

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Проектирование систем связи на базе цифровых сигнальных процессоров

**Код модуля**  
1151251(1)

**Модуль**  
Проектирование систем связи на базе цифровых  
сигнальных процессоров

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

| <b>№ п/п</b> | <b>Фамилия, имя, отчество</b> | <b>Ученая степень, ученое звание</b>   | <b>Должность</b>      | <b>Подразделение</b>                 |
|--------------|-------------------------------|--|-----------------------|--------------------------------------|
| 1            | Цыганов Сергей Викторович     | без ученой степени, без ученого звания | Старший преподаватель | Департамент радиоэлектроники и связи |

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Т.Г. Комарова

**Авторы:**

- Цыганов Сергей Викторович, Старший преподаватель, Департамент радиоэлектроники и связи

## 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Проектирование систем связи на базе цифровых сигнальных процессоров**

|    |                                      |  |   |
|----|--------------------------------------|--|---|
| 1. | Объем дисциплины в зачетных единицах | 3  |   |
| 2. | Виды аудиторных занятий              | Лекции<br>Практические/семинарские занятия<br>Лабораторные занятия |   |
| 3. | Промежуточная аттестация             | Зачет  |   |
| 4. | Текущая аттестация                   | Контрольная работа   | 1 |
|    |                                      | Расчетно-графическая работа  | 1 |
|    |                                      | Отчет по лабораторным работам                                      | 1 |

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Проектирование систем связи на базе цифровых сигнальных процессоров**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

| Код и наименование компетенции  | Планируемые результаты обучения (индикаторы)  | Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине   |
|---|---|---|
| 1   | 2   | 3   |
| ОПК-4 -Способен разрабатывать элементы технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений | Д-1 - Проявлять самостоятельность и творчество при решении поставленной задачи<br>З-2 - Изложить основные принципы разработки элементов технических объектов, систем и технологических процессов<br>У-3 - Использовать информационные технологии для моделирования, расчета и проектирования элемента | Зачет<br>Лабораторные занятия<br>Лекции<br>Отчет по лабораторным работам<br>Практические/семинарские занятия<br>Расчетно-графическая работа |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | технического объекта, системы или технологического процесса  |  |
| ПК-4 -Способен осуществлять проектирование сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ | <p>З-5 - Сделать обзор современных технических решений создания объектов и систем связи (телекоммуникационных систем) и ее компонентов, новейшее оборудование и программное обеспечение</p> <p>П-1 - Осуществлять сбор исходных данных, необходимых для разработки проектной документации</p> <p>П-5 - Определить функциональную структуру объекта, системы связи (телекоммуникационной системы)</p> <p>У-2 - Использовать современные информационно-коммуникационные технологии, в том числе специализированное программное обеспечение для решения задач проектирования и проведения расчетов</p> <p>У-5 - Обосновать выбор информационных технологий, предварительных технических решений по объекту, системе связи (телекоммуникационной системе) и ее компонентам, оборудования и программного обеспечения</p> <p>У-8 - Использовать типовые технические решения при проектировании объектов и систем связи</p> | <p>Зачет</p> <p>Контрольная работа</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Лекции</p> <p>Отчет по лабораторным работам</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Расчетно-графическая работа</p> |

### **3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)**

#### **3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине**

**1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.50**

|   |                                 |                              |
|---|---------------------------------|------------------------------|
| Текущая аттестация на лекциях   | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| <i>Контрольная работа</i>   | 7,9                             | 50                           |
| <i>Расчетно-графическая работа</i>  | 7,11                            | 50                           |
| <b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.50</b>  |                                 |                              |
| <b>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет</b>  |                                 |                              |
| <b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.50</b>                                      |                                 |                              |
| <b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.25</b> |                                 |                              |
| Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях   | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| <i>Практическая работа</i>  | 7,15                            | 100                          |
| <b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1.00</b>                   |                                 |                              |
| <b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет</b>  |                                 |                              |
| <b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0.00</b>             |                                 |                              |
| <b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.25</b>                          |                                 |                              |
| Текущая аттестация на лабораторных занятиях   | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| <i>Лабораторная работа 1</i>  | 7,10                            | 25                           |
| <i>Лабораторная работа 2</i>  | 7,12                            | 25                           |
| <i>Лабораторная работа 3</i>  | 7,14                            | 25                           |
| <i>Лабораторная работа 4</i>  | 7,16                            | 25                           |
| <b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1.00</b>                               |                                 |                              |
| <b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет</b>   |                                 |                              |
| <b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0.00</b>                        |                                 |                              |
| <b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено</b>                          |                                 |                              |
| Текущая аттестация на онлайн-занятиях   | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
|   |                                 |                              |
| <b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено</b>                         |                                 |                              |
| <b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет</b>   |                                 |                              |
| <b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено</b>                  |                                 |                              |

