МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Системы цифровой обработки сигналов

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **09.03.01 Информатика и вычислительная техника**
Направленность (профиль) / специализация: **Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФСУ, Факультет систем управления**
Кафедра: **АСУ, Кафедра автоматизированных систем управления**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36	36	часов
2	Лабораторные работы	36	36	часов
3	Всего аудиторных занятий	72	72	часов
4	Самостоятельная работа	72	72	часов
5	Всего (без экзамена)	144	144	часов
6	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
7	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е.

Экзамен: 7 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 20.12.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 30125

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 6 от «17» 5 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного 12.01.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АСУ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент каф. АСУ _____ Б. А. Воронин

Заведующий обеспечивающей каф. АСУ _____ А. М. Кориков

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФСУ _____ П. В. Сенченко

Заведующий выпускающей каф. АСУ _____ А. М. Кориков

Эксперты:

Доцент кафедры автоматизированных систем управления (АСУ) _____ А. И. Исакова

Заведующий кафедрой автоматизированных систем управления (АСУ) _____ А. М. Кориков

Согласована на портале № 30125

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Основная цель дисциплины – ознакомить студентов с основными положениями теории и практики цифровой обработки сигналов, основными методами компьютерной обработки многомерных сигналов для решения широкого класса задач восстановления и тематического анализа видеоданных и особенностями применения ЭВМ в системах цифровой обработки сигналов

1.2. Задачи дисциплины

– Линейная фильтрация — селекция (выбор) сигнала в частотной области; синтез (создание) фильтров, согласованных с сигналами; частотное разделение каналов.

– Спектральный анализ — обработка речевых, звуковых, сейсмических, гидроаку-стических сигналов; распознавание образов.

– Частотно-временной анализ — компрессия (сжатие) изображений, разнообразные задачи обнаружения сигнала.

– Адаптивная фильтрация — обработка речи, изображений, распознавание образов, подавление шумов, адаптивные антенные решётки.

– Нелинейная обработка — вычисление корреляций, медианная фильтрация; синтез амплитудных, фазовых, частотных детекторов, обработка речи, векторное кодирование.

– Многоскоростная обработка — интерполяция (увеличение) и децимация (уменьшение) частоты дискретизации в многоскоростных системах телекоммуникации.

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Системы цифровой обработки сигналов» (Б1.В.ОД.11) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Вычислительная математика, Дискретная математика, Дополнительные главы математики, Информатика, Математика, Методы оптимизации, Программирование, Проектирование и техническое сопровождение компьютерных сетей, Системный анализ, Теория оптимального управления, Теория систем.

Последующими дисциплинами являются: Базы знаний, Идентификация сложных систем.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-2 способностью осваивать методики использования программных средств для решения практических задач;

– ПК-3 способностью обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** методы улучшения и восстановления многомерных сигналов; линейные методы улучшения и восстановления изображений; линейные методы восстановления сигналов с учетом ограничений; статистические подходы к восстановлению изображений; алгоритмы распознавания образов в условиях априорной неопределенности; нейросетевые подходы к синтезу алгоритмов предобработки и тематической обработки изображений

– **уметь** уметь уметь использовать основные положения теории и практики цифровой обработки сигналов, восстанавливать изображения при минимуме априорных предположений, обнаруживать нештатные ситуации в последовательности наблюдений

– **владеть** практическими навыками по расчету основных характеристик систем цифровой обработки сигналов и, в частности, владеть практическими навыками работы с системами MATLAB и MATCAD в задачах предобработки и тематической обработке сигналов

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Согласована на портале № 30125

