

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 11.04.01 Радиотехника

Наименование образовательной программы: Радиотехнические системы

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
СИСТЕМЫ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 3; 3 семестр - 3; всего - 6
Часов (всего) по учебному плану:	216 часов
Лекции	2 семестр - 16 часов; 3 семестр - 16 часов; всего - 32 часа
Практические занятия	2 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	3 семестр - 16 часов;
Консультации	3 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	2 семестр - 75,7 часа; 3 семестр - 73,5 часа; всего - 149,2 часа
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Контрольная работа Расчетно-графическая работа Лабораторная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	2 семестр - 0,3 часа;
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа; всего - 0,8 часа

Москва 2021

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Комаров А.А.
	Идентификатор	R8495daf1-KomarovAIA-eada3f0e

(подпись)

А.А. Комаров

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Комаров А.А.
	Идентификатор	R8495daf1-KomarovAIA-eada3f0e

(подпись)

А.А. Комаров

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Комаров А.А.
	Идентификатор	R8495daf1-KomarovAIA-eada3f0e

(подпись)

А.А. Комаров

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: состоит в изучении методов и алгоритмов цифровой обработки сигналов применительно к современным радиотехническим системам

Задачи дисциплины

- освоение теории дискретных и цифровых сигналов и систем;
- изучение принципов построения устройств цифровой обработки сигналов в радиотехнических системах и комплексах различного назначения;
- приобретение навыков компьютерного моделирования специальных алгоритмов цифровой обработки сигналов.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-2 Способен разрабатывать и модернизировать радиоэлектронные системы	ИД-1ПК-2 Разрабатывает структурные, функциональные и принципиальные схемы радиоэлектронных систем	знать: - принципы построения аналоговых и цифровых приёмников РЛС; - методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов в радиолокаторах с синтезированной апертурой антенны; - теорию дискретных и цифровых сигналов и систем; - принципы построения систем цифровой вторичной обработки радиолокационной информации. уметь: - выполнять расчёт и проектирование цифровых фильтров по заданным требованиям; - моделировать системы цифровой первичной обработки радиолокационной информации; - разрабатывать и проектировать системы цифровой обработки сигналов современных радиотехнических систем с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ; - моделировать объекты и процессы с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Радиотехнические системы (далее – ОПОП), направления подготовки 11.04.01 Радиотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Дискретные цифровые сигналы и системы (1 семестр)	22.5	2	4	-	4	-	-	-	-	-	14.5	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 27-118 [3], стр. 40-70
1.1	Дискретные цифровые сигналы и системы (1 семестр)	22.5		4	-	4	-	-	-	-	-	14.5	-	
2	Дискретные преобразования (1 семестр)	22.5		4	-	4	-	-	-	-	-	14.5	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр.135-166
2.1	Дискретные преобразования (1 семестр)	22.5		4	-	4	-	-	-	-	-	14.5	-	
3	Цифровая фильтрация (1 семестр)	22.5		4	-	4	-	-	-	-	-	14.5	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 281-348, 629-652 [3], стр. 71-95
3.1	Цифровая фильтрация (1 семестр)	22.5		4	-	4	-	-	-	-	-	14.5	-	
4	Цифровая первичная обработка радиолокационной информации (1 семестр)	22.5		4	-	4	-	-	-	-	-	14.5	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 106-124 [4], стр. 111-148
4.1	Цифровая первичная обработка радиолокационной информации (1 семестр)	22.5		4	-	4	-	-	-	-	-	14.5	-	
	Зачет с оценкой	18.0		-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	

