

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»**

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИКНК
_____ Д.П. Зегжда
«17» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Сигнальные процессоры»

Разработчик

Высшая школа компьютерных технологий и информационных систем

Направление (специальность)
подготовки

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Наименование ООП

09.03.01_01 Разработка компьютерных систем

Квалификация (степень)
выпускника

бакалавр

Образовательный стандарт

СУОС

Форма обучения

Очная

СОГЛАСОВАНО

Соответствует СУОС

Руководитель ОП

Утверждена протоколом заседания

_____ Р.В. Цветков

высшей школы "ВШКТиИС"

«19» мая 2025 г.

от «19» мая 2025 г. № 4

РПД разработал:

Старший преподаватель А.В. Лупин

1. Цели и планируемые результаты изучения дисциплины

Цели освоения дисциплины

1. Приобретение общих знаний по архитектурам сигнальных процессоров (СП).
2. Приобретение знаний по особенностям различных типов микропроцессорных серий СП (отечественных и зарубежных).
3. Приобретение знаний по структуре, средствам программирования, реализации алгоритмов, принципам построения и функционирования СП.

Результаты обучения выпускника

Код	Результат обучения (компетенция) выпускника ООП
ПК-1	Способен использовать интеллектуальные технологии для проектирования сложных технических систем
ИД-1 ПК-1	Применяет современные информационные технологии при создании технических систем

Планируемые результаты изучения дисциплины

знания:

- Знает спектр инструментальных средств, пригодных для использования на разных стадиях проектирования программного обеспечения

умения:

- Умеет обоснованно выбирать набор инструментальных средств для обеспечения процесса разработки программных систем

навыки:

- Владеет навыком использования средств автоматизированного проектирования для ввода схем уровня печатной платы

2. Место дисциплины в структуре ООП

В учебном плане дисциплина «Сигнальные процессоры» относится к модулю «Дисциплины (модули) по выбору 5 (ДВ.5)».

Изучение дисциплины базируется на результатах освоения следующих дисциплин:

- Дискретная математика
- Основы вычислительной техники
- Цифровая обработка сигналов

3. Распределение трудоёмкости освоения дисциплины по видам учебной работы и формы текущего контроля и промежуточной аттестации

3.1. Виды учебной работы

Виды учебной работы	Трудоемкость по семестрам
	Очная форма
Лабораторные занятия	30
Самостоятельная работа	74
Промежуточная аттестация (зачет)	4
Общая трудоемкость освоения дисциплины	108, ач 3, зет

3.2. Формы текущего контроля и промежуточной аттестации

Формы текущего контроля и промежуточной аттестации	Количество по семестрам
	Очная форма
Промежуточная аттестация	
Зачеты, шт.	1

4. Содержание и результаты обучения

4.1 Разделы дисциплины и виды учебной работы

№ раздела	Разделы дисциплины, мероприятия текущего контроля	Очная форма	
		Лаб, ач	СР, ач
1.	Введение. Методы и алгоритмы ЦОС.	4	6
2.	Архитектура сигнальных процессоров (СП). Основные блоки СП. Реализация базовых операций.	4	6
3.	Программные и аппаратные средства разработки ПО СП. Ассемблер СП.	10	20
4.	Современные сигнальные микропроцессоры.		
4.1.	Архитектура микропроцессоров семейства «Мультикор» НТЦ «Элвис»	6	14

4.2.	Архитектура микропроцессоров семейства SHARC (TigerSHARC) фирмы Analog Devices	2	12
4.3.	Архитектура микропроцессоров семейства VelociTI фирмы Texas Instruments.	2	4
5.	Интерфейсы СП. Архитектура многопроцессорных систем ЦОС.	2	12
Итого по видам учебной работы:		30	74
Зачеты, ач			0
Часы на контроль, ач			0
Промежуточная аттестация (зачет)			4
Общая трудоёмкость освоения: ач / зет		108 / 3	