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	72	72
Лекции	36	36
Лабораторные работы	36	36
Самостоятельная работа (всего)	72	72
Выполнение индивидуальных заданий	24	24
Оформление отчетов по лабораторным работам	32	32
Проработка лекционного материала	16	16
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	180	180
Зачетные Единицы	5.0	5.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр					
1 Введение в цифровую обработку сигналов	2	0	2	4	ОПК-2
2 Введение в спектральный анализ сигналов	4	4	16	24	ОПК-2, ПК-3
3 Спектральный анализ дискретных сигналов	4	12	14	30	ОПК-2, ПК-3
4 Аналоговые системы	4	0	2	6	ОПК-2, ПК-3
5 Дискретные системы	4	12	14	30	ОПК-2, ПК-3
6 Проектирование дискретных фильтров	4	8	6	18	ОПК-2, ПК-3
7 Эффекты квантования в цифровых системах	4	0	2	6	ОПК-2, ПК-3
8 Модуляция и демодуляция сигналов	4	0	2	6	ОПК-2, ПК-3
9 Цифровая модуляция	0	0	0	0	
10 Применение цифровой обработки сигналов в спектроскопии	2	0	12	14	ОПК-2, ПК-3
11 Адаптивные фильтры	4	0	2	6	ОПК-2, ПК-3
Итого за семестр	36	36	72	144	
Итого	36	36	72	144	

Согласована на портале № 30125

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Введение в цифровую обработку сигналов	Данная лекция является вводной. Начинается с рассмотрения того, чем занимается ЦОС, истории ее развития, вводится понятие сигнала как физического явления и его упрощенной математической модели. Разбирается, чем отличаются аналоговые, дискретные и цифровые сигналы. Рассматриваются пространства сигналов, в которых сигналы представляются в виде векторов. Говорится об элементарных импульсах (дельта-функция и функция включения).	2	ОПК-2
	Итого	2	
2 Введение в спектральный анализ сигналов	На данной лекции рассматривается предмет и задачи спектрального анализа сигналов. Дается определение спектра сигнала. Записываются формулы для разложения периодического сигнала в ряд Фурье. Записываются формулы прямого и обратного преобразования Фурье, которые являются математической основой спектрального разложения аналоговых сигналов, и говорится об их свойствах.	4	ОПК-2, ПК-3
	Итого	4	
3 Спектральный анализ дискретных сигналов	Записываются формулы прямого и обратного преобразования Фурье, которые являются математической основой спектрального разложения аналоговых сигналов, и говорится об их свойствах. Рассматриваются области применения дискретных спектров.	4	ОПК-2, ПК-3
	Итого	4	
4 Аналоговые системы	На данной лекции разбираются характеристики аналоговых систем: импульсная и переходная характеристики, комплексный коэффициент передачи. Рассматриваются способы описания аналоговых систем. Рассматриваются функции MATLAB, применяемые для расчета линейных систем.	4	ОПК-2, ПК-3
	Итого	4	
5 Дискретные системы	На данной лекции разбираются характеристики дискретных систем: импульсная и переходная характеристики, комплексный коэффициент передачи. Рассматриваются способы описания дискретных систем. Рассматриваются функции	4	ОПК-2, ПК-3

Согласована на портале № 30125

	MATLAB/MATCAD, применяемые для расчета линейных систем.		
	Итого	4	
6 Проектирование дискретных фильтров	На данной лекции рассматриваются методы, применяемые при проектировании дискретных (цифровых) фильтров. Формируется представление о функциях синтеза дискретных фильтров и проектирование фильтров.	4	ОПК-2, ПК-3
	Итого	4	
7 Эффекты квантования в цифровых системах	В данной лекции речь идет о цифровых сигналах и системах, рассмотрев эффекты, возникающие вследствие конечной точности представления отсчетов сигналов и параметров систем в вычислительных устройствах. Рассматриваются основные источники погрешностей. Также, производится знакомство со средствами, позволяющими производить квантование сигналов и анализировать эффекты квантования в алгоритмах цифровой обработки сигналов.	4	ОПК-2, ПК-3
	Итого	4	
8 Модуляция и демодуляция сигналов	В настоящее время все большая часть информации, передаваемой по разнообразным каналам связи, существует в цифровом виде. Это означает, что передаче подлежит не непрерывный (аналоговый) модулирующий сигнал, а последовательность чисел (цифровой сигнал). На данной лекции рассматриваются методы модуляции, применяемые для передачи цифровой информации.	4	ОПК-2, ПК-3
	Итого	4	
10 Применение цифровой обработки сигналов в спектроскопии	Рассматриваются вопросы применения СЦОС в аналитической и молекулярной спектроскопии. Работа Фурье-спектрометра, преобразование Фурье, базовая функция, интерферограммы, интерферометры и т.п.	2	ОПК-2, ПК-3
	Итого	2	
11 Адаптивные фильтры	На данной лекции рассматриваются основы теории адаптивной фильтрации и примеры ее практического применения	4	ОПК-2, ПК-3
	Итого	4	
Итого за семестр		36	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Согласована на портале № 30125