	Всего за семестр	108.0		16	-	16	-	-	-	-	0.3	58.0	17.7	
	Итого за семестр	108.0		16	-	16	-	-	-	-	0.3	58.0	17.7	
5	Цифровая вторичная обработка радиолокационной информации (2 семестр)	36	3	8	8	-	-	-	-	-	-	20	-	<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [4], стр. 269-340
5.1	Цифровая вторичная обработка радиолокационной информации (2 семестр)	36		8	8	-	-	-	-	-	-	20	-	
6	Цифровая обработка сигналов в радиолокаторах с синтезируемой апертурой антенны (2 семестр)	36		8	8	-	-	-	-	-	-	20	-	<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [1], стр. 249-285
6.1	Цифровая обработка сигналов в радиолокаторах с синтезируемой апертурой антенны (2 семестр)	36		8	8	-	-	-	-	-	-	20	-	
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	108.0		16	16	-	-	2	-	-	0.5	40	33.5	
	Итого за семестр	108.0		16	16	-	-	2	-	-	0.5	40	33.5	
	ИТОГО	216.0	-	32	16	16	-	2	-	-	0.8	80.0	67.0	

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Дискретные цифровые сигналы и системы (1 семестр)

1.1. Дискретные цифровые сигналы и системы (1 семестр)

Периодическая дискретизация сигналов во времени. Теорема Котельникова о дискретизации сигналов. Математическая модель дискретных сигналов. Векторное представление дискретных сигналов. Матричное представление радиолокационных данных. Свойства дискретных сигналов. Спектры аналоговых и дискретных сигналов. Квантование сигналов по уровню. Процедура аналого-цифрового преобразования (АЦП) и цифро-аналогового преобразования (ЦАП), основные параметры АЦП и ЦАП и их влияние на параметры приемной и передающей систем. Расчет требований к АЦП и ЦАП в зависимости от тактико-технических характеристик радиосистемы..

2. Дискретные преобразования (1 семестр)

2.1. Дискретные преобразования (1 семестр)

Дискретно-временное преобразование Фурье (ДВПФ). Спектральный анализ на ограниченном интервале времени. Оконные функции. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Обратное дискретное преобразование Фурье (ОДПФ). Свойства ДПФ. Быстрое преобразование Фурье (БПФ). Обратное быстрое преобразование Фурье (ОБПФ). Алгоритм БПФ по основанию 2 с прореживанием во времени. Алгоритм БПФ по основанию 2 с прореживанием по частоте. Структуры процессоров БПФ. Квадратурные сигналы. Определение аналитического сигнала. Дискретное преобразование Гильберта. Импульсная характеристика преобразования Гильберта. Проектирование дискретного преобразователя Гильберта и генерация аналитического сигнала во временной области. Сравнение методов генерации аналитических сигналов..

3. Цифровая фильтрация (1 семестр)

3.1. Цифровая фильтрация (1 семестр)

Преобразование частоты дискретизации. Децимация. Интерполяция. Цифровые фильтры с конечной импульсной характеристикой (КИХ). Использование математического аппарата линейной алгебры для анализа КИХ фильтров. Усреднение сигналов. Когерентное и некогерентное накопление сигналов. Линейная свертка. Циклическая свертка. Алгоритм быстрого вычисления свертки на основе БПФ. Алгоритм быстрой секционной свертки методом перекрытия с накоплением и суммированием..

4. Цифровая первичная обработка радиолокационной информации (1 семестр)

4.1. Цифровая первичная обработка радиолокационной информации (1 семестр)

Цифровой согласованный фильтр (СФ). Основные характеристики согласованного фильтра в зависимости от зондирующего сигнала. Методы оптимизации характеристик СФ. Векторное представление согласованного фильтра. Межимпульсная (доплеровская) цифровая обработка сигналов. Доплеровский спектр. Селекция движущихся целей. Векторное представление устройства СДЦ. Слепые скорости и вобуляция периода повторения импульсов. Основные параметры и возможности устройств СДЦ. Межимпульсная доплеровская обработка радиолокационных сигналов. Использование преобразования Фурье в доплеровской обработке. Точность оценки доплеровского сдвига частоты. Совмещенная доплеровская обработка сигналов с СДЦ. Обнаружители радиолокационных сигналов. Пороговые обнаружители. Линейные и квадратичные обнаружители. Обнаружители с постоянным уровнем ложных тревог. Обнаружители с

использованием плавающего окна и его характеристики. Обнаружитель с использованием порядковой статистики. Параметры обнаружителей в зависимости от характеристик шумов и целей..

