

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИКНК
_____ Д.П. Зегжда
«17» июня 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Цифровая обработка сигналов»

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
Руководитель ОП
_____ Р.В. Цветков
«26» марта 2024 г.

Соответствует СУОС
Утверждена протоколом заседания
высшей школы "ВШКТиИС"
от «26» марта 2024 г. № 1

РПД разработал:
Доцент, к.т.н., доц. В.А. Сушников

1. Цели и планируемые результаты изучения дисциплины

Цели освоения дисциплины

1. Приобретение знаний по типам детерминированных и случайных, аналоговых и цифровых сигналов.
2. Приобретение знаний по основам теории цифровой обработки сигналов.
3. Приобретение знаний по основным алгоритмам цифровой обработки сигналов и условиям их применения.
4. Приобретение знаний по способам генерации, преобразования и обнаружения сигналов и построению математических моделей.

Результаты обучения выпускника

Код	Результат обучения (компетенция) выпускника ООП
ОПК-9	Способен осваивать методики использования программных средств для решения практических задач
ИД-1 ОПК-9	Использует пакеты прикладных программ для решения задач в различных областях

Планируемые результаты изучения дисциплины

знания:

- Знает программные средства моделирования систем ЦОС

умения:

- Умеет выбрать подходящие средства для решения поставленных задач

навыки:

- Владеет навыками применения программного пакета Matlab для моделирования алгоритмов ЦОС

2. Место дисциплины в структуре ООП

В учебном плане дисциплина «Цифровая обработка сигналов» не связана ни с одним модулем учебного плана.

Изучение дисциплины базируется на результатах освоения следующих дисциплин:

- Высшая математика
- Физика
- Дискретная математика

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

3.1. Виды учебной работы

Виды учебной работы	Трудоёмкость по семестрам
	Очная форма
Лекционные занятия	30
Лабораторные занятия	14
Самостоятельная работа	60
Промежуточная аттестация (зачет)	4
Общая трудоёмкость 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
Текущий контроль	
Контрольные, шт.	1
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		
		Лек, ач	Лаб, ач	СР, ач
1.	Основы теории ЦОС. История развития. Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы. Временные и частотные характеристики сигнала.	2	0	2
2.	Методы и алгоритмы ЦОС. Цифровые фильтры. Автоматизированные средства анализа.			

2.1.	Методы и алгоритмы ЦОС. Цифровые фильтры.	4	2	6
2.2.	Автоматизированные средства анализа дискретных сигналов MATLAB. Расчет фильтров.	2	2	6
3.	Алгоритмы преобразования Фурье.			
3.1.	Дискретное преобразование Фурье.	2	1	2
3.2.	Быстрое преобразование Фурье. Спектральный анализ.	4	2	7
4.	Алгоритмы нелинейной обработки сигналов.	3	0	3
5.	Шумы, помехи и наводки. Характеристики сигналов.	2	0	3
6.	Обработка изображений. Полутоновое и бинарное изображение. Автоматизированная и автоматическая обработка изображений.	3	0	6
7.	Приемники сигналов. Построение модели приемника.			
7.1.	Обнаружение известного сигнала. Построение модели приемника.	3	4	9
7.2.	Измерение параметров сигнала. Построение модели приемника.	3	3	8
8.	Оценка трудоемкости алгоритмов ЦОС.	2	0	3
Итого по видам учебной работы:		30	14	60
Зачеты, ач				5
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. Основы теории ЦОС. История развития. Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы. Временные и частотные характеристики сигнала.	Основы теории ЦОС. История развития теории. Области применения. Временные и частотные характеристики сигнала. Спектр сигнала. Модуляция сигнала. Манипуляция сигнала. Дискретизация и квантование. АЦП и ЦАП. Теорема Котельникова. Природа шумов. Динамический диапазон сигнала.
2. Методы и алгоритмы ЦОС. Цифровые фильтры. Автоматизированные средства анализа.	
2.1. Методы и алгоритмы ЦОС. Цифровые фильтры.	Рассматриваются методы и алгоритмы ЦОС. Рассматриваются последовательности отсчетов, основные формы представления сигнала в виде квадратур, способы корректировки амплитуды и фазы сигнала. Рассматриваются алгоритмы фильтрации, порядок и коэффициенты фильтров. Нерекursивный и рекурсивный фильтры. Порядок фильтра. Понятие базовой операции. Рассматривается задача переноса спектра сигнала.
2.2. Автоматизированные средства анализа дискретных сигналов MATLAB. Расчет фильтров.	Автоматизированные средства анализа дискретных сигналов. MATLAB. Состав системы. Основные функции. Рассматриваются основные алгоритмы расчета коэффициентов фильтра. Определение целей проектирования фильтров и работа с программой Simulink.
3. Алгоритмы преобразования Фурье.	
3.1. Дискретное преобразование Фурье.	Рассматривается алгоритм дискретного преобразования Фурье (ДПФ). Действительные и комплексные преобразования. Поворачивающие множители. Вычисление коэффициентов ДПФ. Фильтры на основе ДПФ.
3.2. Быстрое преобразование Фурье. Спектральный анализ.	Рассматриваются алгоритмы быстрого преобразования Фурье (БПФ). Операция «бабочка». Основание алгоритма. Понятие «замещения» отсчета. Двоичная реверсия. Вычисление коэффициентов БПФ. Графическое изображение базовых операций. Графы БПФ. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье. Спектральный анализ на основе БПФ. Детектирование. Фильтры на основе БПФ.

