

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
Институт радиоэлектроники и информационных технологий-РТФ

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке
В.В. Кружаев
«__» _____ 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В СИСТЕМАХ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И СВЯЗИ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Образовательная программа: <i>Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии. Системы, сети и устройства телекоммуникаций. Радиолокация и радионавигация.</i>	Код ОП <i>11.06.01</i>
Направление подготовки: <i>Электроника, радиотехника и системы связи.</i>	Код направления и уровня подготовки <i>11.06.01</i>
Уровень подготовки: <i>высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации.</i>	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: <i>30.07.2014 г. № 876 с изменениями и дополнениями от 30.04.2015 г.</i>

СОГЛАСОВАНО
УПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ
КАДРОВ ВЫСШЕЙ
КВАЛИФИКАЦИИ

Екатеринбург, 2018

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Структурное подразделение	Подпись
1	Важенин Владимир Григорьевич	К.т.н., доцент	доцент	департамент радиоэлектроники и связи	
2	Лесная Любовь Леонидовна	нет	научный сотрудник	департамент радиоэлектроники и связи	

Рекомендовано учебно-методическим советом Института радиоэлектроники и информационных технологий-РТФ

Председатель учебно-методического совета _____ В.Г. Коберниченко

Согласовано:

Начальник ОПНПК _____ Е.А.Бутрина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В СИСТЕМАХ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И СВЯЗИ»

1.1 Аннотация содержания дисциплины

Настоящая программа базируется на вузовских дисциплинах, соответствующих государственному образовательному стандарту по направлению «Радиотехника»: основы цифровой обработки сигналов; алгоритмизация и основы программирования; информационные технологии; основы компьютерного проектирования РЭС; электроника; основы формирования и обработки сигналов; инструментальные средства моделирования радиотехнических устройств; вычислительные устройства и системы; цифровая обработка изображений; цифровые сигнальные процессоры; цифровая обработка сигналов и сигнальные процессы; автоматизированное проектирование высокочастотных устройств; моделирование систем и сетей телекоммуникаций.

Дисциплина «Алгоритмы обработки сигналов в системах радиоэлектроники и связи» является дисциплиной по выбору студента учебного плана послевузовского профессионального образования для направленностей «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения», «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии», «Системы, сети и устройства телекоммуникаций» и «Радиолокация и радионавигация».

1.2 Язык реализации дисциплины – русский.

1.3 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у аспиранта следующих компетенций:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);
- владение культурой научного исследования, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
- способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной профессиональной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);
- готовность организовать работу исследовательского коллектива в профессиональной деятельности (ОПК-4).

Для направленности «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»:

- способность проводить исследования, разработку, проектирование и эксплуатацию устройств и систем, использующих электромагнитные волны для передачи и приема информации в средствах радиосвязи и телевидения, в метрологии, биологии, медицине и промышленной технологии; а также проводить исследования по созданию теории новых электромагнитных явлений и принципов работы радиотехнических устройств и систем (ПК-1).

Для направленности «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии»:

- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования антенн и устройств СВЧ, применяя теоретические методы исследований, численные методы моделирования, экспериментальные методы измерений антенн и устройств СВЧ для различных видов конструктивного и технологического исполнения (ПК-1).

Для направленности «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»:

- способность синтезировать и анализировать системы, сети и устройства

телекоммуникации (ПК-1).

Для направленности «Радиолокация и радионавигация»:

- способность проводить исследования и разрабатывать новые системы и устройства радиолокации и радионавигации, новые методы и алгоритмы обработки радиолокационной и радионавигационной информации с целью расширения функциональных возможностей, увеличения дальности действия, точности и разрешающей способности, повышения помехозащищенности и помехоустойчивости (ПК-1).

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

- осуществлять инновационную, организационную и коммуникативную деятельность, самосовершенствоваться и развивать творческий потенциал (РО-1);
- проводить теоретические и прикладные исследования по расчету, проектированию и эксплуатации оборудования электроники, радиотехники и систем связи с применением современных информационных технологий (РО-2);
- проводить научные исследования в области разработки и совершенствования радиоэлектронного оборудования, представлять их результаты, использовать полученные знания при разработке учебно-методического обеспечения и в преподавательской деятельности по направлению «Электроника, радиотехника и системы связи» (РО-3);
- осуществлять управленческую, проектную и научно-аналитическую деятельность по направлению «Электроника, радиотехника и системы связи» (РО-4).

