

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 29.06.2023 14:00:25
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

Приложение к ОПОП
«Промышленная электроника»

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ»

для подготовки бакалавров

по направлению

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

по профилю

«Промышленная электроника»

Санкт-Петербург

2023

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

профессор, д.т.н. Грязнов А.Ю.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭПУ
13.01.2023, протокол № 1

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФЭЛ, 20.01.2023, протокол № 1

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФЭЛ
Обеспечивающая кафедра	ЭПУ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	6
Курс	4
Семестр	7
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	51
Лабораторные занятия (академ. часов)	51
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	103
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	113
Всего (академ. часов)	216
Вид промежуточной аттестации	
Экзамен (курс)	4

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ»

Изложены основы теории дискретных сигналов и систем, рассмотрены основные методы фильтрации дискретных сигналов, синтез дискретных фильтров, влияние эффектов квантования и конечной точности вычислений на работу цифровых устройств. Рассмотрены КИХ и БИХ фильтры, приведены основные методы расчета характеристик устройств ЦОС. Изложенные теоретические основы цифровой обработки изображений. Рассмотрены основные методы цифровой обработки изображений, в том числе применение двумерного преобразования Фурье.

SUBJECT SUMMARY

«DIGITAL SIGNAL PROCESSING»

The fundamentals of the theory of discrete signals and systems are outlined, the main methods of filtering discrete signals, the synthesis of discrete filters, the influence of quantization effects and the finite accuracy of calculations on the operation of digital devices are considered. FIR and IIR filters are considered, the main methods for calculating the characteristics of DSP devices are given. Outlined the theoretical foundations of digital image processing. The main methods of digital image processing, including the use of the two-dimensional Fourier transform, are considered.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Целью изучения дисциплины является приобретение комплекса знаний, умений и навыков в области современных методов и средств цифровой обработки сигналов и изображений.

2. Задачи изучения дисциплины:

- овладение знаниями принципов и алгоритмов ЦОС;
- овладение методами синтеза и автоматизированного проектирования;
- элементов и систем ЦОС;
- овладение методами цифровой фильтрации изображений;
- формирование умений и навыков применить получаемые знания к решению прикладных задач.

3. Знания:

- области применения, тенденций и перспектив развития систем и алгоритмов цифровой обработки сигналов;
- видов цифровых шумов и причин их появления;
- назначения и способов реализации дискретного и быстрого преобразования Фурье;
- способов определения импульсной характеристики фильтров;
- назначения и видов фильтров с конечной и бесконечной импульсной характеристикой.

4. Формирование умений:

- выбирать оптимальный тип цифрового фильтра;
- применять дискретное и быстрое преобразование Фурье;
- реализовать алгоритмы дискретного и быстрого преобразования Фурье;
- реализовать алгоритмы цифровых фильтров;

-рассчитывать коэффициенты цифровых фильтров;

5. Формирование навыков:

-использования методов разложения сигнала на спектр;

-использования методов выделения сигнала заданной частоты;

-использования методов подавления шумов.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Математический анализ»

2. «Аналоговая схемотехника»

и обеспечивает подготовку выпускной квалификационной работы.

3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
СПК-10	Готов участвовать в обеспечении производства компонентов, узлов и блоков промышленной электроники
<i>СПК-10.1</i>	<i>Знает принципы обеспечения производства компонентов, узлов и блоков промышленной электроники</i>
<i>СПК-10.2</i>	<i>Умеет использовать нормативные и справочные данные для обеспечения технологического процесса производства компонентов, узлов и блоков промышленной электроники</i>
<i>СПК-10.3</i>	<i>Владеет навыками оформления проектно-конструкторской и технологической документации узлов и блоков промышленной электроники</i>

