Министерство образования и науки Российской Федерации

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет**

**“ЛЭТИ” им. В.И. Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ)**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

# дисциплины

**«Цифровая обработка сигналов и системы реального времени»**

Для подготовки дипломированных бакалавров по направлению 230200.62

*«Информационные системы»*

# Санкт-Петербург

2011

# Санкт-Петербургский государственный электротехнический

# университет “ЛЭТИ”

### “УТВЕРЖДАЮ”

Проректор по учебной работе

Лысенко Н.В.

“\_\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2011 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

# дисциплины

**«Цифровая обработка сигналов и системы реального времени»**

Для подготовки дипломированных бакалавров по направлению 230200.62

*«Информационные системы»*

Уч. план №033, 037

Факультет компьютерных технологий и информатики

Кафедра Автоматизированных систем обработки информации и управления

Курс – 4

Семестр – 7

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Лекции | | 54 ч. |  | Текущий контроль | | 7 семестр |
|  | |  |  |  | |  |
| Лабораторные занятия | | 18 ч. |  | Зачет | | 7 семестр |
|  | |  |  |  | |  |
| Курсовая работа | | 18 ч. |  | Курсовая работа | | 7 семестр |
|  | |  |  |  | |  |
|  | |  |  |  | |  |
| Аудиторные занятия | 72 ч. |  | |
| Самостоятельные занятия | 26 ч. |  | | |
| Всего часов | 98 ч. |  | |

2011

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления“\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2011г., протокол №\_\_\_\_\_\_.

Рабочая программа составлена в соответствии с государственным образовательным стандартом для подготовки бакалавров по направлению 230200.62 – «Информационные системы»

Дисциплина «Цифровая обработка сигналов и системы реального времени» преподается на основе ранее изученных дисциплин:

1. математический анализ;
2. дискретная математика;
3. алгебра и геометрия;
4. теория вероятностей и математическая статистика;
5. вычислительная математика;
6. методы оптимизации

и служит фундаментом для изучения следующих дисциплин:

1. системы реального времени.

Рабочая программа одобрена методической комиссией факультета компьютерных технологий и информатики “\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2011г.

**Аннотация**

В дисциплине излагаются основные положения цифровой обработки сигналов (ЦОС), включающие предметную область, основные задачи, вычисляемые характеристики и показатели, категории цифровой обработки сигналов, вопросы сжатия данных и сокращения избыточности. Перечисляются и сопоставляются критерии цифровой обработки, принципы и способы обработки. Приводятся разновидности, типовые структуры и основные этапы ЦОС.

Также приводятся теоретические основы и математический аппарат цифровой обработки сигналов, включающие конечное дискретное преобразование Фурье, алгоритм быстрого преобразования Фурье, спектры типовых непрерывных и дискретных сигналов, свертку непрерывных и дискретных сигналов, Z – преобразование и основные положения цифровой фильтрации, структуры цифровых фильтров. Рассмотрены рекурсивная и нерекурсивная цифровая фильтрация и соответствующие быстрые алгоритмы цифровой фильтрации.

Излагаются основы теории и методы обобщенной спектральной обработки сигналов, включающие быстрые ортогональные преобразования по системам базисныхфункций Уолша и Хаара, многокритериальное сопоставление спектральных разложений по системам гармонических и негармонических функций, а также оптимальное разложение Карунена-Лоэва. Рассматривается решение задачи адаптации и оптимизации систем базисных функций в матрично-ядерном представлении.

Рассматриваются вопросы цифровой обработки сигналов в современных информационных технологиях.

Приводятся методы фрактальных отображений и вейвлет-преобразований в ЦОС, быстрые алгоритмы вейвлет-преобразований, методы фрактального и вейвлет - сжатия изображений.

Анализируются прикладные аспекты ЦОС (формирование признаковых пространств минимальной размерности в задачах распознавания образов и технической диагностики; особенности использования методов цифровой обработки экспериментальных данных в системах мониторинга динамических объектов и нейросетевых технологиях; ЦОС и вычислительный (компьютерный) эксперимент; перспективные направления современных цифровых технологий - технологии видеопроизводства, цифровой фотографии, цифрового телевидения, видеотелефонии, голосовые технологии и системы цифровой обработки аудиоинформации. и т.д.). Рассматриваются стандарты компрессии/декомпрессии в системах мультимедиа и видеоконференцсвязи.

**Цели и задачи дисциплины**

1. Освоение теоретических основ и математического аппарата цифровой обработки одно- и многомерных сигналов.
2. Изучение методов нахождения закономерностей обрабатываемых цифровых сигналов физической природы, принципов организации вычислительных процедур анализа и оценивания характеристик процессов в динамических объектах, алгоритмов быстрых ортогональных преобразований, а также методов расчета оценок спектрально-корреляционных характеристик случайных процессов в линейных динамических системах.
3. Формирование навыков экспериментальных исследований, построения цифровых моделей изучаемых процессов, проведения аналитических и графоаналитических расчетов, сопоставления методов и алгоритмов цифровой обработки одно- и многомерных сигналов.