Знать:

- математические основы современной теории сигналов;
- принципы аналитического представления сигналов и систем;
- основные направления и проблемы цифровой обработки сигналов;
- основные принципы и проблемы пространственно-распределенных систем радиоэлектроники и связи в цифровой обработке сигналов.

Уметь:

- определять и обосновывать целесообразность использовать тех или иных сигналов и методов их обработки для решения конкретных радиотехнических и связанных задач;
- выбрать наиболее приемлемый алгоритм обработки и реализующее его цепи и системы;
- проектировать алгоритмы ЦОС с учетом априорных сведений.

Владеть:

- методами моделирования алгоритмов ЦОС;
- методами проектирования современных систем радиоэлектроники и связи с пространственно-временной обработкой на основе ЦОС;
- методологическими основами и принципами современной науки и производства в системах радиоэлектроники и связи.

1.4 Объем дисциплины

№ п/ п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	5
1.	Аудиторные занятия	4	4	4
2.	Лекции	4	4	4
3.	Практические занятия	0	0	0
4.	Лабораторные работы	0	0	0
5.	Самостоятельная работа аспирантов, включая все виды текущей аттестации	104	0	104
6.	Промежуточная аттестация			Зачет
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108		108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Линейные дискретные системы	<p>Предмет ЦОС. Основные типы сигналов. Нормирование времени. Обобщенная схема ЦОС. Типовые дискретные сигналы. Нормирование частоты. Основная полоса частот. Линейные дискретные системы (ЛДС). ЛДС: определение; свойства.</p> <p>Математическое описание ЛДС во временной области: импульсная характеристика (ИХ); соотношения вход/выход: формула свертки, разностное уравнение; рекурсивные и нерекурсивные ЛДС; системы с конечной и бесконечной импульсной характеристикой (КИХ- и БИХ-системы); устойчивость ЛДС – определение, критерий устойчивости для временной области.</p> <p>Z-преобразование: определение; свойства; соотношение между комплексными p- и z-плоскостями; основные способы вычисления обратного Z-преобразования.</p> <p>Математическое описание ЛДС в z-области: передаточная функция (ПФ) рекурсивных и нерекурсивных ЛДС; соотношения вход/выход в z-области; связь ПФ с разностным уравнением; карта нулей и полюсов; разновидности передаточной функции рекурсивных ЛДС; ПФ и ИХ рекурсивных звеньев 1-го и 2-го порядков;</p>