Предшествующие дисциплины											
1 Вычислительная математика			+			+					
2 Дискретная математика					+	+					
3 Дополнительные главы математики			+				+		+		
4 Информатика	+	+									
5 Математика	+		+		+						
6 Методы оптимизации				+	+	+					
7 Программирование						+		+			
8 Проектирование и техническое сопровождение компьютерных сетей						+					
9 Системный анализ				+		+					
10 Теория оптимального управления	+	+									
11 Теория систем			+	+							
Последующие дисциплины											
1 Базы знаний	+										
2 Идентификация сложных систем			+								

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лек.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-2	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Тест
ПК-3	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Согласована на портале № 30125

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
2 Введение в спектральный анализ сигналов	Формирование сигналов в среде MathCAD. Спектральный анализ сигналов	4	ОПК-2
	Итого	4	
3 Спектральный анализ дискретных сигналов	Представления сигнала в виде ряда Фурье. Прямое и обратное преобразование Фурье. Периодические и непериодические сигналы.	12	ОПК-2, ПК-3
	Итого	12	
5 Дискретные системы	Дискретизация сигнала. Теорема Котельникова.	6	ОПК-2, ПК-3
	Дискретное интегрирование и дифференцирование. Алгоритмы цифрового интегрирования и дифференцирования.	6	
	Итого	12	
6 Проектирование дискретных фильтров	Сглаживание дискретных последовательностей	8	ОПК-2, ПК-3
	Итого	8	
Итого за семестр		36	

8. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено РУП.

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 Введение в цифровую обработку сигналов	Проработка лекционного материала	2	ОПК-2	Конспект самоподготовки, Тест
	Итого	2		
2 Введение в спектральный анализ сигналов	Оформление отчетов по лабораторным работам	4	ОПК-2, ПК-3	Выступление (доклад) на занятии, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Выполнение индивидуальных заданий	12		
	Итого	16		
3 Спектральный анализ дискретных сигналов	Проработка лекционного материала	2	ОПК-2, ПК-3	Отчет по лабораторной работе, Тест

Согласована на портале № 30125

	Оформление отчетов по лабораторным работам	12		
	Итого	14		
4 Аналоговые системы	Проработка лекционного материала	2	ОПК-2, ПК-3	Тест
	Итого	2		
5 Дискретные системы	Проработка лекционного материала	2	ОПК-2, ПК-3	Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	12		
	Итого	14		
6 Проектирование дискретных фильтров	Проработка лекционного материала	2	ОПК-2, ПК-3	Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	6		
7 Эффекты квантования в цифровых системах	Проработка лекционного материала	2	ОПК-2, ПК-3	Тест
	Итого	2		
8 Модуляция и демодуляция сигналов	Проработка лекционного материала	2	ОПК-2, ПК-3	Тест
	Итого	2		
10 Применение цифровой обработки сигналов в спектроскопии	Выполнение индивидуальных заданий	12	ОПК-2, ПК-3	Выступление (доклад) на занятии, Тест
	Итого	12		
11 Адаптивные фильтры	Проработка лекционного материала	2	ОПК-2, ПК-3	Тест
	Итого	2		
Итого за семестр		72		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		108		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
7 семестр				
Выступление (доклад) на			16	16