**Требования к уровню освоения дисциплины**

В результате изучения дисциплины студенты должны:

1. Знать теоретические основы и математический аппарат цифровой обработки одно- и многомерных сигналов.
2. Уметь моделировать структуры систем цифровой обработки сигналов, реализовывать на типовых и специализированных программных средствах методы и алгоритмы цифровой обработки, а также оптимизировать процедуру цифровой обработки сигналов при различных априорных сведениях.
3. Иметь представление о перспективных алгоритмах и аппаратно-программных средствах цифровой обработки сигналов.

#### Содержание рабочей программы

**Раздел 1. Основные положения цифровой обработки сигналов**

Тема 1. Категории цифровой обработки сигналов (ЦОС). Предметная область, основные задачи, вычисляемые характеристики и показатели. Сжатие информации и сокращение избыточности. Критерии цифровой обработки. Принципы и способы обработки. Разновидности ЦОС. Типовые структуры и основные этапы ЦОС.

Тема 2. Понятие сигнала. Классификация моделей сигналов, случайных процессов и искажающих факторов. Нечеткие множества и их основные характеристики. Априорные сведения в задачах ЦОС. Фракталы, фрактальные конфигурации и фрактальные отображения. Компрессия и декомпрессия информационных аудио- и видеопотоков.

Тема 3. Требования к моделям сигналов. Дискретизация и квантование. Цифровое представление обрабатываемых сигналов. Числовые показатели, параметры и характеристики одно- и многомерных сигналов.

Тема 4. Информационные и математические модели статических и динамических изображений. Волновые поля, их основные свойства, параметры и характеристики.

Математические модели волновых полей.

**Раздел 2. Теоретические основы и математический аппарат цифровой обработки сигналов**

Тема 5. Преобразование Фурье, его разновидности, свойства и особенности. Конечное дискретное преобразование Фурье. Алгоритм быстрого преобразования Фурье. Спектры типовых непрерывных и дискретных сигналов.

Тема 6. Свертка непрерывных и дискретных сигналов. Z – преобразование и основные положения цифровой фильтрации. Структуры цифровых фильтров. Рекурсивная и нерекурсивная цифровая фильтрация. Быстрые алгоритмы цифровой фильтрации.

Тема 7. Основные положения спектрально-корреляционного анализа случайных процессов. Теорема Винера-Хинчина. Автокорреляционные и взаимнокорреляционные характеристики. Спектральная плотность мощности и методы ее вычисления.

Оценивание спектральных и корреляционных характеристик случайных процессов.

Весовые функции и их влияние на оценки спектральных и корреляционных характеристик.

**Раздел 3. Основы теории и методы обобщенной спектральной обработки сигналов**

Тема 8. Быстрые ортогональные преобразования по системам базисных функций Уолша и Хаара. Многокритериальное сопоставление спектральных разложений по системам гармонических и негармонических функций. Оптимальное разложение Карунена-Лоэва.

Тема 9. Метод формирования обобщенного ортогонального базиса с алгоритмом быстрого преобразования. Понятие обобщенного спектрального ядра и его степеней свободы. Геометрическая модель обобщенного спектрального ядра. Параметрическая перестройка функций обобщенного ортогонального базиса. Синтез ортогональных операторов в матрично-ядерном представлении. Задачи адаптации и оптимизации систем базисных функций в матрично-ядерном представлении.

**Раздел 4. Организация связи с физическим объектом**

Тема 10. Сенсоры. Формы представления результатов измерений. Первичная обработка результатов измерений. Фильтрация, нормализация. Реализация первичной обработки результатов измерений на ПЛИС.

**Раздел 5. Обработка сигналов в современных цифровых технологиях**

Тема 11. Методы фрактальных отображений и вейвлет-преобразований в цифровой обработке сигналов. Моделирование фракталов. Системы итерируемых функций и отыскание самоподобных областей. Аффинные и квазиаффинные преобразования. Вейвлет-преобразования и кратномасштабный анализ сигналов. Ортогональные и неортогональные вейвлет-преобразования. Быстрые алгоритмы вейвлет-преобразований. Методы фрактального и вейвлет - сжатия изображений.

Тема 12. Прикладные аспекты ЦОС. Формирование признаковых пространств минимальной размерности в задачах распознавания образов и технической диагностики. Особенности использования методов цифровой обработки экспериментальных данных в системах мониторинга динамических объектов и нейросетевых технологиях. ЦОС и вычислительный (компьютерный) эксперимент. Перспективные направления современных цифровых технологий (технологии видеопроизводства, цифровой фотографии, цифрового телевидения, видеотелефонии и т.д.). Голосовые технологии и системы цифровой обработки аудиоинформации. Стандарты компрессии/декомпрессии в системах мультимедиа и видеоконференцсвязи. Характеристика видеопотока MPEG-стандарта. Оценка качества аудио- и видеоинформации для различных стандартов сжатия.