		<p>критерий устойчивости ЛДС для z-области.</p> <p>Структура (структурная схема) ЛДС: определение; связь с видом ПФ; структуры рекурсивных ЛДС (прямая и ее модификации, каскадная, параллельная) и нерекурсивных ЛДС (прямая).</p> <p>Математическое описание ЛДС в частотной области: частотная характеристика (ЧХ); АЧХ, ФЧХ – определение, свойства; связь ЧХ с ПФ; соотношения вход/выход в частотной области; расчет АЧХ и ФЧХ по ПФ; анализ АЧХ по карте нулей и полюсов.</p>
P2	Цифровые фильтры	<p>Цифровые фильтры. ЦФ: определение; классификация; основные этапы проектирования.</p> <p>КИХ-фильтры с линейной ФЧХ (ЛФЧХ): условия линейности ФЧХ; четыре типа КИХ-фильтров с ЛФЧХ; прямая приведенная структура КИХ-фильтра.</p> <p>Синтез КИХ-фильтров с ЛФЧХ: метод окон (прямоугольное окно, окно Кайзера и др.); метод наилучшей равномерной (чебышевской) аппроксимации.</p> <p>Синтез БИХ-фильтров: методы на основе аналогового-фильтра-прототипа (АФП) Баттерворта, Чебышева I-го и II-го рода, Золотарева–Кауэра: метод инвариантности ИХ; метод билинейного Z-преобразования.</p> <p>Эффекты квантования в ЦФ. Источники ошибок квантования в цифровых системах с фиксированной точкой (ФТ). Шум квантования АЦП. Собственный шум цифровой системы. Ошибки квантования коэффициентов ПФ. Полный шум цифровой системы. Переполнение в сумматорах, масштабирование. Понятие о предельных циклах низкого уровня.</p> <p>Одномерные вейвлеты. Алгоритмы быстрого вейвлет-преобразования. Двумерные вейвлеты. Задачи, решаемые с помощью вейвлет-анализа.</p>
P3	Дискретное преобразование Фурье	<p>Описание дискретных сигналов в частотной области. Спектральная плотность дискретного сигнала и ее свойства. Связь между спектральными плотностями дискретного и аналогового сигналов. Простейшие операции со спектральными плотностями: перенос, инверсия, формирование сигнала с ОБП.</p> <p>Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). ДПФ периодических последовательностей и последовательностей конечной длины. Свойства ДПФ. Вычисление круговых, линейных и секционированных сверток с помощью ДПФ. Понятие о спектральном анализе сигналов с помощью ДПФ.</p> <p>Назначение и суть пространственной дискретизации изображений. Разложение сигнала в обобщенный ряд Фурье. Интегральное преобразование Фурье. Спектр дискретизированного изображения. Теорема Котельникова. Квантование изображений по уровню.</p>
P4	Быстрое преобразование Фурье	<p>Быстрое преобразование Фурье (БПФ). Оценка порядка вычислительной сложности ДПФ. Определение БПФ. БПФ Кули-Тьюки с прореживанием по времени: алгоритм;</p>

		<p>начальные условия алгоритма (прореживание отсчетов исходной последовательности); оценка порядка вычислительной сложности. Вычисление ОДПФ с помощью БПФ. Алгоритм БПФ с основанием 2. Свойства алгоритма БПФ с основанием 2 и прореживанием по времени. Перестановка данных и двоичная инверсия. Алгоритм БПФ с прореживанием по частоте. Графическое представление алгоритмов БПФ.</p> <p>Математическое описание двумерных изображений и двумерных ЦФ. Задачи двумерной фильтрации.</p> <p>Двумерная функция яркости как основной способ описания изображений. Классификация изображений. Простейшие элементы (примитивы) функций яркости реальных изображений. Описание периодических пространственных структур. Статистическое описание изображений. Спектральное описание изображений. Базисы Фурье.</p>
Р5	Предварительная обработка изображений	<p>Растровая графика. Черно-белое изображение. Сравнительные характеристики форматов файлов. Формат BMP. Структура формата BMP-файла. Алгоритм паковки данных RLE. Формат PCX. Структура формата PCX-файла. Формат TIFF. Структура TIFF-файла. Формат GIF. Алгоритм паковки данных LZW.</p> <p>Назначение и разновидности алгоритмов предварительной обработки изображений. Области использования каждой из разновидностей. Линейное контрастирование изображения. Линейное контрастирование изображения с ограничением. Применение табличного метода при поэлементных преобразованиях изображений. Соляризация изображения. Препарирование изображения. Преобразование гистограмм изображения уменьшением числа уровней квантования. Преобразование гистограмм при помощи эквализации изображения: равномерная, экспоненциальная, Рэлея и гиперболическая.</p> <p>Алгоритмы частотной фильтрации изображений, их достоинства и недостатки. Алгоритмы локального сглаживания изображений: усреднение в окрестности точки, сигма-фильтр, усреднение по K ближайшим соседям.</p> <p>Алгоритмы ранговой и медианной фильтрации изображений, их разновидности и модификации.</p> <p>Алгоритмы глобальной и локальной эквализации гистограмм изображений, их сравнительный анализ.</p>
Р6	Алгоритмы обнаружения	<p>Назначение и обобщенное описание алгоритмов обнаружения. Основные характеристики алгоритмов обнаружения. Понятие вероятностей правильного обнаружения, ложной тревоги и пропуска цели. Параметрические и непараметрические обнаружители. Основы построения параметрических обнаружителей. Корреляционно-экстремальные алгоритмы обнаружения и их модификации.</p> <p>Байесовский дискриминатор. Основные теоретические положения и принципы реализации.</p>