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Дискретные сигналы	6	6		15
2	Преобразование Фурье: амплитудный и фазовый спектр сигнала, ДПФ и БПФ,	5	4		6
3	Свертка и корреляция. Линейная и циклическая свертка. Быстрая свёртка	4	6		6
4	Случайные процессы. Белый шум.	4	4		6
5	Фильтры с импульсной характеристикой конечной длины	6	6		15
6	Фильтры с импульсной характеристикой бесконечной длины	4	4		15
7	Детерминированные сигналы. Модуляция	6	4		6
8	Оконные функции в задачах фильтрации. Детектирование слабых сигналов	4	6		20
9	Цифровая обработка изображений	6	6		16
10	Фильтрация изображений	6	5	1	8
	Итого, ач	51	51	1	113
	Из них ач на контроль	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	216/6			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Дискретные сигналы	Дискретные последовательности и связанные с ними обозначения Мгновенные значения, амплитуда и мощность сигнала . Условные обозначения операций обработки сигналов. Введение в дискретные линейные инвариантные во времени системы. Дискретные линейные системы.
2	Преобразование Фурье: амплитудный и фазовый спектр сигнала, ДПФ и БПФ,	Ряд Фурье. Дискретное преобразование Фурье. Свойства преобразования Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Спектр сигнала. Разрешающая способность ДПФ, дополнение нулями дискретизация в частотной области.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
3	Свертка и корреляция. Линейная и циклическая свертка. Быстрая свёртка	Теорема о свертке. Вычисление свертки. Связь свертки и БПФ, Корреляция. Связь между корреляцией и спектрами сигналов.
4	Случайные процессы. Белый шум.	Стационарные и эргодические случайные процессы. Модели случайных процессов. Вероятностные характеристики случайных процессов. Белый шум.
5	Фильтры с импульсной характеристикой конечной длины	Введение в КИХ фильтры. Свертка в КИХ фильтрах. Синтез КИХ фильтра нижних частот. Синтез КИХ фильтра верхних частот. Полосовые КИХ фильтры.
6	Фильтры с импульсной характеристикой бесконечной длины	Введение в БИХ фильтры. Свертка в БИХ фильтрах. Синтез БИХ фильтра нижних частот. Синтез БИХ фильтра верхних частот. Полосовые БИХ фильтры. Сравнение КИХ и БИХ фильтров
7	Детерминированные сигналы. Модуляция	Детерминированные сигналы. Виды модуляции. Амплитудная модуляция. Угловая модуляция.
8	Оконные функции в задачах фильтрации. Детектирование слабых сигналов	Оконные функции. Окно Ланцоша. Окно Ханна. Окно Хэмминга. Окно Блэкмана. Окно Кайзера. Детектирование слабых сигналов.
9	Цифровая обработка изображений	Основы цифровой обработки изображений. Двумерные сигналы. Представления изображений. Яркость. Гистограмма изображения.
10	Фильтрация изображений	Фильтрация изображений. Двумерная свертка. Фильтрация в пространственной области. Фильтр Гаусса. Фильтрация с подъемом высоких частот. Двумерное преобразование Фурье. Фильтрация в частотной области.

4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Основы программирования в MATLAB	8
2. Дискретизация и квантование сигнала	6
3. Разложение дискретизированных сигналов в ряд Фурье	6
4. Цифровая фильтрация шумов в среде MATLAB	6
5. Комбинированное использование ключевых операций ЦОС	7
6. Определение коэффициентов цифровых фильтров	6
7. Базовые средства фильтрации шумов на изображениях	6
8. Средства работы с гистограммой изображения	6
Итого	51

4.3 Перечень практических занятий

Практические занятия не предусмотрены.

4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Информационные технологии (операционные системы, программное обеспечение общего и специализированного назначения, а также информационные справочные системы) и материально-техническая база, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, соответствуют требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

Описание информационных технологий и материально-технической базы приведено в УМКД дисциплины в методических указаниях к лабораторным работам, учебных пособиях к практическим занятиям, курсовому проектированию.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине и методика текущего контроля содержатся в учебно-методическом комплексе дисциплины.

Конкретные формы и процедуры текущего контроля знаний и промежуточной аттестации, а также методические указания для обучающихся по самостоятельной работе при освоении дисциплин (содержащиеся в ООП) доводятся до сведения обучающихся в течение первых недель обучения.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	13
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	12
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	37
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	12
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	35
ИТОГО СРС	113

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Сергиенко, Александр Борисович. Цифровая обработка сигналов [Текст] : Учеб. пособие для вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов "Информатика и вычислительная техника" / А.Б.Сергиенко, 2002. -603 с.	114
2	Ибатуллин, Салих Мансурович. Цифровая обработка сигналов изображений [Текст] : учеб. пособие / С.М. Ибатуллин, 2006. -127 с.	38
3	Оппенгейм А. Цифровая обработка сигналов [Текст] / А. Оппенгейм, Р. Шафер ; пер. с англ. С. А. Кулешова, под ред. А. Б. Сергиенко, 2009. -855 с.	15
4	Гонсалес, Рафаэль С. Цифровая обработка изображений [Текст] / Р. С. Гонсалес, Р. Е. Вудс ; пер. с англ. Л. И. Рубанова, П. А. Чочиа ; науч. ред. пер. П. А. Чочиа, 2012. -1103 с.	10
Дополнительная литература		
1	Гольденберг, Лев Моисеевич. Цифровая обработка сигналов [Текст] : Учеб. пособие для ин-тов связи специальности 2307, 2306, 2305 / Л.М.Гольденберг, Б.Д.Матюшкин, М.Н.Поляк, 1990. -256 с.	7
2	Айфичер, Эммануил. Цифровая обработка сигналов [Текст] : практ. подход / Э. Айфичер, Б. Джервис, 2004. -989 с.	11

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Научно-технический журнал "Цифровая обработка сигналов" http://www.dspsa.ru/

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=12741>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Цифровая обработка сигналов» формой промежуточной аттестации является экзамен. Оценивание качества освоения дисциплины производится с использованием рейтинговой системы.