4.2. Содержание разделов и результаты изучения дисциплины

Раздел дисциплины	Содержание
1. Введение. Методы и алгоритмы ЦОС.	История создания сигнальных процессоров СП. Области применения СП. Этапы развития микроэлектроники и микропроцессорной техники. Поколения семейств сигналных микропроцессоров. Рассматриваются операции дискретизации и квантования, временные и частотные характеристики сигналов. Рассматриваются алгоритмы фильтрации, дискретное и быстрое преобразование Фурье (БПФ). Рассматриваются задачи спектрального анализа. Базовые операции алгоритмов.
2. Архитектура сигнальных процессоров (СП). Основные блоки СП. Реализация базовых операций.	Архитектура сигнальных процессоров. Типовые структуры блоков СП. Арифметические блоки. Форматы данных. Типы адресации. Совмещение операций. Память данных. Память программ. Подключение к внешним устройствам. Конвейерная обработка данных. Реализация базовых операций.
3. Программные и аппаратные средства разработки ПО СП. Ассемблер СП.	Инструментальные средства проектирования систем ЦОС. Интегрированная среда разработки рабочих программ. Ассемблеры, компиляторы, сплитеры. Библиотеки функций и подпрограмм. Библиотека функций Vector Signal & Image Processing (VSIP). Эмуляторы и симуляторы. Программные отладчики. Отладчики с использованием JTAG.
4. Современные сигнальные микропроцессоры.	
4.1. Архитектура микропроцессоров семейства «Мультикор» НТЦ «Элвис»	Архитектура микропроцессоров семейства «Мультикор» НТЦ «Элвис», Структурная схема. Функции ядер СП. Шинная организация. Организация вычислительного процесса. Характеристики внутренних блоков памяти. Структура команд. Языковые средства. Временные характеристики.
4.2. Архитектура микропроцессоров семейства SHARC (TigerSHARC) фирмы Analog Devices	Архитектура микропроцессоров семейства TigerSHARC фирмы Analog Devices. Структурная схема. Шинная организация. Организация вычислительного процесса. Характеристики внутренних блоков памяти. Структура команды. Языковые средства нижнего уровня. Ассемблер. Примеры программирования. Временные характеристики микропроцессоров. Сравнительный анализ.

<p>4.3. Архитектура микропроцессоров семейства VelociTI фирмы Texas Instruments.</p>	<p>Архитектура микропроцессоров семейства VelociTI фирмы Texas Instruments. Структурная схема. Шинная организация. Организация вычислительного процесса. Характеристики внутренних блоков памяти. Структура команды. Языковые средства нижнего уровня. Ассемблер. Примеры программирования. Временные характеристики микропроцессоров. Сравнительный анализ.</p>
<p>5. Интерфейсы СП. Архитектура многопроцессорных систем ЦОС.</p>	<p>Интерфейсы сигнальных процессоров. Подключение к внешней памяти. Подключение к общей шине. Синхронный последовательный порт, LINK - порт, каналы SpaceWire. Структура многопроцессорных систем. Способы управления. Подключение к интерфейсам: RS-232, RS-485, RS-422.</p>

5. Образовательные технологии

1. Лекции - для освоения теоретического материала, общие представления в информационном пространстве.
2. Лабораторные работы - для получения практических навыков по изучению архитектуры и создания прикладных программ сигнального процессора.
3. Консультации - в течение всего семестра по вопросам самостоятельной работы. Написание реферата по изучению отдельному процессору

6. Лабораторный практикум

№ раздела	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ач
		Очная форма
1.	Изучение ассемблера микропроцессора ADSP218x. Алгоритм создания программы на ассемблере. Примеры.	12
2.	Изучение интегрированной среды VisualDSP. Отладка программы на ассемблере. Примеры.	4
3.	Выполнение индивидуального задания по написанию и отладке 1-й программы обработки сигнала	4
4.	Выполнение индивидуального задания по написанию и отладке 1-й программы обработки сигнала (с дополнением)	4
5.	Выполнение индивидуального задания по написанию и отладке 2-й программы обработки сигнала	6
Итого часов		30

7. Практические занятия

Не предусмотрено

8. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов направлена на освоение учебного материала, получение навыков самостоятельного изучения литературы по курсу, электронных ресурсов, приобретение практических навыков решения задач на лабораторных работах, изучению лекционного материала.