		<p>Непараметрические алгоритмы обнаружения объектов: контрастно-габаритный фильтр, зонно-габаритный фильтр, габаритно-ранговый фильтр, фильтр на основе гистограммы локальности.</p> <p>Алгоритмы пороговой обработки изображений, их разновидности и области применения. Метод выбора значений порогов обнаружения. Алгоритмы оптимального выбора глобального порога. Алгоритмы обработки изображений с переменным порогом. Алгоритмы выделения контуров на изображениях. Алгоритмы обработки и улучшения контурных препаратов. Алгоритмы статистической фильтрации изображений. Метод удаления неперекрывающихся окон. Оператор порождения и уничтожения элементов изображения объекта.</p>
P7	Обработка цифровых изображений	<p>Основы теории информации. Измерение информации. Применение в системах связи.</p> <p>Избыточность цифровых изображений. Кодовая избыточность. Межпиксельная избыточность. Психовизуальная избыточность. Критерии точности воспроизведения. Фундаментальные теоремы кодирования. Алгоритмы сжатия цифровых изображений. Классы алгоритмов сжатия. Методы сжатия. Статистическое кодирование. Арифметическое кодирование. Кодирование Хаффмана. Кодирование серий (RLE). Кодирование последовательностей одинаковых символов (LZ-алгоритмы). Кодирование длин повторений. Кодирование с предсказанием. Сжатие на основе преобразований. Рекурсивный (волновой) алгоритм – вейвлет-сжатие.</p> <p>Алгоритм JPEG. Фрактальное сжатие.</p> <p>Цветовые модели. Цветовая модель RGB, CMYK и цветовая модель HSB. Вырезание цветового диапазона. Яркостная и цветовая коррекция. Обработка гистограмм. Эквиализация гистограммы в цветовом пространстве HSL. Сглаживание и повышение резкости. Сглаживание цветного изображения с помощью усреднения по окрестности. Повышение резкости цветных изображений. Цветовая сегментация. Методы сегментации. Сегментация в цветовом пространстве HSI, RGB. Обнаружение контуров на цветных изображениях. Обнаружение контуров в цветовом векторном пространстве.</p>

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

1.5 Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Объем дисциплины
(зач.ед.): 3

Код раздела, темы	Раздел дисциплины	Аудиторные занятия (час.)			Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий															Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)		Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)			
		Всего по разделу (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы аспирантов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)					Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*					
								Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	или семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*				Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностранном языке*	Перевод иноязычной литературы*	Курсовая работа*
P1	Линейные дискретные системы	10,5	0,5	0,5		10,0																		Зачет Экзамен	
P2	Цифровые фильтры	10,5	0,5	0,5		10,0																			
P3	Дискретное преобразование Фурье	21,0	1,0	1,0		20,0																			
P4	Быстрое преобразование Фурье	10,5	0,5	0,5		10,0																			
P5	Предварительная обработка изображений	20,5	0,5	0,5		20,0																			
P6	Алгоритмы обнаружения	10,5	0,5	0,5		10,0																			
P7	Обработка цифровых изображений	20,5	0,5	0,5		20,0																			
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	104	4	4		100																			
	Всего по дисциплине (час.):	108	4	4		104																В т.ч. промежуточная аттестация		4	0

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ПРИЛОЖЕНИЕ 1)
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.9 Рекомендуемая литература

