

Программа учебной дисциплины «Цифровая обработка сигналов»

Утверждена

Академическим советом ООП
Протокол № 4 от «29» __08__ 2019 г.

Автор	Кравченко Н.П.
Число кредитов	4
Контактная работа (час.)	76
Самостоятельная работа (час.)	76
Курс	3
Формат изучения дисциплины	Без использования онлайн курса

I. ЦЕЛЬ, РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРЕРЕКВИЗИТЫ

Целями освоения дисциплины «Цифровая обработка сигналов» являются теоретическое и практическое освоение методов и средств цифровой обработки сигналов (ЦОС), позволяющее выпускнику успешно вести исследования и разработки, направленные на создание и обеспечение функционирования радиоэлектронных устройств и систем различного назначения, основанных на их использовании, изучение принципов построения цифровых систем обработки сигналов, освоение основных методов и алгоритмов цифровой обработки сигналов, освоение системных аспектов применения цифровой обработки сигналов при их формировании и анализе в инфокоммуникационных системах, овладение методами компьютерного моделирования систем обработки сигналов.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать:

- методы математического описания линейных дискретных систем;
- основные этапы проектирования цифровых фильтров;
- основные методы синтеза и анализа частотно-избирательных цифровых фильтров;
- методы математического описания цифровых фильтров в виде структуры;
- метод математического описания дискретных сигналов с помощью дискретного преобразования Фурье (ДПФ);
- алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ) Кули-Тьюки;

уметь:

- объяснять математическое описание линейных дискретных систем в виде алгоритмов;
- выполнять компьютерное моделирование линейных дискретных систем на основе их математического описания;
- задавать требования к частотным характеристикам цифровых фильтров;
- обосновывать выбор типа цифрового фильтра, КИХ или БИХ (с конечной или бесконечной импульсной характеристикой);
- синтезировать цифровой фильтр и анализировать его характеристики средствами компьютерного моделирования;
- обосновывать выбор структуры цифрового фильтра;
- выполнять компьютерное моделирование структуры цифрового фильтра;

- вычислять ДПФ дискретного сигнала с помощью алгоритмов БПФ средствами компьютерного моделирования;

владеть:

- навыками составления математических моделей линейных дискретных систем и дискретных сигналов;
- навыками компьютерного моделирования линейных дискретных систем;
- навыками компьютерного проектирования цифровых фильтров;
- навыками компьютерного вычисления ДПФ на основе БПФ.

Изучение дисциплины «Цифровая обработка сигналов» базируется на следующих дисциплинах:

- Алгебра и геометрия
- Дискретная математика
- Информатика
- Математический анализ
- Метрология и электрорадиоизмерения
- Общая теория связи
- Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей
- Теория вероятностей и математическая статистика
- Теория электрических цепей
- Физика
- Электроника

Для освоения учебной дисциплины студенты должны владеть следующими знаниями и компетенциями:

- Использовать основные законы математики, физики и электронных дисциплин, необходимые для освоения данной дисциплины;
- Пользоваться понятиями информатики и компьютером, интернетом;
- Обладать способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных электронных средств;
- Уметь ясно строить устную и письменную речь;
- Уметь пользоваться библиографией, в том числе на английском языке, понимать суть найденной ссылки.

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:

- Беспроводные коммуникационные системы
- Компоненты инфокоммуникационных устройств
- Оптические инфокоммуникационные системы
- Проектирование электронных компонентов и устройств инфокоммуникационной техники
- Радиотехнические и телевизионные системы
- Цифровые системы передачи и приема информации
- Цифровые устройства и микропроцессоры

II. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Раздел 1. Сигналы и их применение в информационно-телекоммуникационных системах

Информация и её роль в современном обществе. Знания и информационные конструкции для их представления. Информационный обмен и информационная технология. Естественные формы информационного обмена. Роль компьютерных технологий в развитии современных ИТС. Коммутация каналов и коммутация пакетов. Характеристика основных этапов технологии сбора, хранения, обработки, передачи и защиты информации в ИТС. Базовая схема цифровой обработки сигналов.

Истоки цифровой обработки сигналов. Связь цифровой обработки сигналов со смежными областями науки, техники и математики. Содержательная сущность, определения и примеры сигналов в науке, технике и связи. Проблема анализа свойств сигналов, модели и их применение. Проблема синтеза сигналов с заданными свойствами в ИТС. Особенности вычислительной и аппаратной реализации. Многомерные сигналы и проблемы их обработки. Связь. Мультиплексирование и сжатие. Обработка звуковых сигналов и распознавание речи. Радиолокация, гидролокация и сейсмо-разведка. Обработка изображений. Изображения, получаемые в космосе.

2. Раздел 2. Математические основы цифровых методов формирования и обработки сигналов в ИТС

Характеристика моделей, применяемых для описания свойств сигналов. Модели анализа и модели синтеза. Детерминированные и вероятностные модели. Представления сигналов в различных базисах. Базисные функции и требования к ним. Ортогональные многочлены в задачах обработки сигналов. Частотные представления. Ряды и трансформанты Фурье. Спектральный анализ в базисе Фурье. Гармонический анализ периодических сигналов. Комплексный ряд Фурье. Разложение в ряд Фурье периодической последовательности прямоугольных импульсов и вычисление спектральной плотности одиночного прямоугольного импульса. Интегральные преобразования и их роль в обработке сигналов. Понятие свертки. Математические свойства свертки. Единичная функция и импульсная характеристика. Теория дискретизации Найквиста. Интерполяционная формула Котельникова-Шеннона. Условия отсутствия наложения частот (алиасинга). Амплитудно-модулированные сигналы. Сигналы с угловой модуляцией. Радиосигналы с импульсной модуляцией. Разностные схемы генерации значений дискретных сигналов. Модели линейного предсказания. Элементы статистической теории квантования по уровню.

