

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

**Направление подготовки/специальность: 11.04.01 Радиотехника**

**Наименование образовательной программы: Радиотехнические методы и устройства формирования и обработки сигналов**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Методы и устройства цифровой обработки 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                                           | Торина Е.М.                    |
|  | Идентификатор                                      | Rf078b9d4-DrozhdovaYM-9d5fc66c |

Е.М. Торина

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. ПК-1 Способность проводить исследования в целях совершенствования радиоэлектронных устройств  
ИД-2 Выполняет математическое и компьютерное моделирование радиоэлектронных устройств с целью оптимизации их параметров
2. ПК-2 Способность разрабатывать и модернизировать радиоэлектронные устройства и блоки  
ИД-1 Разрабатывает структурные, функциональные и принципиальные схемы радиоэлектронных устройств
3. РПК-1 Способен решать задачи цифровизации в своей профессиональной области  
ИД-1 Знает средства программного моделирования и аппаратного макетирования области своей профессиональной деятельности  
ИД-2 Владеет навыками программного моделирования, аппаратного макетирования и экспериментальных работ в области своей профессиональной деятельности

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Итоговая контрольная работа (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа № 1 «Дискретные комплексные последовательности» (Контрольная работа)
2. Контрольная работа № 2 «Спектры дискретных комплексных последовательностей» (Контрольная работа)
3. Контрольная работа № 3 «Расчет комплексных БИХ-фильтров» (Контрольная работа)
4. Контрольная работа № 4 «Расчет комплексных КИХ-фильтров» (Контрольная работа)
5. Контрольная работа № 5 «Децимация и интерполяция» (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

3 семестр

| Раздел дисциплины                                        | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|
|                                                          | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 | КМ-6 |
|                                                          | Срок КМ:                        | 2    | 6    | 8    | 10   | 13   | 15   |
| Дискретные вещественные и комплексные последовательности |                                 |      |      |      |      |      |      |

|                                                                                                                                          |    |    |    |    |    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Вещественные и комплексные дискретные последовательности.                                                                                | +  | +  |    |    |    | +  |
| Z-форма и расчет спектра.                                                                                                                | +  | +  |    |    |    | +  |
| Перенос и инверсия спектра                                                                                                               | +  | +  |    |    |    | +  |
| Дискретное преобразование Фурье                                                                                                          |    |    |    |    |    |    |
| Дискретное преобразование Фурье                                                                                                          | +  | +  |    |    |    | +  |
| Расчет вещественных и комплексных БИХ-фильтров                                                                                           |    |    |    |    |    |    |
| Расчет вещественных и комплексных БИХ-фильтров методом обобщенного билинейного преобразования в сочетании с методом смещения по частоте. |    |    | +  | +  | +  | +  |
| Метод комплексной задержки.                                                                                                              |    |    | +  | +  | +  | +  |
| Метод комплексной арифметики                                                                                                             |    |    | +  | +  | +  | +  |
| Расчет вещественных и комплексных КИХ-фильтров                                                                                           |    |    |    |    |    |    |
| Расчет вещественных и комплексных КИХ-фильтров методом взвешивания.                                                                      |    |    | +  | +  | +  | +  |
| Расчет комплексных КИХ-фильтров методом комплексной задержки.                                                                            |    |    | +  | +  | +  | +  |
| Децимация и интерполяция                                                                                                                 |    |    |    |    |    |    |
| Децимация и интерполяция                                                                                                                 |    |    |    |    | +  |    |
| Полифазные фильтры                                                                                                                       |    |    |    |    |    |    |
| Полифазные фильтры-дециматоры и полифазные фильтры-интерполяторы                                                                         |    |    |    |    | +  |    |
| Вес КМ:                                                                                                                                  | 10 | 20 | 20 | 20 | 10 | 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1               | ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Выполняет математическое и компьютерное моделирование радиоэлектронных устройств с целью оптимизации их параметров | Знать:<br>общие принципы анализа и обработки дискретных сигналов в цифровых системах<br>понимать основные проблемы в своей предметной области,<br>выбирать методы и средства их решения                                                                                                  | Контрольная работа № 1 «Дискретные комплексные последовательности» (Контрольная работа)<br>Контрольная работа № 2 «Спектры дискретных комплексных последовательностей» (Контрольная работа)<br>Контрольная работа № 5 «Децимация и интерполяция» (Контрольная работа)<br>Итоговая контрольная работа (Контрольная работа)                                                                                         |
| ПК-2               | ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Разрабатывает структурные, функциональные и принципиальные схемы радиоэлектронных устройств                        | Уметь:<br>выполнять моделирование структурных схем комплексных цифровых фильтров с использованием программ математического и схемотехнического моделирования<br>выполнять моделирование комплексных сигналов с использованием программ математического и схемотехнического моделирования | Контрольная работа № 1 «Дискретные комплексные последовательности» (Контрольная работа)<br>Контрольная работа № 2 «Спектры дискретных комплексных последовательностей» (Контрольная работа)<br>Контрольная работа № 3 «Расчет комплексных БИХ-фильтров» (Контрольная работа)<br>Контрольная работа № 4 «Расчет комплексных КИХ-фильтров» (Контрольная работа)<br>Итоговая контрольная работа (Контрольная работа) |

