и ФЧХ. Найдите импульсную характеристику. Изобразите примерный вид АЧХ. Как изменится АЧХ при последовательном соединении трех таких фильтров?
2. Найдите передаточную функцию цифрового РФ с граничными частотами 1 кГц и 5 кГц методом обобщенного билинейного преобразования (частота дискретизации 50 кГц). НЧ-прототип Баттерворта 2 порядка. Запишите выражения для АЧХ и ФЧХ. Найдите значения АЧХ при  $\omega = 0, 0,25$  и  $0,5$ .

## **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Модуль спектральной плотности периодической последовательности:

Ответы:

1. Равен сумме модулей спектральных плотностей одного периода и множителя повторения
2. Равен модулю спектральной плотности, возведенному в степень количества повторений
3. Равен произведению модулей спектральных плотностей одного периода и множителя повторения
4. Равен модулю спектральной плотности, возведенному в степень периода повторения

Верный ответ: 3

2. КИХ фильтры:

Ответы:

1. Всегда рекурсивные
2. Всегда нерекурсивные
3. Могут быть представлены как в рекурсивном, так и в нерекурсивном виде.

Верный ответ: 3

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*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: 60*

*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

*Оценка: 2*

*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