

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

Направление подготовки/специальность: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Наименование образовательной программы: Радионавигационные системы и комплексы

Уровень образования: высшее образование - специалитет

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО
ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ


Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.18
Трудоемкость в зачетных единицах:	10 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	10 семестр - 32 часа;
Практические занятия	10 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	10 семестр - 18 часов;
Самостоятельная работа	10 семестр - 109,2 часов;
в том числе на КП/КР	10 семестр - 15,7 часов;
Иная контактная работа	10 семестр - 4 часа;
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Защита курсовой работы	10 семестр - 0,3 часа;
Экзамен	10 семестр - 0,5 часа;
	всего - 0,8 часа

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Баскаков А.И.
	Идентификатор	R46d2b27d-BaskakovAI-105a725f

(подпись)


А.И. Баскаков

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Сизякова А.Ю.
	Идентификатор	R4eb30863-SiziakovaAY-83831ea7


(подпись)

А.Ю. Сизякова

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Куликов Р.С.
	Идентификатор	R7ef0b374-KulikovRS-e851162c

(подпись)

Р.С. Куликов

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: состоит в углубленном изучении методов и средств радиолокации, применяемых при дистанционном исследовании Земли и космического пространства

Задачи дисциплины

- освоение основ анализа работы и расчета технических характеристик радиолокационных систем дистанционного зондирования Земли и космического пространства;
- изучение методов оценки помехоустойчивости радиолокационных систем дистанционного зондирования Земли.

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-1 Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы подсистем радиоэлектронных систем и комплексов, в том числе с использованием математического моделирования алгоритмов формирования, передачи, приема и обработки радиосигналов	ИД-1 _{ПК-1} Знает методы выполнения расчетов основных технических характеристик схем подсистем радиоэлектронных систем и комплексов	знать: - методы расчета основных характеристик радиотехнических систем дистанционного зондирования Земли.
ПК-1 Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы подсистем радиоэлектронных систем и комплексов, в том числе с использованием математического моделирования алгоритмов формирования, передачи, приема и обработки радиосигналов	ИД-2 _{ПК-1} Умеет использовать методы математических расчетов характеристик радиотехнических устройств, систем и процессов для анализа и оптимизации их параметров	уметь: - выполнять расчет основных показателей качества радиотехнических систем дистанционного зондирования Земли; - выполнять математическое моделирование радиотехнических систем дистанционного зондирования Земли на основе структурных схем.
ПК-1 Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы подсистем радиоэлектронных систем и комплексов, в том числе	ИД-3 _{ПК-1} Знает методы построения структурных схем радиоэлектронного устройства или системы, реализующих требуемые алгоритмы обработки	знать: - методы построения структурных схем радиотехнических систем дистанционного зондирования Земли.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
с использованием математического моделирования алгоритмов формирования, передачи, приема и обработки радиосигналов		

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Радионавигационные системы и комплексы (далее – ОПОП), направления подготовки 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, уровень образования: высшее образование - специалитет.

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 5 зачетных единиц, 180 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	Характеристики объектов радиолокационного наблюдения в радиофизических задачах	17	10	5	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1] стр. 13-76; подготовка к тесту «Основные характеристики радиотехнических систем дистанционного зондирования Земли»</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], стр. 13-76 [2], стр. 6-32</p>	
1.1	Характеристики объектов радиолокационного наблюдения в радиофизических задачах	17		5	-	2	-	-	-	-	-	10	-		
2	Общие проблемы дистанционного зондирования при радиофизических исследованиях окружающей среды. Устройства пассивного визирования в СВЧ и ИК диапазонах.	16		5	-	2	-	-	-	-	-	9	-		<p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], стр. 138-175 [2], стр. 51-64</p>
2.1	Общие проблемы дистанционного зондирования при радиофизических исследованиях окружающей среды.	16		5	-	2	-	-	-	-	-	9	-		