1.9.1 Основная литература

1. Никитин, Н.П. Прием и обработка сигналов в цифровых системах передачи: учеб. пособие [Электронный ресурс] / Н.П. Никитин, В.И. Лузин. – Екатеринбург : УрФУ, 2013. – 124 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/98917>.
2. Никитин, Н.П. Устройства приёма и обработки сигналов. Системы управления приемником. Устройства борьбы с помехами : учебное пособие [Электронный ресурс] / Н.П. Никитин, В.И. Лузин.. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. – 88 с. – Режим доступа: <http://hdl.handle.net/10995/28676>.
3. Основы формирования, передачи и приема цифровой информации: учебное пособие / В.И. Лузин, Н.П. Никитин, В.И. Гадзиковский // Научный редактор В.И. Гадзиковский // М.: – ООО «СОЛОН-Пресс», 2014, – 316 стр. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/64931#book_name.
4. Папуловская Н.В. Математические основы программирования трехмерной графики: учебно-методическое пособие. / Н. В. Папуловская ; научный редактор Л. Г. Доросинский. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2016. – 112 с. – Режим доступа: <http://hdl.handle.net/10995/43913>.
5. Перемитина, Т.О. Компьютерная графика : учебное пособие [Электронный ресурс] / Т.О. Перемитина. – Томск : Эль Контент, 2012. – 144 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208688>.
6. Щетинин, Ю.И. Анализ и обработка сигналов в среде MATLAB : учебное пособие [Электронный ресурс] / Ю.И. Щетинин. – Новосибирск : НГТУ, 2011. – 115 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229142>.
7. Джиган, В. И. Адаптивная фильтрация сигналов : теория и алгоритмы [Электронный ресурс] / В.И. Джиган. – Москва : Техносфера, 2013. – 528 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233460>.
8. Оппенгейм, А. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] / А. Оппенгейм, Р. Шафер ; пер. С.Ф. Боев. – 3-е изд., испр. – Москва : Техносфера, 2012. – 1048 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233730>.

1.9.2 Дополнительная литература

1. Колосовский, Е.А. Устройства приёма и обработки сигналов : учебное пособие / Е.А. Колосовский. – М. : Горячая линия – Телеком, 2007. – 456 с. 21 экз.
2. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений : практические советы [Электронный ресурс] / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Техносфера, 2012. – 1104 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233465>.
3. Строгонов, А.В. Цифровая обработка сигналов в базе программируемых логических интегральных схем : учеб. пособие [Электронный ресурс] / А.В. Строгонов. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 310 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/68427>.
4. Васильев, С.А. OpenGL. Компьютерная графика [Электронный ресурс] / С.А. Васильев. – Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 81 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277936>.

5. Шикин, Е.В. Компьютерная графика: полигональные модели [Электронный ресурс] / Е.В. Шикин, А.В. Боресков. – М. : Диалог-МИФИ, 2005. – 462 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89300>.
6. Митин, А.И. Компьютерная графика: справочно-методическое пособие [Электронный ресурс] / А.И. Митин, Н.В. Свертилова. – 2-е изд., стереотип. – М.|Берлин : Директ-Медиа, 2016. – 252 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443902>.

1.10 Методические разработки

1. Шостак, А.С. Формирование и передача сигналов : учеб.-метод. пособие [Электронный ресурс] / А.С. Шостак. – Москва : ТУСУР, 2012. – 40 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/10910>.
2. Обработка радиолокационных данных дистанционного зондирования Земли: лабораторный практикум [Электронный ресурс] / В.Г. Коберниченко, О.Ю. Иванов, А.В. Сосновский, В.А. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2013. – 64 с. – Режим доступа: <http://hdl.handle.net/10995/46987>.
3. Поршнева, С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB. + CD: учеб. пособие [Электронный ресурс] / С.В. Поршнева. – Санкт-Петербург : Лань, 2011. – 736 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/650>.

1.11 Программное обеспечение

Уральский федеральный университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения (MathCAD, Matlab, LabView и др.).

1.12 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Обучающимся обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных (в том числе международным реферативным базам данных научных изданий) и информационным справочным системам. Электронно-библиотечная система УрФУ и электронная информационно-образовательная среда обеспечивает возможность индивидуального доступа для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет, как на территории образовательной организации, так и вне ее и обеспечивают одновременный доступ не менее 25% обучающихся по данному направлению подготовки.

1. Национальный открытый университет «ИНТУИТ» <http://www.intuit.ru/>.
2. Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/>
4. Федеральный портал. Российское образование <http://www.edu.ru/>.
5. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ <http://study.urfu.ru/>.
6. Российская Государственная Библиотека (Информационно-поисковая система РГБ), Москва <http://www.rsl.ru/>.
7. Российская национальная библиотека (РНБ), Санкт-Петербург <http://www.nlr.ru/>.
8. Государственная публичная научно-техническая библиотека (ГПНТБ), Москва <http://www.gpntb.ru/>.
9. Открытый международный архив электронных препринтов arXiv.org.
10. Базы патентов, открытый поиск wipo.int.
11. Базы данных ВИНТИ <http://viniti.ru/>.
12. ФГБУ Федеральный институт промышленной собственности http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru.
13. Центральная научная библиотека Уральского отделения РАН <http://cnb.uran.ru/resource/katalog>.