Согласована на портале № 30125

занятии				
Конспект самоподготовки	3	3	3	9
Контрольная работа	4	4	4	12
Опрос на занятиях	2	2	2	6
Отчет по лабораторной работе	6	6	6	18
Тест			9	9
Итого максимум за период	15	15	40	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	15	30	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Курячий М.И. Цифровая обработка сигналов: учебное пособие для вузов. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР), 2009. - 190 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 60 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Цифровая обработка сигналов: Пер. с англ. / А. В. Оппенгейм, Р. В. Шафер ; пер. : С.А. Кулешов ; ред. пер. : А. С. Ненашев. - М. : Техносфера, 2006. - 855 с. (наличие в библиотеке ТУ-

Согласована на портале № 30125

СУР - 70 экз.)

2. Цифровая обработка сигналов: Пер. с англ./Р. Лайонс. - 2-е изд. - М.: БИНОМ, 2007. – 652 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Основы компрессии видео- и аудиоданных: Методические рекомендации к практическим занятиям / Костевич А. Г. - 2011. 43 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/574 (дата обращения: 17.06.2018).

2. Методические указания по выполнению самостоятельной работы: Учебно-методическое пособие / Кашенов А. Т. - 2012. 10 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1459 (дата обращения: 17.06.2018).

3. Астафуров В.Г. Системы цифровой обработки сигналов. Методические указания по самостоя- тельной работе. – Томск: ТУСУР, 2015. – 7 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://asu.tusur.ru/learning/bak230100/d47/ [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://asu.tusur.ru/learning/bak230100/d47/ (дата обращения: 17.06.2018).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. https://elibrary.ru/

12.5. Периодические издания

1. Автоматика и телемеханика. Известия РАН. Теория и системы управления. Автоматизация и современные технологии. Мехатроника. Автоматизация. Управление.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная аудитория / Лекционная аудитория с интерактивным проектором и маркерной доской

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 412 ауд.

Согласована на портале № 30125

Описание имеющегося оборудования:

- Персональный компьютер Intel Core 2 Duo E6550 2.3 ГГц, ОЗУ – 2 Гб, жесткий диск – 250 Гб;
- Проектор BenQ «MX505» DPL;
- Экран для проектора Lumian Mas+Er;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip
- Google Chrome
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
- Microsoft Windows
- OpenOffice

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

Согласована на портале № 30125

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Какой математик сформулировал достаточные условия разложения функции в ряд Фурье:
a) Р. Декарт
b) Ж.Б.Ж. Фурье
c) С.К. Котельников
d) П.Г.Л. Дирихле
2. Сколько существует форм записи ряда Фурье:
a) 1
b) 2
c) 3
d) 4
3. Какая форма записи ряда Фурье не существует среди перечисленных ниже:
a) Синусно-косинусная
b) Графическая
c) Вещественная
d) Комплексная
4. Между какими формами записи ряда Фурье существует взаимосвязь с помощью формул Эйлера:
a) Между синусно-косинусной и вещественной
b) Между синусно-косинусной и комплексной
c) Между вещественной и комплексной
d) Не существует
5. Чем различаются коэффициенты ряда Фурье an и bn :
a) Вычисляются только для четных/нечетных функций, входящих в сигнал
b) Вычисляются только для синусно-косинусной формы записи
c) Оба варианта
d) Ничем не различаются
6. Формулы прямого и обратного преобразования Фурье взаимно-связывают :
a) Сигнал и его спектральную характеристику
b) Спектральную функцию и спектральную характеристику
c) Спектральную функцию и сигнал
d) Не взаимно-связаны
7. Автор утверждения, что “Произвольный сигнал s(t), спектр которого не содержит частот выше ωb , может быть полностью восстановлен, если известны отсчетные значения этого сигнала {s(kT)}, взятые через равные промежутки времени T удовлетворяющие неравенству $T<\pi/\omega b$:
a) Р. Декарт
b) Ж.Б.Ж. Фурье
c) С.К. Котельников
d) П.Г.Л. Дирихле
8. Как изменяются амплитуда при уменьшении (увеличении) периода дискретизации:
a) При увеличении периода уменьшается амплитуда сигнала
b) При уменьшении периода уменьшается амплитуда сигнала
c) При увеличении периода увеличивается частота сигнала
d) Не изменяются
9. Как изменяются амплитуда и частота при уменьшении (увеличении) периода дискретизации:
a) При увеличении периода уменьшается амплитуда сигнала, при уменьшении периода увеличивается частота сигнала
b) При уменьшении периода уменьшается амплитуда сигнала, при увеличении периода уве-