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

|   |                                 |                              |
|---|---------------------------------|------------------------------|
| Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта   | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– <b>не предусмотрено</b>                |                                 |                              |
| Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – <b>не предусмотрено</b> |                                 |                              |

#### 4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

##### Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

| Результаты обучения | Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам   |
|---------------------|--|
| Знания              | Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.   |
| Умения              | Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.                                |
| Опыт /владение      | Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.   |
| Другие результаты   | Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов.<br>Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения.<br>Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения. |

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

##### Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

| Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов) |  |                  |
|--|--|------------------|
| № п/п  | Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов | Шкала оценивания |
|  |  |                  |

|    | <b>обучения<br/>(выполненное оценочное задание)</b>  | <b>Традиционная характеристика уровня</b>      |            | <b>Качественная характеристика уровня</b> |
|----|--|--|------------|---|
| 1. | Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет   | Отлично<br>(80-100 баллов)                     | Зачтено    | Высокий (В)                               |
| 2. | Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения      | Хорошо<br>(60-79 баллов)                       |            | Средний (С)                               |
| 3. | Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания   | Удовлетворительно<br>(40-59 баллов)            |            | Пороговый (П)                             |
| 4. | Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка | Неудовлетворительно<br>но<br>(менее 40 баллов) | Не зачтено | Недостаточный (Н)                         |
| 5. | Результат обучения не достигнут, задание не выполнено  | Недостаточно свидетельств для оценивания       |            | Нет результата                            |

## **5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ**

### **5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля**

#### **5.1.1. Лекции**

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

#### **5.1.2. Практические/семинарские занятия**

Примерный перечень тем

1. Форматы данных, используемые в цифровых сигнальных процессорах (ЦСП)
2. Расчет коэффициентов КИХ-фильтров методом оконного "взвешивания"
3. Расчет коэффициентов оптимальных КИХ-фильтров
4. Расчет коэффициентов БИХ-фильтров методом билинейного Z-преобразования
5. Частотный анализ с помощью алгоритма БПФ

LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.1.3. Лабораторные занятия**

Примерный перечень тем

1. Изучение среды разработки и отладки ПО для ЦСП
2. Моделирование характеристик цифровых КИХ-фильтров
3. Моделирование характеристик цифровых БИХ-фильтров
4. Измерение частотных характеристик КИХ и БИХ-фильтров

LMS-платформа – не предусмотрена

## 5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

### Базовый

#### 5.2.1. Контрольная работа

Примерный перечень тем

1. Общие сведения о цифровой обработке сигналов (ЦОС)
2. Классификация цифровых сигнальных процессоров (ЦСП)

Примерные задания

Перечислить достоинства и недостатки аналоговой обработки сигналов.

Перечислить достоинства и недостатки цифровой обработки сигналов (ЦОС).

Перечислить основные алгоритмы и типовые операции ЦОС.

Привести примеры областей применения ЦОС.

Перечислить достоинства и недостатки форматов данных с фиксированной и с плавающей точкой.

Указать диапазон представления чисел и разрешающую способность заданного формата данных с фиксированной точкой.

Указать распределение разрядов для кодирования чисел в заданном формате данных с плавающей точкой.

Дать определение цифрового сигнального процессора (ЦСП).

Перечислить характерные особенности ЦСП.

Перечислить достоинства и недостатки модифицированной гарвардской архитектуры ЦСП.

Сравнить модифицированную гарвардскую и "супергарвардскую" архитектуры ЦСП.

Сравнить "суперскалярную" и VLIW-архитектуры ЦСП.

Пояснить принцип конвейерного выполнения команд в ЦСП, указать его достоинства и недостатки.

Перечислить способы оценки производительности ЦСП, привести примеры.

Перечислить тенденции развития ЦСП, проиллюстрировать цифрами (где это возможно).

Привести сравнительный обзор языков программирования для ЦСП.

LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.2.2. Расчетно-графическая работа

Примерный перечень тем

1. Проектирование цифровых фильтров КИХ-типа с использованием средств Simulink MatLAB

2. Проектирование цифровых фильтров БИХ-типа с использованием средств Simulink MatLAB

Примерные задания

Провести расчёт коэффициентов цифрового фильтра (ЦФ).



Провести расчет амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) ЦФ.

Вычислить отклик ЦФ во временной области с помощью алгоритма быстрой линейной свёртки (через БПФ).

Форма АЧХ фильтра (ФНЧ, ФВЧ, ПФ, РФ), тип алгоритма быстрой свёртки (наложения, перекрытия фрагментов) и вид входного сигнала приведены в методических указаниях.

LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.2.3. Отчет по лабораторным работам**

Примерный перечень тем

1. Моделирование характеристик КИХ и БИХ-фильтров в среде разработки
2. Измерение частотных характеристик КИХ и БИХ-фильтров

Примерные задания

Провести расчёт коэффициентов цифрового фильтра (ЦФ), написать программу реализации ЦФ на ЦСП, провести моделирование работы ЦФ в среде разработки, оценить время расчёта отклика ЦФ, сделать вывод о производительности ЦФ.

Тип фильтров (КИХ, БИХ), форма АЧХ (ФНЧ, ФВЧ, ПФ, РФ) и параметры фильтров приведены в методических указаниях.

Провести настройку измерительного стенда, загрузить программу реализации ЦФ в отладочную плату, выполнить измерение частотных характеристик ЦФ, сделать вывод о соответствии измеренных характеристик расчётным данным.

Тип фильтров (КИХ, БИХ), форма АЧХ (ФНЧ, ФВЧ, ПФ, РФ) и параметры фильтров приведены в методических указаниях.

LMS-платформа – не предусмотрена

## **5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля**

### **5.3.1. Зачет**

Список примерных вопросов

1. Общие сведения о цифровой обработке сигналов. Дискретизация и квантование. Типовая структурная схема устройства ЦОС.
2. Аналого-цифровое преобразование. Теорема отсчетов. Соотношение «сигнал/цифровой шум». Эффективная разрядность. Типы АЦП, используемые в ЦОС.
3. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Цифровая свёртка (круговая, линейная, циклическая). Вычисление линейной свёртки через ДПФ (замещение, наложение фрагментов).
4. Быстрое преобразование Фурье (БПФ) с прореживанием по времени. Базовая операция, общая структура, способ упорядочивания отсчетов. Коэффициент ускорения вычислений.
5. Быстрое преобразование Фурье (БПФ) с прореживанием по частоте. Базовая операция, общая структура, способ упорядочивания отсчетов. Использование БПФ для вычисления линейной свёртки, коэффициент ускорения.

6. Выбор параметров алгоритма ДПФ для реализации в реальном масштабе времени. Размывание («утечка») спектра, разрешающая способность по частоте. «Взвешивание» исходных данных.

7. Цифровые КИХ-фильтры. АЧХ идеализированных фильтров НЧ, ВЧ, ПФ, РФ. Свойства КИХ-фильтра. Структурная схема для аппаратно-программной реализации.

8. Синтез коэффициентов КИХ-фильтра по отсчетам импульсной характеристики. «Взвешивание» коэффициентов, критерии выбора взвешивающей (оконной) функции.

9. Синтез оптимальных КИХ-фильтров. Алгоритм Паркса-Макклиллана: критерий оптимизации, вид АЧХ, экстремальные частоты АЧХ. Эмпирическая оценка длины фильтра.

10. Цифровые БИХ-фильтры. Свойства БИХ-фильтра. Структурная схема для аппаратно-программной реализации. Синтез БИХ-фильтров по аналоговым прототипам, нуль-полосное представление передаточной характеристики.

11. Цифровые БИХ-фильтры. Билинейное Z-преобразование, условия устойчивости и реализуемости. Графическое представление АЧХ на Z-плоскости. Каскадная форма реализации.

12. Форматы данных с фиксированной точкой, с плавающей точкой. Точность и диапазоны представления чисел. Нормировка результатов. «Особые» числа в формате с плавающей точкой. Достоинства и недостатки форматов.

13. Архитектуры ЦСП: Гарвардская, модифицированная Гарвардская, SHARC. Структурные схемы, достоинства и недостатки. Примеры.

14. Системы команд ЦСП: CISC, RISC, VLIW. Конвейер команд, достоинства и недостатки. Примеры.

15. Способы организации рабочих регистров ЦСП: специализированного типа и типа «регистровый файл». Достоинства и недостатки. Примеры.

16. Конструктивные и эксплуатационные особенности современных ЦСП и тенденции развития: Примеры.

LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

| Направление воспитательной деятельности | Вид воспитательной деятельности   | Технология воспитательной деятельности   | Компетенция | Результаты обучения | Контрольно-оценочные мероприятия  |
|---|---|--|-------------|---------------------|---|
| Профессиональное воспитание             | проектная деятельность целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях | Технология «Портфолио работ»<br>Технология проектного образования<br>Технология самостоятельной работы | ОПК-4       | Д-1                 | Зачет<br>Контрольная работа<br>Лабораторные занятия<br>Лекции<br>Отчет по лабораторным работам<br>Практические/семинарские занятия<br>Расчетно- |

|  |  |  |  |  |                       |
|--|--|--|--|--|-----------------------|
|  |  |  |  |  | графическая<br>работа |
|--|--|--|--|--|-----------------------|