1.13 Электронные образовательные ресурсы

Режимы доступа к электронно-библиотечной системе:

Зональная научная библиотека <http://lib.urfu.ru>

Каталоги библиотеки <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=76>

Электронный каталог <http://opac.urfu.ru/>

Электронно-библиотечные системы

<http://lib.urfu.ru/mod/resource/view.php?id=2330>

Электронные ресурсы свободного доступа <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=75>

Электронные ресурсы по подписке <http://lib.urfu.ru/mod/data/view.php?id=1379>

В том числе:

ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com;>

Web of Science: <http://apps.webofknowledge.com;>

Scopus: <http://www.scopus.com/>

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.14 Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

1. Лаборатория, Мира, 32, Р-318

Современная эргономичная мебель для аспирантов – 8 рабочих мест,

Компьютеры (core 2 duo e6550 2.33, 4gb, radeon 4350,250gb) – 8 шт.,

Телевизор sharp – 1 шт.

Лицензионное ПО: MS Office, Adobe Reader, , System Center Endpoint Protection

2. Лаборатория современных телекоммуникационных систем. Мира, 32. Р-417

Рабочих мест - 3,

учебных мест - 12,

рабочее место преподавателя (стол, стул),

доска маркерная,

телевизионный приемник - 2,

компьютер (3 ед.);

векторный генератор R&S SMU200A (двухканальный векторный генератор до 6 ГГц с опциями всех существующих телекоммуникационных и навигационных систем);

анализатор сигналов R&S FSQ26 (от 20 Гц до 26 ГГц);

лицензионное ПО: MS Office; Adobe Reader; System Center Endpoint Protection;

программное обеспечение HFSS (среда трехмерного электродинамического моделирования);

программное обеспечение AWR Design Environment (среда электродинамического моделирования микрополосковых устройств);

3. Лаборатория Центра высоких технологий. Мира, 32. Р-046

Лабораторная мебель на 8 рабочих мест.

Демокомплекс на базе интерактивной доски esprin TIWEDT79,

Контроллер NI регистрирующий скоростной - 8шт,

Комплект датчиков Grove Smart Plant Care Kit for Arduino - 10 шт,

Комплект для отладки встроенных систем TE-STM32F4 STARTERKIT PRO с камерой и дисплейным модулем - 3 шт,

Комплект для отладки встроенных систем ARDUINO -4 шт,

Источник питания GPS-72303 - 3 шт,

Индукционная паяльная станция Quick-202D ESD - 10 шт,

Климатическая камера MC-711Py,

Лицензионное ПО: MS Office, Adobe Reader, , System Center Endpoint Protection

4. Лаборатория. Мира, 32. Р-442

Учебная мебель на 25 рабочих мест;
компьютеры (Intel Core 2Duo CPU E6550 @ 2,33GHz 2 Gb RAM ATI Radeon HD 4350 БП Asus 450W Seagate 250Gb) – 9 шт.,
телевизор sharp – 1 шт.,
генераторы:
низко-част.сигналов – 6 шт.,
высокочастотных сигналов – 6 шт.,
стенды – 7 шт.,
цифровой осциллограф – 7 шт.
Лицензионное ПО: MS Office, Adobe Reader, , System Center Endpoint Protection, MatLab, LabView, АСК4106(Акмаком)

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Критерии оценивания результатов контрольно-оценочных мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

Применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений аспирантов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Аспирант демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Аспирант демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Аспирант умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Аспирант имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Аспирант имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Аспирант имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

6.2. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

6.2.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий

Не предусмотрено.

6.2.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

Не предусмотрено.

6.2.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено.