Согласована на портале № 30125

личивается частота сигнала

c) Не изменяются

d) 1 и 2 - оба варианта верны

10. Какие из перечисленных методов относятся к методам интегрирования сигнала:

a) Метод прямоугольников

b) Рекурсивный фильтр

c) Метод простой разности

d) Нерекурсивный фильтр

11. Какие из перечисленных методов относятся к методам дифференцирования сигнала:

a) Метод прямоугольников

b) Метод параболической аппроксимации

c) Метод простой разности

d) Комбинированный метод

12. Спектральный анализ – это …?

a) Регистрация непрерывного спектра с целью изучить его свойства.

b) Один из методов обработки сигналов, который позволяет охарактеризовать частотный состав измеряемого сигнала.

c) Метод получения сигнала по известному спектральному разложению.

d) Условие, при котором выполняется разложение в ряд Фурье.

13. Выберите правильные утверждения :

a) Гармонический сигнал может быть адекватно представлен дискретными отсчетами, если его частота не превышает половины частоты дискретизации (эта частота называется частотой Найквиста).

b) Величина, обратная периоду дискретизации, называется частотой дискретизации.

c) Если частота гармонического сигнала меньше частоты Найквиста, дискретные отсчеты позволяют правильно восстановить аналоговый гармонический сигнал с той же частотой.

d) Если частота гармонического сигнала равна частоте Найквиста, то дискретные отсчеты позволяют восстановить аналоговый гармонический сигнал с той же частотой, но амплитуда и фаза восстановленного сигнала могут быть искажены.

14. Какое из утверждений ложное.

a) Оптимальные методы, в которых численными итерационными методами ищется минимум заданной функции качества;

b) Название «прямые методы» означает, что в данном случае не используется аналоговый прототип.

c) Исходными данными для синтеза служат какие-либо параметры фильтра, при «прямом методе» синтеза.

d) Название «прямые методы» означает, что в данном случае используется аналоговый прототип и дискретный прототип.

15. Какое уравнение соответствует Оптимальному фильтру Винера?

a) A) R*W=p.

b) C) p=R^(-1)*W.

c) B) W=R^(-1)*p.

d) D) R=W^(-1)*p.

16. Какие виды манипуляции возможны, если несущее колебание является гармоническим колебанием :

a) Амплитудная (АМн) и Фазовая (ФМн)

b) Частотная (ЧМн)

c) Квадратурная (КМн)

d) Все вышеперечисленные

17. Какой вид манипуляции не возможен, если несущее колебание последовательность прямоугольных импульсов :

a) Амплитудно – импульсная (АИМ)

b) Широтно-временная (ШВМ)

c) Широтно-Импульсная (ШИМ)

Согласована на портале № 30125

d) Время - Импульсная (ВИМ)

18. Дискретный фильтр – это …

a) Выходная реакция на сумму сигналов, равная сумме реакций на эти сигналы.

b) Математическая операция, ограниченная сложением и умножением сигналов.

c) Произвольная система обработки дискретного сигнала, обладающая свойствами линейности и стационарности.

d) Произвольная система обработки дискретного сигнала, обладающая свойствами Дихотомии.