5. Цифровая вторичная обработка радиолокационной информации (2 семестр)

5.1. Цифровая вторичная обработка радиолокационной информации (2 семестр)

Статистическая модель движения цели. Постановка задачи. Статистические модели движения целей различного характера: баллистические, аэродинамические (маневрирующие и не маневрирующие) и их аппроксимация. Стробирование и селекция отметок в стробах. Одномерные и двумерные стробы, алгоритмы селекции отметок целей. Формульно-логическая схема селекции, вероятность правильной селекции, разрешающая способность при селекции траектории путем стробирования. Оценка временных затрат. Автоматическое обнаружение (автозахват) траекторий. Алгоритмы автозахвата траекторий, статистические характеристики, оценки значений верхнего и нижнего порогов отношения правдоподобия при передаче траекторий на сопровождение. Вероятность обнаружения траектории. Оценка среднего числа передаваемых и находящихся на сопровождении ложных траекторий. Функциональные схемы, расчет требований по производительности и емкости ЗУ. Оценка временных затрат. Оптимальная оценка координат и параметров при полиномиальной модели движения цели. Применение метода максимального правдоподобия для оценки математического ожидания полиномиальной функции. Оценка параметров и координат при равнооточных независимых наблюдениях. Алгоритмы оценки сглаженного и экстраполированного значения параметров и координат при прямолинейном и равномерном изменении траектории (полином первой степени), при движении с ускорением (полином второй степени), графики весовых функций оценок, функциональные схемы вычислителей. Оптимальная оценка параметров и координат при наличии независимых наблюдений скорости. Ошибки оценки параметров и координат при оптимальном сглаживании и экстраполяции. Оптимальное последовательное сглаживание координаты и скорости ее изменения. Алгоритм последовательного сглаживания при равнооточных наблюдениях и при наличии независимых наблюдений скорости. Характеристики качества оптимального последовательного сглаживания координаты и скорости, выбор коэффициентов μ , β , последовательное сглаживание параметров траектории (скорости и курса). Алгоритм экстраполяции координат по параметрам траектории. Сглаживание параметров траектории по методу средневзвешенных, точностные характеристики метода. Экспоненциальное сглаживание параметров траектории, ошибки при экспоненциальном сглаживании параметров траектории, выбор оптимального значения коэффициента ζ , формульная схема алгоритма сглаживания и экстраполяции координат по параметрам траектории..

6. Цифровая обработка сигналов в радиолокаторах с синтезируемой апертурой антенны (2 семестр)

6.1. Цифровая обработка сигналов в радиолокаторах с синтезируемой апертурой антенны (2 семестр)

Формирование радиолокационного изображения в не фокусированном режиме. Оптимальные алгоритмы на основе БПФ, применяемые при получении детального радиоконтрастного изображения исследуемой поверхности. Этапы обработки во временной и частотной областях: сжатие сложных сигналов по алгоритму «быстрой свертки», расфильтровка каждого дальномерного трека на поверхности по доплеровским частотам на основе спектрального анализа с коррекцией боковых лепестков АЧХ. Функциональные схемы, расчет требований по производительности и емкости запоминающего устройства (ЗУ). Формирование радиолокационного изображения в фокусированном режиме.

Алгоритмы формирования изображения в фокусированном режиме, расчет фокусирующих множителей по трекам дальностей на поверхности, функциональные схемы, расчет ширины треков дальностей, коррекция вращения Земли. Расчет требований по производительности емкости ЗУ. Сравнительные характеристики информационных требований для основных вариантов использования РСА. Сравнительная оценка режима формирования изображения в реальном масштабе времени (на борту носителя РСА) и режима с передачей цифровой голограммы на специальный пункт обработки. Расчет требуемой информативности линии передачи информации. Оценка качества (информативности) радиолокационного изображения и пути его повышения. Формирование радиолокационного изображения поверхности с режимом СДЦ. Алгоритмы, функциональные схемы, расчет характеристик и требований к процессору.