**Перечень лабораторных работ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Наименование лабораторной работы | Номер темы |
| **1-2** | Формирование детерминированных сигналов, регулярных колебаний и случайных процессов | **1,2,3** |
| **3-4** | Фильтровый и периодограммный методы оценивания спектральных и корреляционных характеристик | **6,7** |
| **5-6** | Синтез систем гармонических и негармонических базисных функций | **8,9** |
| **7, 8** | Моделирование фрактальных конфигураций и цифровая обработка изображений на основе вейвлет-преобразования | **2, 4,11,12** |

**Цели и содержание курсовой работы**

Курсовая работа представляет собой задание по расчету систем (фильтров) обработки (преобразования) данных и проектированию прикладных программ в среде Mathcad для применения данных фильтров. Кроме типовых работ, по согласованию с кафедрой, студентам предоставляется возможность выполнения индивидуальных работ по исследованию новых методов обработки сигналов.

Ориентировочная трудоемкость — 10 часов.

**Распределение учебных часов по темам и видам занятий**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  Темы | Название разделов и тем | Объем учебных часов | | | | | | Семестр | **Литература по темам** |
| Лекции | Лабор.  занят. | Практ.  занят. | Аудит.  занят. | Самост.  работа | **Всего** |
| 1 | Основные положения ЦОС | 12 |  |  | 12 |  | 12 | 7 | **Д4,Д5,Д7** |
| 2 | Теоретические основы и математический аппарат ЦОС | 14 | 10 |  | 24 | 9 | 33 | 7 | **Л3, Д2, Д4,Д5,Д7** |
| 3 | Основы теории и методы обобщенной спектральной обработки сигналов | 12 | 8 |  | 20 | 7 | 27 | 7 | **Л3, Д1, Д4** |
| 4 | Организация связи с физическим объектом | 8 |  |  | 8 |  | 8 | 7 | **Д7, Д8** |
| 5 | Обработка сигналов в современных цифровых технологиях | 8 |  |  | 8 |  | 8 | 7 | **Л1, Л2, Л3, Д2** |
| Курсовая работа | |  |  |  |  | 10 | 10 | 7 |
| **ИТОГО:** | | 54 | 18 |  | 72 | 26 | 98 |  |

# **Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

# **Основная литература**

| № | Название, библиографическое описание | Л | Лр | Пз (С) | Кп (р) | Инд.  зад. | К-во экз. в библ. (на каф.) | Гриф |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Л1 | Алексеев А.А., Солодовников А.И., Спиваковский А.М. Методы вейвлет-обработки сигналов и изображений Учеб.пособие Изд-во СПбГЭТУ, 2004. | 7 | 7 |  | 7 |  | У(40) |  |
| Л2 | Смоленцев Н.К. Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в MATLAB: учеб. пособие для вузов по специальностям "Математика", "Математика. Прикладная математика" / Н.К. Смоленцев. - Изд. 3-е, доп. и перераб. - М.: ДМК-Пресс, 2008. - 448 с. | 7 | 7 |  | 7 |  | Ф(2) |  |
| Л3 | Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс; пер. с англ. под ред. П.А. Чочиа. - М.: Техносфера, 2005. | 7 | 7 |  | 7 |  | У(59) ЧЗ1(2)  ЧЗ2(2) |  |

##### Дополнительная литература

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Название, библиографическое описание | К-во экз. в библ. (на каф.) |
| Д1 | Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. – 3-е изд.,  перераб. и доп. – М: Радио и связь, 1989. | 5/14 |
| Д2 | Хант Б.Р Цифровая обработка изображений // Применение цифровой обработки сигналов /Под ред. Э Оппенгейма- М.: Мир, 1980. | 3/0 |
| Д3 | Алексеев А.А., Солодовников А.И., Спиваковский А.М. Цифровая обработка информации в системах мультимедиа. Учеб.пособие Изд-во СПбГЭТУ, 1998. | У(83) |
| Д4 | Солодовников А.И., Спиваковский А.М Основы теории и методы спектральной обработки информации. Учеб пособие для вузов. - Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1986. | У(235) |
| Д5 | Трахтман А.М., Трахтман В.А. Основы теории дискретных сигналов на конечных интервалах.- М: Сов.радио, 1975 | Ф/Б(3) |
| Д6 | Ярославский Л.П. Введение в цифровую обработку изображений. – М.: Сов.радио, 1979. | У(25) |
| Д7 | Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы.- М.: Радио и связь, 1994. | У(97) |
| Д8 | Акимов П.С., Сенин А.И., Соленов В.И. Сигналы и их обработка в информационных системах. Учеб. Пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 1994. | нет |







|  |  |
| --- | --- |
| Зав. отделом учебной литературы *(для технических дисциплин)* | Киселева Т.В |

|  |  |
| --- | --- |
| **Авторы:** |  |
| (с к.т.н., доцент | Спиваковский А.М |
|  |  |
| Рецензент |  |
| к.т.н., доцент | Алексеев А.А. |
|  |  |
| Зав. кафедрой АСОИУ, д.т.н., профессор | Советов Б.Я. |
|  |  |
| Декан факультета КТИ, д.т.н., профессор | Куприянов М.С. |
|  |  |
| Программа согласована: |  |
|  |  |
|  |  |
| Председатель методической комиссии факультета компьютерных технологий и информатики, к.т.н., доцент | Михалков В.А. |
| Руководитель методического отдела |  |
| к.т.н., доцент | Марасина Л.А. |