	Устройства пассивного визирования в СВЧ и ИК диапазонах.													
3	Радиолокационные методы исследования характеристик рассеяния поверхности Земли. Радиоастрономические методы исследования космического пространства	20	5	-	4	-	-	-	-	-	11	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 176-209, 318-351 [2], стр. 87-92	
3.1	Радиолокационные методы исследования характеристик рассеяния поверхности Земли. Радиоастрономические методы исследования космического пространства	20	5	-	4	-	-	-	-	-	11	-		
4	Прецизионная радиовысотометрия из космоса	20	5	-	4	-	-	-	-	-	11	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 210-248	
4.1	Прецизионная радиовысотометрия из космоса	20	5	-	4	-	-	-	-	-	11	-		
5	Основы теории радиолокаторов с синтезированным раскрывом антенны.	22	7	-	4	-	-	-	-	-	11	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 249-285	
5.1	Основы теории радиолокаторов с синтезированным раскрывом антенны.	22	7	-	4	-	-	-	-	-	11	-		
6	Радиолокаторы	13	5	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<u>Изучение материалов литературных</u>	

	подповерхностного зондирования – георадары												источников: [1], стр. 286-317
6.1	Радиолокаторы подповерхностного зондирования – георадары	13	5	-	-	-	-	-	-	-	8	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	2	-	-	0.5	-	-	33.5	
	Курсовая работа (КР)	36.0	-	-	-	16	-	4	-	0.3	15.7	-	
	Всего за семестр	180.0	32	-	16	16	2	4	-	0.8	75.7	33.5	
	Итого за семестр	180.0	32	-	16	18	4	0.8	109.2				

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – 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. Характеристики объектов радиолокационного наблюдения в радиофизических задачах

1.1. Характеристики объектов радиолокационного наблюдения в радиофизических задачах

Основные определения. Принципы измерения координат и параметров движения объектов. Локационные цели. Сложные и групповые цели. Объемно-распределенные цели. Поверхностно-распределенные цели. Тактико-технические характеристики локационных систем. Энергетические соотношения в задачах дистанционного зондирования. Статистический подход к синтезу оптимальных алгоритмов обнаружения и оценки параметров радиолокационных сигналов. Расчеты характеристик обнаружения и потенциальных точностных характеристик локационных систем..

2. Общие проблемы дистанционного зондирования при радиофизических исследованиях окружающей среды. Устройства пассивного визирования в СВЧ и ИК диапазонах.

2.1. Общие проблемы дистанционного зондирования при радиофизических исследованиях окружающей среды. Устройства пассивного визирования в СВЧ и ИК диапазонах.

Требования к носителям приборов дистанционного зондирования, предназначенных для исследования окружающей среды. Формирование орбит космических носителей аппаратуры дистанционного зондирования Земли. Комплексование аппаратуры дистанционного зондирования, системы сбора и передачи информации. Устройства пассивного визирования в СВЧ и ИК диапазонах. Особенности пассивного визирования. Радиотепловое излучение. Радиометрические приемники. Реализация спутниковых радиометрических комплексов. Пассивная локация малозаметных объектов. Пассивное визирование в инфракрасном диапазоне Устройства пассивного визирования в СВЧ и ИК диапазонах..

3. Радиолокационные методы исследования характеристик рассеяния поверхности Земли. Радиоастрономические методы исследования космического пространства

3.1. Радиолокационные методы исследования характеристик рассеяния поверхности Земли. Радиоастрономические методы исследования космического пространства