3.3. Темы практических занятий

1. Дискретизация сигналов (2 семестр);
2. Квадратурные сигналы (2 семестр);
3. Дискретное преобразование Фурье (2 семестр);
4. Быстрое преобразование Фурье (2 семестр);
5. Цифровые фильтры (2 семестр).

3.4. Темы лабораторных работ

1. Цифровая демодуляция/децимация сигналов, цифровая согласованная фильтрация (3 семестр);
2. Цифровая фильтрация активных и пассивных помех. Цифровое обнаружение сигналов с постоянным уровнем ложных тревог (3 семестр);
3. Моделирование алгоритмов цифровой вторичной обработки сигналов в радиолокаторе наземного базирования (3 семестр);
4. Моделирование алгоритмов цифровой обработки сигналов в радиолокаторе с синтезированной апертурой бокового обзора (3 семестр).

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)						Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	
Знать:								
принципы построения систем цифровой вторичной обработки радиолокационной информации	ИД-1пк-2					+		Контрольная работа/Контрольная работа «Цифровая вторичная обработка радиолокационной информации»
теорию дискретных и цифровых сигналов и систем	ИД-1пк-2		+					Контрольная работа/Контрольная работа «Дискретные преобразования сигналов. Свёртка»
методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов в радиолокаторах с синтезированной апертурой антенны	ИД-1пк-2						+	Контрольная работа/Контрольная работа «Цифровая обработка сигналов в радиолокаторах с синтезированной апертурой антенны»
принципы построения аналоговых и цифровых приёмников РЛС	ИД-1пк-2	+						Контрольная работа/Контрольная работа «Аналоговые и цифровые приёмники РЛС»
Уметь:								
моделировать объекты и процессы с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ	ИД-1пк-2					+		Лабораторная работа/Защита лабораторной работы "Цифровая демодуляция/децимация сигналов, цифровая согласованная фильтрация" Лабораторная работа/Защита лабораторной работы «Цифровая фильтрация активных и пассивных помех. Цифровое обнаружение сигналов с постоянным уровнем ложных тревог»
разрабатывать и проектировать системы цифровой обработки сигналов современных радиотехнических систем с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ	ИД-1пк-2						+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы «Моделирование алгоритмов цифровой обработки сигналов в радиолокаторе с синтезированной апертурой бокового обзора»
моделировать системы цифровой первичной	ИД-1пк-2				+			Расчетно-графическая работа/Защита расчетного

обработки радиолокационной информации							задания
выполнять расчёт и проектирование цифровых фильтров по заданным требованиям	ИД-1ПК-2			+			Контрольная работа/Контрольная работа «Цифровые фильтры»

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

2 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Защита расчетного задания (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа «Аналоговые и цифровые приёмники РЛС» (Контрольная работа)
2. Контрольная работа «Дискретные преобразования сигналов. Свёртка» (Контрольная работа)
3. Контрольная работа «Цифровые фильтры» (Контрольная работа)

3 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Защита лабораторной работы "Цифровая демодуляция/децимация сигналов, цифровая согласованная фильтрация" (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы «Моделирование алгоритмов цифровой обработки сигналов в радиолокаторе с синтезированной апертурой бокового обзора» (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторной работы «Цифровая фильтрация активных и пассивных помех. Цифровое обнаружение сигналов с постоянным уровнем ложных тревог» (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа «Цифровая вторичная обработка радиолокационной информации» (Контрольная работа)
2. Контрольная работа «Цифровая обработка сигналов в радиолокаторах с синтезированной апертурой антенны» (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №2)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и зачетной составляющих.