6.2.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Предмет ЦОС. Основные типы сигналов. Нормирование времени. Обобщенная схема ЦОС. Типовые дискретные сигналы. Нормирование частоты. Основная полоса частот.
2. Линейные дискретные системы (ЛДС). ЛДС: определение; свойства.
3. Математическое описание ЛДС во временной области: импульсная характеристика (ИХ); соотношения вход/выход: формула свертки, разностное уравнение; рекурсивные и нерекурсивные ЛДС; системы с конечной и бесконечной импульсной характеристикой (КИХ- и БИХ-системы); устойчивость ЛДС – определение, критерий устойчивости для временной области.
4. Z-преобразование: определение; свойства; соотношение между комплексными r - и z -плоскостями; основные способы вычисления обратного Z-преобразования.
5. Математическое описание ЛДС в z -области: передаточная функция (ПФ) рекурсивных и нерекурсивных ЛДС; соотношения вход/выход в z -области; связь ПФ с разностным уравнением; карта нулей и полюсов; разновидности передаточной функции рекурсивных ЛДС; ПФ и ИХ рекурсивных звеньев 1-го и 2-го порядков; критерий устойчивости ЛДС для z -области.
6. Структура (структурная схема) ЛДС: определение; связь с видом ПФ; структуры рекурсивных ЛДС (прямая и ее модификации, каскадная, параллельная) и нерекурсивных ЛДС (прямая).
7. Математическое описание ЛДС в частотной области: частотная характеристика (ЧХ); АЧХ, ФЧХ – определение, свойства; связь ЧХ с ПФ; соотношения вход/выход в частотной области; расчет АЧХ и ФЧХ по ПФ; анализ АЧХ по карте нулей и полюсов.
8. Цифровые фильтры. ЦФ: определение; классификация; основные этапы проектирования.
9. КИХ-фильтры с линейной ФЧХ (ЛФЧХ): условия линейности ФЧХ; четыре типа КИХ-фильтров с ЛФЧХ; прямая приведенная структура КИХ-фильтра.
10. Синтез КИХ-фильтров с ЛФЧХ: метод окон (прямоугольное окно, окно Кайзера и др.); метод наилучшей равномерной (чебышевской) аппроксимации.
11. Синтез БИХ-фильтров: методы на основе аналогового-фильтра-прототипа (АФП) Баттерворта, Чебышева I-го и II-го рода, Золотарева–Кауэра: метод инвариантности ИХ; метод билинейного Z-преобразования.
12. Эффекты квантования в ЦФ. Источники ошибок квантования в цифровых системах с фиксированной точкой (ФТ). Шум квантования АЦП. Собственный шум цифровой системы. Ошибки квантования коэффициентов ПФ. Полный шум цифровой системы. Переполнение в сумматорах, масштабирование. Понятие о предельных циклах низкого уровня.
13. Одномерные вейвлеты. Алгоритмы быстрого вейвлет-преобразования. Двумерные вейвлеты. Задачи, решаемые с помощью вейвлет-анализа.
14. Описание дискретных сигналов в частотной области. Спектральная плотность дискретного сигнала и ее свойства. Связь между спектральными плотностями