4. Алгоритмы нелинейной обработки сигналов.	Рассматриваются алгоритмы нелинейной обработки сигналов. Пороговая обработка. Фиксированные, адаптивные и плавающие пороги. Формирование плавающего порога. Изменение диапазона сигнала.
5. Шумы, помехи и наводки. Характеристики сигналов.	Рассматриваются виды шумов, влияние и устранение помех, причины наводок. Влияние этих составляющих в сигнале на алгоритмы и характеристики сигнала.
6. Обработка изображений. Полутоновое и бинарное изображение. Автоматизированная и автоматическая обработка изображений.	Рассматриваются алгоритмы обработки изображений. Понятие пикселя. Автоматизированная обработка изображений. Обработка изображений в реальном времени. Полутоновое изображение. Алгоритмы фильтрации полутонового изображения. Одномерные и двумерные окна. Медианная фильтрация. Бинарное изображение. Алгоритмы фильтрации бинарного изображения. Двойное увеличение и уменьшение.
7. Приемники сигналов. Построение модели приемника.	
7.1. Обнаружение известного сигнала. Построение модели приемника.	Обнаружение сигнала с заранее известными параметрами. Измерение параметров сигнала в приемнике. Определение перечня алгоритмов работы приемника. Построение модели приемника.
7.2. Измерение параметров сигнала. Построение модели приемника.	Обнаружение сигнала с частично заданными параметрами. Измерение параметров сигнала в приемнике. Определение перечня алгоритмов работы приемника. Построение модели приемника.
8. Оценка трудоемкости алгоритмов ЦОС.	Оценка трудоемкости алгоритмов. Базовые операции. Трудоемкость базовой операции. Вычисление трудоемкости алгоритма. Приведенная трудоемкость алгоритма. Исходные временные параметры потоков данных.

5. Образовательные технологии

1. Лекции - для освоения теоретического материала. Лекции проводятся с использованием электронного обучения (в том числе очного) и дистанционных образовательных технологий.
2. Лабораторные работы - для получения практических навыков освоения алгоритмов ЦОС. Создание моделей идеальных и реальных сигналов.
3. Консультации - в течение всего семестра. На консультациях в свободной дискуссионной форме обсуждаются вопросы по всем текущим разделам программы.

6. Лабораторный практикум

№ раздела	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ач
		Очная форма
1.	Модели в среде МАТЛАБ. Амплитудно-модулированный сигнал. Модель генератора. Модель приемника.	4
2.	Исследование модели согласованного приемника сигналов	4
3.	Исследование модели анализатора спектра сигналов	3
4.	Исследование модели приемника сложных сигналов (с учетом помех, шумов, пропадания и искажения сигнала)	3
Итого часов		14

7. Практические занятия

Не предусмотрено

8. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Примерное распределение времени самостоятельной работы студентов

Вид самостоятельной работы	Примерная трудоемкость, ач
	Очная форма
Текущая СР	
работа с лекционным материалом, с учебной литературой	2
опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	5
самостоятельное изучение разделов дисциплины	6
выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	4
подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	18
подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	6
Итого текущей СР:	41
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	6
работа над междисциплинарным проектом	0
исследовательская работа, участие в конференциях, семинарах, олимпиадах	0
анализ данных по заданной теме, выполнение расчётов, составление схем и моделей на основе собранных данных	8
Итого творческой СР:	14
Общая трудоемкость СР:	60

9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Адрес сайта курса

<https://teams.microsoft.com/l/team/19%3a1041813b9a2b427aaacb2aee5f6d8013%40thread.tacv2/conversations?groupId=02dc15eb-cd2e-4931-8c8e-c7122e362be2&tenantId=137a6a63-e79e-4931-af0c-eea232c41af7>

9.2. Рекомендуемая литература

Основная литература

№	Автор, название, место издания, издательство, год (годы) издания	Год изд.	Источник
1	Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов: М. [и др.]: Питер, 2007.	2007	ИБК СПбПУ

Ресурсы Интернета

1. Документы фирмы Analog Devices: <http://www.analog.spb.ru>
2. Руководство по работе в Matlab: <http://matlab.exponenta.ru>
3. Ричард Лайонс. Цифровая обработка сигналов.: https://www.bsuir.by/m/12_100229_1_85526.pdf

9.3. Технические средства обеспечения дисциплины

Для проведения занятий используются готовые шаблоны (модели приемников ЦОС), с целью обучения работы с ними в МАТЛАБ.

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.

На компьютеры должна быть установлена программа Матлаб Симулинк 2016b (версия на русском языке).

11. Критерии оценивания и оценочные средства

11.1. Критерии оценивания

Для дисциплины «Цифровая обработка сигналов» 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 более 59 баллов.

Оценки «незачет» выставляется студенту, обнаружившему существенные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, получивший за тест менее 60 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 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.

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.