Примерное распределение времени самостоятельной работы студентов

Вид самостоятельной работы	Примерная трудоемкость, ач
	Очная форма
Текущая СР	
работа с лекционным материалом, с учебной литературой	9
опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	12
самостоятельное изучение разделов дисциплины	8
выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	19
подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	4
Итого текущей СР:	52
Творческая проблемно-ориентированная СР	
выполнение расчётно-графических работ	0
выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	16
работа над междисциплинарным проектом	0
исследовательская работа, участие в конференциях, семинарах, олимпиадах	6
анализ данных по заданной теме, выполнение расчётов, составление схем и моделей на основе собранных данных	0
Итого творческой СР:	22
Общая трудоемкость СР:	74

9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Адрес сайта курса

<https://teams.microsoft.com/l/team/19%3a38467448891345dbbbb7388781c26cf6%40thread.tacv2/conversations?groupId=14da257f-bcbc-4516-aaf7-7263958d0656&tenantId=137a6a63-e79e-4931-af0c-eea232c41af7>

9.2. Рекомендуемая литература

Основная литература

№	Автор, название, место издания, издательство, год (годы) издания	Год изд.	Источник
1	Лобан В.И. Модульное программирование на языках С и ассемблере: вызов функций и процедур, передача параметров, 2013. URL: http://elib.spbstu.ru/dl/2/3428.pdf	2013	ЭБ СПбПУ

Ресурсы Интернета

1. Миросхемы серии «МУЛЬТИКОР». НТЦ «Элвис», Москва: <http://www.elvees.ru>
2. Миросхемы серии TigerSHARC. Analog Devices : <http://www.analog.spb.ru>
3. Миросхемы серии VelociTI . Texas Instruments: <http://www.ti.com>

9.3. Технические средства обеспечения дисциплины

Для проведения занятий используется набор проектов ПЛИС, которые включают в себя модель сигнального процессора.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения занятий используется специализированный лабораторный класс, укомплектованный: персональными компьютерами с

1. Операционная система WinXP SP3, WinXPx64 SP2, Win2003Server R2 SP2, WinVista SP2, Win2008Server SP2 или R2, Win7, Win8, Win8.1, Windows 10;
2. Процессор: с поддержкой SSE2;
3. Дисковое пространство: не менее 9 Гб;
4. Оперативная память: минимум 1 Гб, оптимально 2 Гб и более.

Лабораторный класс укомплектован набором программно-аппаратных средств отладочной платы: плата CoreEP2C5 и ПО, поставляемое с данной платой. Проект, имитирующий СП, загружается в ПЛИС Альтера отладочной платы.

11. Критерии оценивания и оценочные средства

11.1. Критерии оценивания

Для дисциплины «Сигнальные процессоры» формой аттестации является зачёт. Дисциплина реализуется с применением системы индивидуальных достижений.

Текущий контроль успеваемости

Максимальное значение персонального суммарного результата обучения (ПСРО) по приведенной шкале - 100 баллов

Максимальное количество баллов приведенной шкалы по результатам прохождения двух точек контроля - 80 баллов.

Подробное описание правил проведения текущего контроля с указанием баллов по каждому контрольному мероприятию и критериев выставления оценки размещается в СДО в навигационном курсе дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине

Максимальное количество баллов по результатам проведения аттестационного испытания в период промежуточной аттестации – 20 баллов приведенной шкалы.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с расписанием.