- дискретного и аналогового сигналов. Простейшие операции со спектральными плотностями: перенос, инверсия, формирование сигнала с ОБП.
15. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). ДПФ периодических последовательностей и последовательностей конечной длины. Свойства ДПФ. Вычисление круговых, линейных и секционированных сверток с помощью ДПФ. Понятие о спектральном анализе сигналов с помощью ДПФ.
 16. Назначение и суть пространственной дискретизации изображений. Разложение сигнала в обобщенный ряд Фурье. Интегральное преобразование Фурье. Спектр дискретизированного изображения. Теорема Котельникова. Квантование изображений по уровню.
 17. Быстрое преобразование Фурье (БПФ). Оценка порядка вычислительной сложности ДПФ. Определение БПФ. БПФ Кули-Тьюки с прореживанием по времени: алгоритм; начальные условия алгоритма (прореживание отсчетов исходной последовательности); оценка порядка вычислительной сложности. Вычисление ОДПФ с помощью БПФ. Алгоритм БПФ с основанием 2. Свойства алгоритма БПФ с основанием 2 и прореживанием по времени. Перестановка данных и двоичная инверсия. Алгоритм БПФ с прореживанием по частоте. Графическое представление алгоритмов БПФ.
 18. Математическое описание двумерных изображений и двумерных ЦФ. Задачи двумерной фильтрации.
 19. Двумерная функция яркости как основной способ описания изображений. Классификация изображений. Простейшие элементы (примитивы) функций яркости реальных изображений. Описание периодических пространственных структур. Статистическое описание изображений. Спектральное описание изображений. Базисы Фурье.
 20. Растровая графика. Черно-белое изображение Сравнительные характеристики форматов файлов. Формат BMP. Структура формата BMP-файла. Алгоритм паковки данных RLE. Формат PCX. Структура формата PCX-файла. Формат TIFF. Структура TIFF-файла. Формат GIF. Алгоритм паковки данных LZW.
 21. Назначение и разновидности алгоритмов предварительной обработки изображений. Области использования каждой из разновидностей. Линейное контрастирование изображения. Линейное контрастирование изображения с ограничением. Применение табличного метода при поэлементных преобразованиях изображений. Соляризация изображения. Препарирование изображения. Преобразование гистограмм изображения уменьшением числа уровней квантования. Преобразование гистограмм при помощи эквализации изображения: равномерная, экспоненциальная, Рэля и гиперболическая.
 22. Алгоритмы частотной фильтрации изображений, их достоинства и недостатки. Алгоритмы локального сглаживания изображений: усреднение в окрестности точки, сигма-фильтр, усреднение по K ближайшим соседям.
 23. Алгоритмы ранговой и медианной фильтрации изображений, их разновидности и модификации.
 24. Алгоритмы глобальной и локальной эквализации гистограмм изображений, их сравнительный анализ.
 25. Назначение и обобщенное описание алгоритмов обнаружения. Основные характеристики алгоритмов обнаружения. Понятие вероятностей правильного обнаружения, ложной тревоги и пропуска цели. Параметрические и непараметрические обнаружители. Основы построения параметрических обнаружителей. Корреляционно-экстремальные алгоритмы обнаружения и их модификации.
 26. Байесовский дискриминатор. Основные теоретические положения и принципы реализации.

27. Непараметрические алгоритмы обнаружения объектов: контрастно-габаритный фильтр, зонно-габаритный фильтр, габаритно-ранговый фильтр, фильтр на основе гистограммы локальности.
28. Алгоритмы пороговой обработки изображений, их разновидности и области применения. Метод выбора значений порогов обнаружения. Алгоритмы оптимального выбора глобального порога. Алгоритмы обработки изображений с переменным порогом.
29. Алгоритмы выделения контуров на изображениях. Алгоритмы обработки и улучшения контурных препаратов. Алгоритмы статистической фильтрации изображений. Метод удаления перекрывающихся окон. Оператор порождения и уничтожения элементов изображения объекта.
30. Основы теории информации. Измерение информации. Применение в системах связи.
31. Избыточность цифровых изображений. Кодовая избыточность. Межпиксельная избыточность. Психовизуальная избыточность. Критерии точности воспроизведения. Фундаментальные теоремы кодирования. Алгоритмы сжатия цифровых изображений. Классы алгоритмов сжатия. Методы сжатия.
32. Статистическое кодирование. Арифметическое кодирование. Кодирование Хаффмана. Кодирование серий (RLE). Кодирование последовательностей одинаковых символов (LZ-алгоритмы). Кодирование длин повторений. Кодирование с предсказанием. Сжатие на основе преобразований. Рекурсивный (волновой) алгоритм – вейвлет-сжатие.
33. Алгоритм JPEG. Фрактальное сжатие.
34. Цветовые модели. Цветовая модель RGB, CMYK и цветовая модель HSB. Вырезание цветового диапазона. Яркостная и цветовая коррекция. Обработка гистограмм. Эквиализация гистограммы в цветовом пространстве HSL. Сглаживание и повышение резкости. Сглаживание цветного изображения с помощью усреднения по окрестности.
35. Повышение резкости цветных изображений. Цветовая сегментация. Методы сегментации. Сегментация в цветовом пространстве HSI, RGB. Обнаружение контуров на цветных изображениях. Обнаружение контуров в цветовом векторном пространстве.

6.2.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

Не предусмотрено.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РПД

Номер листа изменений	Номер протокола заседания учебно-методического совета института	Дата заседания учебно-методического совета института	Всего листов в документе	Подпись руководителя направления подготовки (ОП)