19. Что из ниже перечисленного является достоинством адаптивного алгоритма LMS (least mean square)

a) Предельная Вычислительная простота.

b) Скорость сходимости.

c) Высокая вычислительная сложность.

d) 2 и 3

20. Частотная и фазовая модуляция очень тесно взаимосвязаны, поскольку обе они влияют на аргумент функции косинуса. Поэтому эти два вида модуляции имеют общее название – _____ модуляция. Какое слово должно быть на месте пропуска ?

a) Фазовая.

b) Угловая.

c) Квадратурная.

d) Амплитудная

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Назовите предмет и задачи СЦОС.
2. Аналоговый, дискретный и цифровой сигнал, свойства, сравнения.
3. Аналоговые системы. Цифровые системы.
4. Для чего применяются пространства сигналов.
5. Что такое частота Найквиста, свойства и применение.
6. Определение спектрального разложения сигнала.
7. Применения спектрального анализа сигналов.
8. Ряд Фурье. Формы записи ряда Фурье.
9. Параметр скважности (ПС). Меандр. Связь ширины спектра прямоугольного сигнала от параметра скважности.
10. Условия существования преобразования Фурье.
11. Что представляет собой спектр дискретного сигнала.
12. Ложные частоты при восстановлении сигнала.
13. Дискретное преобразование Фурье.
14. Применение дискретного преобразование Фурье.
15. Быстрое преобразование Фурье.
16. Классификация систем. Основные классы аналоговых С(Ц)ОС.
17. Способы описания линейных систем.
18. Комплексный коэффициент передачи системы.
19. Теорема Котельникова.
20. АЧХ линейной системы вблизи нулей и полюсов.
21. Определение, свойства и применение ФНЧ, ФВЧ; ПФ; РФ.
22. Дискретный фильтр, сравнение с аналоговым.
23. Рекурсивные фильтры, нерекурсивные фильтры.
24. Порядок фильтра. Фильтры первого и второго порядка.
25. Эквалайзер цифровой и аналоговый.
26. КИХ фильтры.
27. БИХ фильтры.
28. Проектирование дискретных фильтров по аналоговому прототипу.
29. Прямые оптимальные методы синтеза дискретных фильтров.
30. Субоптимальные методы синтеза дискретных фильтров.
31. 1.6.Классы методов синтеза дискретных фильтров.

Согласована на портале № 30125

32. 1.6.Методы синтеза рекурсивных и нерекурсивных фильтров.
33. 1.6.Синтез фильтров методом инвариантной импульсной характеристики.
34. 1.6.Применение окна в прямом методе синтеза фильтров.
35. Форматы представления числа.
36. Процесс квантования. Примеры.
37. Форматы представления чисел в вычислительных устройствах. Примеры.
38. Достоинства и недостатки формата с фиксированной запятой и с плавающей запятой.
39. Негативные эффекты от квантования коэффициентов.
40. Предельные циклы.
41. Модуляция (демодуляция) сигнала. Примеры применения.
42. Разновидности амплитудной модуляции.
43. Угловая и фазовая модуляция.
44. Квадратурная модуляция.
45. Манипуляция и модуляции.
46. ЧМн манипуляция.
47. АМн и ФМн манипуляции.
48. Квадратурная манипуляция.
49. Широтно-импульсная модуляция.
50. Адаптивная обработка сигналов. Классификация, структура, алгоритмы.
51. Оптимальный фильтр Винера.
52. Адаптивные алгоритмы LMS и RLS.
53. Экспоненциальное забывание в адаптивном алгоритме RLS.
54. Применения адаптивных фильтров.

14.1.3. Темы докладов

Особенности частотной модуляции.
Физиология зрения - восприятие сигнала.
Звуковые карты.
Компьютерные сети - передача сигнала.
Wi-Fi.
Распознавание речи человеком.
Распознавание речи.
Оптоволоконные сети. Скорость передача сигнала.
О преобразовании Фурье и его применении.
Усиление 1/2/3/4G сигнала.
Модуляция сигнала.
Мобильный интернет.
Обработка звукового сигнала мозгом человека.
Дирак.
Фурье.
Найквист.
Котельников.
Чебышев. Фильтр Чебышева.
Интернет через розетку.
Эквалайзер.
Сотовая связь.
Цифровое оборудование музыкальной студии.