Оценки «зачет» заслуживает студент, обнаруживший достаточно всестороннее, систематическое знание учебно-программного материала, умение выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой, получивший за тест 50 баллов и более.

Оценки «незачет» выставляются студенту, обнаружившему существенные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, получивший за тест менее 50 баллов.

Результаты промежуточной аттестации, определяются на основе баллов, набранных в рамках применения, СИД

Баллы по приведенной шкале в рамках применения СИД (ПСРО+ ПА)	Оценка по результатам промежуточной аттестации
	Экзамен/диф.зачет/зачет
0 - 60 баллов	Неудовлетворительно/не зачтено

Баллы по приведенной шкале в рамках применения СИД (ПСРО+ ПА)	Оценка по результатам промежуточной аттестации
	Экзамен/диф.зачет/зачет
61 - 75 баллов	Удовлетворительно/зачтено
76 - 89 баллов	Хорошо/зачтено
90 и более	Отлично/зачтено

11.2. Оценочные средства

Оценочные средства по дисциплине представлены в фонде оценочных средств, который является неотъемлемой частью основной образовательной программы и размещается в электронной информационно-образовательной среде СПбПУ на портале etk.spbstu.ru

12. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Цель методических рекомендаций - обеспечить студенту оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

1 Методические рекомендации по изучению дисциплины

Студентам необходимо ознакомиться:

- с содержанием рабочей программы дисциплины (далее - РПД),
- с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами

образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине, имеющимся на образовательном портале.

1. Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям (теоретический курс).

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Именно поэтому контроль над систематической работой студентов всегда находится в центре внимания высшей школы.

Студентам необходимо: перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, что позволит сэкономить время на записывание темы лекции, ее основных вопросов, рекомендуемой литературы;

- на отдельные лекции приносить соответствующий материал на бумажных носителях, представленный лектором на портале или присланный на «электронный почтовый ящик

группы» (таблицы, графики, схемы). Данный материал будет охарактеризован, прокомментирован, непосредственно на лекции;

- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала.

1.2. Рекомендации по подготовке к лабораторным работам.

Студентам следует:

- приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;
- до очередного занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический и практический материал соответствующей темы занятия;
- при подготовке к лабораторным работам следует обязательно использовать не только лекции, учебную литературу, но и нормативно- правовые акты и материалы правоприменительной практики;
- теоретический материал следует соотносить с правовыми нормами, так как в них могут быть внесены изменения, дополнения, которые не всегда отражены в учебной литературе;

Примерные вопросы к тесту (до 10 баллов за ответ на вопрос).

1. 1. Сколько операций над действительными числами в операции БПФ «бабочка»?

Поясните.

2. 2. Напишите базовые операции алгоритмов ЦОС.

3. 3. Какие преимущества дает многопортовый регистровый файл в микропроцессорах?

Сколько операндов считывается (записывается) в память в одной команде (в одном такте) в современном СП? Привести пример.

4. 4. Какие блоки входят в состав ядра СП? Что такое SIMD-режим? Примеры реализации алгоритма.

5. 5. В чем отличие Гарвардской архитектуры от модифицированной Гарвардской? В чем отличие модифицированной Гарвардской архитектуры от Супергарвардской?

6. 6. В чем отличие арифметических блоков процессоров семейства ADSP21x6x и семейства TMS320C6xxx? В чем отличие арифметических блоков процессоров семейства

ADSP21x6x и семейства «Мультикор»? В чем отличие арифметических блоков процессоров семейства «Мультикор» и семейства TMS320C6xxx?

7. 7. В чем преимущества систолических структур? Примеры.
8. 8. В чем сложность использования микропроцессоров с несколькими ядрами?
9. 9. Какие аппаратные средства используются для объединения нескольких микропроцессоров в общую структуру?
10. 10. Какие программные и аппаратные средства используются для начальной загрузки программы и данных в СП?

13. Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.