Экзамен

Оценка	Количество баллов	Описание
Неудовлетворительно	0 – 51	теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практически навыки и умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над курсом не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий
Удовлетворительно	52 – 67	теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки и умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки
Хорошо	68 – 84	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки и умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками
Отлично	85 – 100	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки и умения сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено количеством баллов, близким к максимальному

Особенности допуска

Для допуска к экзамену должны быть выполнены и защищены все лабораторные работы на коллоквиумах, предусмотренные рабочей программой дисциплины.

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Дискретизация и квантование сигналов
2	Основные задачи цифровой обработки сигналов
3	Источники погрешности при цифровой обработке сигналов
4	Виды шумов и помех (белый, красный, белый Гауссовский, аддитивные, мультипликативные)
5	Основные элементы оборудования для цифровой обработки сигналов
6	Основные цифровые сигнальные процессоры и их типичные характеристики
7	Теорема Котельникова (Найквиста-Шеннона)
8	Основные методы цифровой обработки сигналов
9	Цифровая фильтрация сигналов
10	Подавление шумов
11	Спектральный анализ сигналов
12	Быстрое преобразование Фурье
13	Понятие, виды и свойства вейвлет-функций
14	Непрерывное вейвлет-преобразование
15	Дискретное вейвлет-преобразование
16	Детектирование слабых гармонических сигналов в сильном шуме с помощью вейвлет-преобразования
17	Цифровая обработка двумерных сигналов (изображений)
18	Основные характеристики изображений. Яркость
19	Гистограмма изображения. Эквиализация гистограммы.
20	Фильтрация изображений в пространственной области
21	Фильтрация изображений в частотной области

Форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина **Цифровая обработка сигналов ФЭЛ**

1. Основные методы цифровой обработки сигналов
2. Цифровая обработка двумерных сигналов (изображений)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Н.Н. Потрахов

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Вариант контрольных вопросов к коллоквиумам.

№ 3 Тема: Основные методы цифровой обработки сигналов

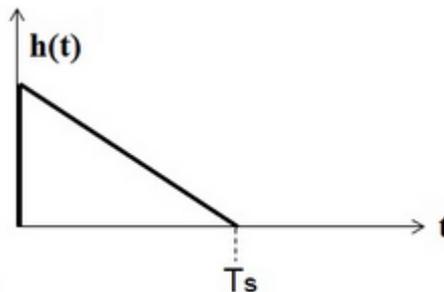


Рис. 1

Определить дискретную свертку $\{y(n)\}$, если импульсная характеристика системы представлена на рис.1 .

1. Определить системную функцию $H(Z)$.
2. Построить схему нерекурсивного фильтра, которому соответствует системная (передаточная) функция $H(Z)$ и позволяющего получить рассчитанные выходные отсчеты $\{y(n)\}$.

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сфор-

мированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
1	Дискретные сигналы	
2	Преобразование Фурье: амплитудный и фазовый спектр сигнала, ДПФ и БПФ, Свертка и корреляция. Линейная и циклическая свертка. Быстрая свёртка Случайные процессы. Белый шум.	
3		
4		Коллоквиум
5		
6	Фильтры с импульсной характеристикой конечной длины	
7		
8	Фильтры с импульсной характеристикой бесконечной длины Детерминированные сигналы. Модуляция Оконные функции в задачах фильтрации. Детектирование слабых сигналов	
9		Коллоквиум
10		
11	Оконные функции в задачах фильтрации. Детектирование слабых сигналов	
12		Коллоквиум

6.4 Методика текущего контроля

на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен.

на лабораторных занятиях

- Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты

В процессе обучения по дисциплине «Цифровая обработка сигналов» студент обязан выполнить 8 лабораторных работ. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. После каждых 3 лабораторных работ предусматривается проведение коллоквиума на 4, 8 и 12 неделях, на которых осуществляется защита лабораторных работ. Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется в бригадах до 2 человек. Оформление отчета студентами осуществляется индивидуально в соот-

ветствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения экспериментальных исследований и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите.

Лабораторные работы защищаются студентами индивидуально. Каждый студент получает вопрос по теоретической части, или по процедуре проведения экспериментальных исследований, или по последующей обработке результатов, после чего ему предоставляется время для подготовки ответа. При обсуждении ответа преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов. В случае если студент демонстрирует достаточное знание вопроса, работа считается защищенной.

На защите лабораторной работы студент должен показать: понимание методики исследования и знание особенностей её применения, понимание и умение объяснять особенности применяемых методов, возможные области их применения и т.д., умение давать качественную и количественную оценку полученных экспериментальных результатов и прогнозировать реакции исследуемого объекта на различные воздействия, навыки и умения, приобретенные при выполнении лабораторной работы.

Примеры контрольных вопросов приведены в критериях оценивания.

Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем лабораторным работам, по результатам которой студент получает допуск на экзамен.

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных и лабораторных занятиях студентов по методикам, описанным выше.

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, доска, проектор	
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест и ПК – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя.	1) Windows 7 и выше; 2) Matlab14b и выше
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше

8 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.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Дата	Изменение	Дата и номер протокола заседания УМК	Автор	Начальник ОМОЛА