3. Раздел 3. Цифровые методы анализа сигналов

Спектральный анализ. Алгоритмы дискретного преобразования Фурье (ДПФ) и быстрого преобразования Фурье (БПФ). Синтез сигнала с помощью обратного ДПФ. Свойства преобразований Фурье. Спектр мощности. Фильтрация сигналов: основные понятия и принципы; детерминированный и вероятностный подходы. Рекурсивные и нерекурсивные фильтры. Синтез оптимальных по среднеквадратическому критерию фильтров. Вейвлет-анализ. Оценивание производных. Анализ изображений. Повышение визуального качества изображений.

4. Раздел 4. Синтез сигналов

Вариационный подход к синтезу сигналов с заданными свойствами. Интерполяция. Децимация. Масштабирование изображений. Способы сжатия сигналов. Восстановление сигналов и изображений.

III. ОЦЕНИВАНИЕ

Преподаватель оценивает результаты работы студентов: выполнение и защиту лабораторных работ на практических и семинарских занятиях, полнота освещения темы, которую студент готовит для выступления с докладом-презентацией на занятии-дискуссии, а также реферат по выбранной тематике. Оценки за самостоятельную работу студента преподаватель выставляет в рабочую ве-

домость. Накопленная оценка по 10-ти балльной шкале определяется перед промежуточным или итоговым контролем – $O_{накопленная}$.

Накопленная оценка учитывает результаты студента по текущему контролю следующим образом:

$$O_{накопленная} = 0.7 * O_{лаб.раб.} + 0.2 * O_{доклад} + 0.1 * O_{реферат}$$

Результирующая оценка за дисциплину рассчитывается следующим образом:

$$O_{результ} = 0.5 * O_{накопл} + 0.5 * O_{экс}$$

Способ округления накопленной оценки промежуточного (итогового) контроля в форме экзамена: в пользу студента.

На экзамене студент может получить дополнительный вопрос (дополнительную практическую задачу, решить к передаче домашнее задание), ответ на который оценивается в 1 балл.

IV. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины

- 1) Основные этапы цифровой обработки сигналов.
- 2) АЦП.
- 3) ЦАП.
- 4) Алиасинг.
- 5) Разложение в ряд Фурье периодической последовательности прямоугольных импульсов.
- 6) Обратное преобразование Фурье.
- 7) Понятие свёртки. Математические свойства свёртки.
- 8) Теория дискретизации. Теорема Котельникова.
- 9) Дискретная свертка.
- 10) Элементы статистической теории квантования по уровню.
- 11) Алгоритм дискретного преобразования Фурье.
- 12) Обратное дискретное преобразование Фурье.
- 13) Принцип быстрого преобразования Фурье.
- 14) Синтез сигнала с помощью БПФ.
- 15) Фильтры: понятие, параметры и характеристики.
- 16) Оконные фильтры.
- 17) Аналоговые и цифровые фильтры.
- 18) Фильтры: ФНЧ, ФВЧ, полосовые и режекторные фильтры.
- 19) Фильтры Баттерворта, Чебышева I и II рода, эллиптические фильтры.
- 20) Преобразование Лапласа.
- 21) Z-преобразование.
- 22) КИХ-фильтры.

- 23) БИХ-фильтры.
 24) Вейвлет-преобразование.

V. РЕСУРСЫ

5.1 Основная литература

- 1) Мухин, С. В. Цифровые и микропроцессорные устройства / С. В. Мухин, О. П. Новожилов. – М.: МИЭМ, 2005. – 162 с. - ISBN 5-945061-10-7. **21 экз.**
- 2) Shlomo Engelberg, Digital Signal Processing / Shlomo Engelberg, Ph.D. - Springer Verlag London Ltd, 2008 - URL: <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-1-84800-119-0> – ЭБС Springer Link
- 3) Сато , Ю. Обработка сигналов. Первое знакомство / Ю. Сато ; Пер. с япон. под ред. Е. Амэмия. – 2-е изд., стер. – М.: Додэка-XXI, 2008. – 175 с. - Ц(11 экз.). - ISBN 978-5-941202-12-6. **20 экз.**

5.2 Дополнительная литература

1. Оппенгейм, А. Цифровая обработка сигналов / А. Оппенгейм, Р. Шафер; Пер. с англ. С. А. Кулешова; Под ред. А. Б. Сергиенко. – 2-е изд., испр. – М.: Техносфера, 2007. – 855 с. - ISBN 978-5-948361-35-2. **5 экз.**
2. Сергиенко, А. Б., Цифровая обработка сигналов: учеб. для вузов / А. Б. Сергиенко. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2006. - ISBN 5-469-00816-9. **5 экз.**

5.3 Программное обеспечение

№ п/п	Наименование	Условия доступа
1.	Microsoft Windows 7 Professional RUS Microsoft Windows 10 Microsoft Windows 8.1 Professional RUS	<i>Из внутренней сети университета (договор)</i>
2.	Microsoft Office Professional Plus 2010	<i>Из внутренней сети университета (договор)</i>
3.	MATLAB	<i>Из внутренней сети университета (договор)</i>

5.4 Профессиональные базы данных, информационные справочные системы, интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)

№ п/п	Наименование	Условия доступа
	<i>Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы</i>	

1.	Электронно-библиотечная система Юрайт	URL: https://biblio-online.ru/
<i>Интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)</i>		
1.	Открытое образование	URL: https://openedu.ru/

5.5 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для лекционных занятий по дисциплине обеспечивают использование и демонстрацию тематических иллюстраций, соответствующих программе дисциплины в составе:

- ПЭВМ с доступом в Интернет (операционная система, офисные программы, антивирусные программы Компьютерные классы, проектор для лекций и семинаров.