14.1.4. Темы опросов на занятиях

На данной лекции рассматривается предмет и задачи спектрального анализа сигналов. Дается определение спектра сигнала. Записываются формулы для разложения периодического сигнала в ряд Фурье. Записываются формулы прямого и обратного преобразования Фурье, которые являются математической основой спектрального разложения аналоговых сигналов, и говорится об их свойствах.

Записываются формулы прямого и обратного преобразования Фурье, которые являются математической основой спектрального разложения аналоговых сигналов, и говорится об их свой-

Согласована на портале № 30125

ствах. Рассматриваются области применения дискретных спектров.

На данной лекции разбираются характеристики аналоговых систем: импульсная и переходная характеристики, комплексный коэффициент передачи. Рассматриваются способы описания аналоговых систем. Рассматриваются функции MATLAB, применяемые для расчета линейных систем.

На данной лекции разбираются характеристики дискретных систем: импульсная и переходная характеристики, комплексный коэффициент передачи. Рассматриваются способы описания дискретных систем. Рассматриваются функции MATLAB/MATCAD, применяемые для расчета линейных систем.

На данной лекции рассматриваются методы, применяемые при проектировании дискретных (цифровых) фильтров. Формируется представление о функциях синтеза дискретных фильтров и проектирование фильтров.

В данной лекции речь идет о цифровых сигналах и системах, рассмотрев эффекты, возникающие вследствие конечной точности представления отсчетов сигналов и параметров систем в вычислительных устройствах. Рассматриваются основные источники погрешностей. Также, производится знакомство со средствами, позволяющими производить квантование сигналов и анализировать эффекты квантования в алгоритмах цифровой обработки сигналов.

Рассматриваются вопросы применения СЦОС в аналитической и молекулярной спектроскопии. Работа Фурье-спектрометра, преобразование Фурье, базовая функция, интерферограммы, интерферометры и т.п.

14.1.5. Вопросы на самоподготовку

Современное применение СЦОС на основе журнальных публикаций.

Научно-технический журнал "Цифровая обработка сигналов" публикует статьи, посвященные теории, методам и технической реализации цифровой обработки сигналов. Издается ежеквартально с 1999 года. В состав редколлегии журнала входят ведущие российские ученые и специалисты. Журнал "Цифровая обработка сигналов" включен в список научных изданий, рекомендуемых ВАК РФ для публикации материалов по кандидатским и докторским диссертациям. Подписной индекс издания по каталогу ОАО "Роспечать"- 82185.

доступ - http://www.dspa.ru/

14.1.6. Темы контрольных работ

Что представляет собой спектр дискретного сигнала?

На примере спектра произвольного дискретного сигнала поясните появление ложных частот при восстановлении сигнала.

Для каких сигналов применяют дискретное преобразование Фурье?

Поясните явление растекания спектра при периодическом продолжении сигнала.

Назовите четыре основных класса аналоговых систем обработки сигналов.

Назовите известные вам способы описания линейных систем.

Что такое комплексный коэффициент передачи системы?

Что можно сказать о характере АЧХ линейной системы вблизи одного из нулей? Одного из полюсов? Поясните отличия между ФНЧ, ФВЧ; ПФ; РФ.

14.1.7. Темы лабораторных работ

Формирование сигналов в среде MathCAD. Спектральный анализ сигналов

Представления сигнала в виде ряда Фурье. Прямое и обратное преобразование Фурье. Периодические и непериодические сигналы.

Дискретизация сигнала. Теорема Котельникова.

Дискретное интегрирование и дифференцирование. Алгоритмы цифрового интегрирования и дифференцирования.

Сглаживание дискретных последовательностей

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Согласована на портале № 30125

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 30125