Экзамен (Семестр №3)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих. В приложение к диплому выносятся оценка за 3 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Баскаков, А. И. Локационные методы исследования объектов и сред : учебник для вузов по специальности 210301 "Радиофизика" / А. И. Баскаков ; Ред. А. И. Баскаков . – М. : АКАДЕМИЯ, 2011 . – 384 с. – (Высшее профессиональное образование) . - ISBN 978-5-7695-7436-8 . ;
2. Айфичер, Э. С. Цифровая обработка сигналов : практический подход : пер. с англ. / Э. С. Айфичер, Б. У. Джервис . – 2-е изд . – М. : Вильямс, 2004 . – 992 с. - ISBN 5-84590-710-1 . ;
3. Магазинникова А. Л.- "Основы цифровой обработки сигналов", (2-е изд., испр.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (132 с.)
<https://e.lanbook.com/book/168952>;
4. Информационные технологии в радиотехнических системах : Учебное пособие для вузов по специальностям "Радиотехника" и "Радиоэлектронные системы" направления "Радиотехника" / В. А. Васин, и др. ; Ред. И. Б. Федоров . – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003 . – 672 с. – (Информатика в техническом университете) . - ISBN 5-7038-2263-7

..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office;
3. Windows;
4. Matlab;
5. Майнд Видеоконференции;
6. Python.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
12. Журналы научного общества Optical Society of America (OSA) - <https://www.osapublishing.org/about.cfm>
13. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Е-612, Учебная аудитория каф. "РТП и АС"	парта со скамьей, стол компьютерный, стул, вешалка для одежды, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный

	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-612, Учебная аудитория каф. "РТП и АС"	парта со скамьей, стол компьютерный, стул, вешалка для одежды, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-801/12, Лаборатория «Цифровых методов исследования радиосистем»	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, оборудование специализированное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-612, Учебная аудитория каф. "РТП и АС"	парта со скамьей, стол компьютерный, стул, вешалка для одежды, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	Е-614, Компьютерный класс каф. "РТП и АС"	стол, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-612, Учебная аудитория каф. "РТП и АС"	парта со скамьей, стол компьютерный, стул, вешалка для одежды, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-800/7, Архив каф. "РТП и АС"	стол, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, холодильник

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Системы цифровой обработки сигналов

(название дисциплины)

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа «Аналоговые и цифровые приёмники РЛС» (Контрольная работа)
- КМ-2 Контрольная работа «Дискретные преобразования сигналов. Свёртка» (Контрольная работа)
- КМ-3 Контрольная работа «Цифровые фильтры» (Контрольная работа)
- КМ-4 Защита расчетного задания (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	14
1	Дискретные цифровые сигналы и системы (1 семестр)					
1.1	Дискретные цифровые сигналы и системы (1 семестр)		+			
2	Дискретные преобразования (1 семестр)					
2.1	Дискретные преобразования (1 семестр)			+		
3	Цифровая фильтрация (1 семестр)					
3.1	Цифровая фильтрация (1 семестр)				+	
4	Цифровая первичная обработка радиолокационной информации (1 семестр)					
4.1	Цифровая первичная обработка радиолокационной информации (1 семестр)					+
Вес КМ, %:			20	20	20	40

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-5 Контрольная работа «Цифровая вторичная обработка радиолокационной информации» (Контрольная работа)
- КМ-6 Защита лабораторной работы "Цифровая демодуляция/децимация сигналов, цифровая согласованная фильтрация" (Лабораторная работа)
- КМ-7 Защита лабораторной работы «Цифровая фильтрация активных и пассивных помех. Цифровое обнаружение сигналов с постоянным уровнем ложных тревог» (Лабораторная работа)
- КМ-8 Контрольная работа «Цифровая обработка сигналов в радиолокаторах с синтезированной апертурой антенны» (Контрольная работа)

КМ-9 Защита лабораторной работы «Моделирование алгоритмов цифровой обработки сигналов в радиолокаторе с синтезированной апертурой бокового обзора» (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9
		Неделя КМ:	4	6	8	12	14
1	Цифровая вторичная обработка радиолокационной информации (2 семестр)						
1.1	Цифровая вторичная обработка радиолокационной информации (2 семестр)		+	+	+		
2	Цифровая обработка сигналов в радиолокаторах с синтезируемой апертурой антенны (2 семестр)						
2.1	Цифровая обработка сигналов в радиолокаторах с синтезируемой апертурой антенны (2 семестр)					+	+
Вес КМ, %:			10	25	25	15	25