|       |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                    |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| РПК-1 | ИД-1 <sub>РПК-1</sub> Знает средства программного моделирования и аппаратного макетирования области своей профессиональной деятельности                              | 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. | Контрольная работа № 3 «Расчет комплексных БИХ-фильтров» (Контрольная работа)<br>Контрольная работа № 4 «Расчет комплексных КИХ-фильтров» (Контрольная работа)<br>Итоговая контрольная работа (Контрольная работа) |
| РПК-1 | ИД-2 <sub>РПК-1</sub> Владеет навыками программного моделирования, аппаратного макетирования и экспериментальных работ в области своей профессиональной деятельности | Уметь: самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в области цифровой обработки сигналов                                                                                                      | Контрольная работа № 5 «Децимация и интерполяция» (Контрольная работа)                                                                                                                                             |

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

### КМ-1. Контрольная работа № 1 «Дискретные комплексные последовательности»

**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:

Дана комплексная дискретная последовательность  $x(nT)$   $x(nT) = \{(0.5-2j), -1, (3+j), 2j\}$ .  
Требуется представить ее в графическом виде, записать в виде взвешенной суммы дельта-импульсов  
и определить Z-форму.

#### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: общие принципы анализа и обработки дискретных сигналов в цифровых системах                                               | 1. Что такое комплексная дискретная последовательность?<br>2. Что такое Z-преобразование?<br>3. Почему сумма дельта-импульсов называется взвешенной?                                                        |
| Уметь: выполнять моделирование комплексных сигналов с использованием программ математического и схемотехнического моделирования | 1. Записать Z-форму заданной дискретной последовательности<br>2. Записать последовательность в виде взвешенной суммы дельта-импульсов<br>3. Изобразить графически дискретную комплексную последовательность |

#### 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. Контрольная работа № 2 «Спектры дискретных комплексных последовательностей»

**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 - 30-40 минут.

### Краткое содержание задания:

1. Дана комплексная дискретная последовательность  $x(nT)$   $x(nT) = \{3, (0.5+0.5j), 2, -j\}$ 
  - Записать выражения для спектральной плотности последовательности
  - Построить графики модуля и аргумента спектральной плотности.
2. В качестве повторяющегося элемента дана последовательность из задания 1. Также даны параметры периодической последовательности: период повторения  $p$  и количество повторений  $M$ .
  - Представить данные ее в графическом виде.
  - Определить  $Z$ -форму
  - Записать выражение для спектральной плотности этих последовательностей
  - Построить графики модуля и аргумента спектральной плотности одного периода, множителя повторений и всей периодической последовательности.
3. Задана комплексная последовательность (из задания 1). Даны параметры сдвига по частоте спектральной плотности этой последовательности.
  - Записать полученную последовательность в виде набора отсчетов
  - Записать  $Z$ -форму последовательности, полученной в результате сдвига спектра.
  - Записать выражение для спектральной плотности
  - Построить графики модуля и аргумента спектральной плотности
4. Задана комплексная последовательность (из задания 1).
  - Рассчитать значения дискретного спектра.
  - Рассчитать значения дискретного спектра последовательности из задания 1, дополненной четырьмя нулями.
  - Построить полученные значения на графиках

### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: общие принципы анализа и обработки дискретных сигналов в цифровых системах                                               | 1. Как перейти от записи $Z$ -формы к спектральной плотности?<br>2. Что такое спектральная плотность последовательности?<br>3. Чем непрерывный спектр последовательности отличается от дискретного?                                                    |
| Уметь: выполнять моделирование комплексных сигналов с использованием программ математического и схемотехнического моделирования | 1. Записать выражение для спектральной плотности последовательности<br>2. Записать выражения для спектральной плотности периодической последовательности<br>3. Записать отсчеты последовательности, полученной в результате смещения спектра исходной. |

### 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-3. Контрольная работа № 3 «Расчет комплексных БИХ-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 - 30-40 минут.

#### **Краткое содержание задания:**

По НЧ-прототипу Баттерворта 3 порядка спроектировать ФНЧ с граничной частотой 2кГц, частотой дискретизации 20кГц и частотой смещения  $W_0=0.25f_d$

- Методом ОБП в сочетании в методом КЗ найти передаточную функцию заданного фильтра
- Изобразить структурную схему фильтра
- Сместить передаточную функцию на заданную частоту  $W_0$
- Построить графики АЧХ вещественного и комплексного фильтров в пределах  $W$  от 0 до 1.
- Изобразить каноническую структурную схему нового фильтра
- Составить разностные уравнения

#### **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.Что такое НЧ-прототип<br>2.Что происходит с АЧХ фильтра при смещении по половине частоты дискретизации<br>3.Как работает метод ОБП |
| Уметь: выполнять моделирование структурных схем комплексных цифровых фильтров с использованием программ математического и                                                                                                                     | 1.Построить каноническую структурную схему<br>2.Построить прямую структурную схему<br>3.Составить разностные уравнения фильтра       |

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| схемотехнического<br>моделирования |  |
|------------------------------------|--|

#### 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. Контрольная работа № 4 «Расчет комплексных 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 - 30-40 минут.

#### **Краткое содержание задания:**

Задано число коэффициентов разложения  $n$ , тип фильтра и его частоты.

Требуется записать выражения для определения коэффициентов фильтра, его передаточной функции и построить на одном графике АЧХ фильтра для следующих условий:

- число коэффициентов  $n$ , оконной функции нет
- число коэффициентов  $n$ , оконная функция из задания
- число коэффициентов  $2n$ , оконной функции нет
- число коэффициентов  $2n$ , оконная функция из задания

#### **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.Что такое однородный КИХ-фильтр?<br>2.Как зависит АЧХ фильтра от числа коэффициентов разложения?<br>3.Что такое оконная функция? |
| Уметь: выполнять моделирование структурных                                                                                                                                                                                                    | 1.Записать выражения для расчета коэффициентов фильтра                                                                             |

|                                                                                                                |                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| схем комплексных цифровых фильтров с использованием программ математического и схемотехнического моделирования | 2. Построить АЧХ фильтра без использования оконных функций<br>3. Построить АЧХ фильтра с использованием заданной оконной 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-5. Контрольная работа № 5 «Децимация и интерполяция»

**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:

Передачная функция фильтра:

$$H(z) = a_0 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2} + a_3 z^{-3} + a_4 z^{-4} + a_5 z^{-5} + a_6 z^{-6} + a_7 z^{-7}$$

Изобразить структурную схему дециматора и интерполятора при изменении частоты дискретизации в 4 раза.

#### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения                                      | 1. Как осуществляется понижение частоты дискретизации?<br>2. Как осуществляется повышение частоты дискретизации?<br>3. Как осуществляется изменение частоты дискретизации в дробное число раз? |
| Уметь: самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в области цифровой обработки сигналов | 1. Изобразить схему дециматора и применить замечательные тождества<br>2. Изобразить схему интерполятора и применить замечательные тождества<br>3. Изобразить схему устройства, обеспечивающего |

|  |                                                     |
|--|-----------------------------------------------------|
|  | изменение частоты дискретизации в дробное число раз |
|--|-----------------------------------------------------|

#### 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. Итоговая контрольная работа

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

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

#### Краткое содержание задания:

Дана комплексная дискретная последовательность  $x(nT)$   $x(nT)$ . Требуется представить ее в графическом виде, записать в виде взвешенной суммы дельта-импульсов, определить Z-форму и записать выражение для спектральной плотности.

По НЧ-прототипу Баттерворта 2 порядка спроектировать ФВЧ с граничной частотой 1кГц, частотой дискретизации 8кГц и частотой смещения  $W_0=0.75f_d$

#### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: общие принципы анализа и обработки дискретных сигналов в цифровых системах                                                                                                                                                             | 1.Что такое комплексная дискретная последовательность?<br>2.Что такое комплексная Z-форма последовательности? |
| 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 изменится АЧХ фильтра при смещении по частоте на заданную величину?                                     |
| Уметь: выполнять                                                                                                                                                                                                                              | 1.Записать выражение для спектральной плотности                                                               |

|                                                                                                                                                           |                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| моделирование комплексных сигналов с использованием программ математического и схемотехнического моделирования                                            | последовательности                                                            |
| Уметь: выполнять моделирование структурных схем комплексных цифровых фильтров с использованием программ математического и схемотехнического моделирования | 1.Записать выражение для АЧХ фильтра<br>2.Построить структурную схему 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*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

### 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.

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

### 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-2<sub>ПК-1</sub> Выполняет математическое и компьютерное моделирование радиоэлектронных устройств с целью оптимизации их параметров

#### Вопросы, задания

1. Изобразите прямую и каноническую структурные схемы, реализующие заданную передаточную функцию.
2. Постройте схему фильтра методом смещения частотных характеристик
3. Постройте схему фильтра методом комплексной задержки
4. Рассчитайте значения коэффициентов КИХ-фильтра методом взвешивания

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Комплексный дискретный фильтр - это:

Ответы:

1. Фильтр, обрабатывающий только комплексные сигналы

2. Фильтр, АЧХ которого строится в комплексной плоскости
3. Фильтр, у которого отсчеты импульсной характеристики комплексные
4. Фильтр, у которого АЧХ комплексная

Верный ответ: 3

2. При смещении АЧХ фильтра на произвольную величину по частоте:

Ответы:

1. АЧХ остается четной функцией (симметричной относительно  $f_d/2$ )
2. АЧХ инвертируется
3. АЧХ становится нечетной функцией
4. АЧХ становится несимметричной

Верный ответ: 4

3. При смещении АЧХ фильтра по частоте: на  $f_d/2$

Ответы:

1. АЧХ остается четной функцией (симметричной относительно  $f_d/2$ )
2. АЧХ инвертируется
3. АЧХ становится нечетной функцией
4. АЧХ становится несимметричной

Верный ответ: 2

4. Методом взвешивания можно рассчитать:

Ответы:

1. Любые типы фильтров (ФНЧ, ФВЧ, РФ, ПФ)
2. Только ФНЧ и ФВЧ
3. Только РФ и ПФ

Верный ответ: 1

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-2</sub> Разрабатывает структурные, функциональные и принципиальные схемы радиоэлектронных устройств

### Вопросы, задания

1. Запишите заданную комплексную дискретную последовательность в виде взвешенной суммы  $\delta$ -импульсов и в виде Z-формы.
2. Запишите выражение для спектральной плотности заданной комплексной последовательности.
3. По заданным параметрам  $p$  и  $M$  найдите Z-форму периодической комплексной последовательности и ее спектральную плотность.
4. Запишите разностные уравнения фильтра

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Для дискретной последовательности  $x(nT) = \{0.5j, -j, 1, (3+j)\}$  укажите правильную запись действительной и мнимой части

Ответы:

1.  $x_1(nT) = \{0.5, -1, 1, 4\}$ ;  $x_2(nT) = \{j, -j, 0, j\}$
2.  $x_1(nT) = \{0, 0, 1, 3\}$ ;  $x_2(nT) = \{0.5, -1, 0, 1\}$
3.  $x_1(nT) = \{0.5, -1, 1, 4\}$ ;  $x_2(nT) = \{0.5, -1, 0, 1\}$

4.  $x_1(nT)=\{0,0, 1, 3\}$ ;  $x_2(nT)=\{j, -j, 0, j\}$

Верный ответ: 2

2. При смещении спектра дискретной последовательности на  $0.5f_d$  ее отсчеты:

Ответы:

1. Становятся комплексными
2. Не изменяются
3. Знаки отсчетов меняются на противоположные
4. Знаки четных отсчетов меняются на противоположные

Верный ответ: 4

3. При понижении частоты дискретизации в  $M$  раз дециматор:

Ответы:

1. Убирает из последовательности отсчетов все отсчеты, кратные  $M$
2. Сохраняет в последовательности только отсчеты, кратные  $M$

Верный ответ: 2

4. При изменении частоты дискретизации в дробное число раз:

Ответы:

1. Последовательность блоков не важна
2. Сначала нужно использовать дециматор, а потом интерполятор
3. Сначала нужно использовать интерполятор, а затем дециматор

Верный ответ: 3

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>РПК-1</sub> Знает средства программного моделирования и аппаратного макетирования области своей профессиональной деятельности

### Вопросы, задания

1. Рассчитайте дискретный спектр комплексной дискретной последовательности

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Метод взвешивания позволяет проектировать фильтры:

Ответы:

1. Только с симметричной АЧХ
2. С несимметричной АЧХ

Верный ответ: 2

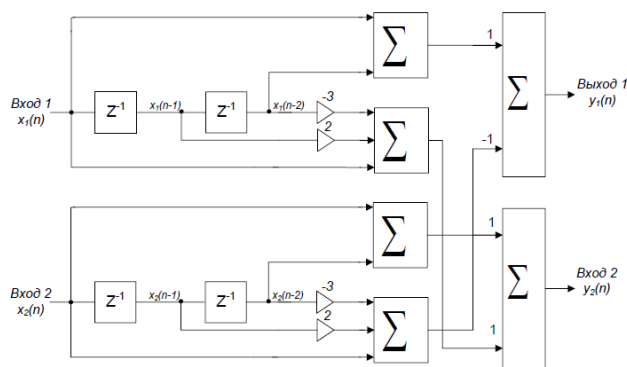
**4. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>РПК-1</sub> Владеет навыками программного моделирования, аппаратного макетирования и экспериментальных работ в области своей профессиональной деятельности

### Вопросы, задания

1. Постройте схему фильтра методом комплексной арифметики

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. По приведенной структурной схеме запишите разностные уравнения фильтра:



Ответы:

1.  $y_1(n)=x_1(n)+x_1(n-2)-(x_2(n)+2x_2(n-1)-3x_2(n-2))$ ;  $y_2(n)=x_2(n)+x_2(n-2)+x_1(n)+2x_1(n-1)-3x_1(n-2)$
2.  $y_1(n)=x_1(n)+x_1(n-2)+(x_2(n)+2x_2(n-1)-3x_2(n-2))$ ;  $y_2(n)=x_2(n)+x_2(n-2)+x_1(n)+2x_1(n-1)-3x_1(n-2)$
3.  $y_1(n)=x_1(n)+x_1(n-2)-(x_2(n)+2x_2(n-1)-3x_2(n-2))$ ;  $y_2(n)=x_2(n)+x_2(n-2)-(x_1(n)+2x_1(n-1)-3x_1(n-2))$

$$y_1(n)=x_1(n)+x_1(n-2)+(x_2(n)+2x_2(n-1)-3x_2(n-2)); y_2(n)=x_2(n)+x_2(n-2)-(x_1(n)+2x_1(n-1)-3x_1(n-2))$$

Верный ответ: 1

## 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.