Особенности скаттерометрии в радиодиапазоне. Задачи, решаемые скаттерометрами. Методы обзора пространства. Методы пространственной селекции. Способы снятия характеристик отражения и обеспечение точности измерений. Режим работы скаттерометров. Примеры некоторых разработанных и испытанных радиоскаттерометрических систем для исследования характеристик морской поверхности. Результаты экспериментальных измерений характеристик отражения скаттерометрами и использования их для определения некоторых свойств земных покровов. Что изучает радиоастрономия? Диапазоны электромагнитных излучений при проводятся астрономических наблюдениях. Характеристики радиотелескопов: размер антенной системы, чувствительность приемника, ширина полосы пропускания входного фильтра, интервалы когерентного и некогерентного накопления. Ограничение размеров самых больших радиотелескопов. Системы с разнесенным приемом - фазовые, корреляционно-амплитудные, либо корреляционно-фазовые. Высокостабильные атомные опорные генераторы, участвующих в сеансе наблюдений с радиоинтерферометрическими системами со сверхдлинными базами. Метод апертурного синтеза. Картографирование поверхности планеты с Земли в режиме активной локации..

4. Прецизионная радиовысотометрия из космоса

4.1. Прецизионная радиовысотометрия из космоса

Задачи, решаемые прецизионным радиовысотомером космического базирования. Обзор современного состояния спутниковой радиовысотометрии. Анализ статистических характеристик сигналов прецизионного радиовысотомера, отраженных от морской поверхности. Синтез оптимальных алгоритмов обработки отраженных сигналов и оценка потенциальной точности измерения высоты. Особенности реализации структурной схемы прецизионного радиовысотомера..

5. Основы теории радиолокаторов с синтезированным раскрытием антенны.

5.1. Основы теории радиолокаторов с синтезированным раскрытием антенны.

Назначение радиолокаторов с синтезированной апертурой и способы обзора пространства. Принцип получения высокого разрешения по поверхности. Анализ траекторного сигнала. Принцип обработки сигналов РСА. Расчет основных параметров и выбор формы зондирующего сигнала. Принципы построения РСА. Структурная схема РСА и оценка качества получаемой информации. Системы цифровой обработки. Интерферометрический режим работы РСА..

6. Радиолокаторы подповерхностного зондирования – георадары

6.1. Радиолокаторы подповерхностного зондирования – георадары

Электрические свойства сред с потерями (диссипативные среды) и их влияние на характеристики прохождения радиоволн. Отражение электромагнитных волн от слоистой среды. Методы радиолокационного подповерхностного зондирования. Особенности обработки подповерхностных сигналов..

3.3. Темы практических занятий

1. Цифровая обработка изображений в радиолокаторах с синтезированием апертуры антенны;
2. Радиолокационная система с синтезированием апертуры антенны;
3. Высокоточная радиовысотометрия;
4. Радиointерферометры со сверхдлинной базой;
5. Анализ характеристик скаттерометра;
6. Обнаружение температурного контраста микроволновыми радиометрами;
7. Вычисление характеристик объектов радиолокационного наблюдения.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

10 Семестр

Курсовая работа (КР)

Темы:

- Оценка динамического уровня морской (океанской) поверхности и степени взволнованности поверхности акваторий высокоточным радиовысотомером космического базирования
- Космические РСА контроля ледовых полей в арктической зоне России с задачей проводки морских судов
- Проектирование радиолокатора подповерхностного зондирования - георадара

График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 4	5 - 8	9 - 12	13 - 16	Зачетная
Раздел курсового проекта	1, 2	3, 4	5, 6	7, 8	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	15	20	30	35	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	15	35	65	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Ознакомление с заданием на работу, с методическими указаниями и исходными данными курсовой работы
2	Рассчитать и изобразить нормированную усредненную форму сигнала, отраженного от морской поверхности, при различных значениях морского волнения
3	Рассчитать и изобразить усредненную форму сигнала, отражённого от поверхности, при различных углах отклонения оси диаграммы направленности антенны от вертикали при заданной взволнованности морской поверхности
4	Оценить необходимую энергетику канала для обеспечения на выходе приемника требуемого отношения с/ш при заданном волнении морской поверхности
5	Изобразить структурную схему высокоточного радиовысотомера (ВРВ) и дать описание его работы
6	Рассчитать и построить характеристики обнаружения отраженного сигнала ВРВ
7	Проанализировать структуру оптимального дискриминатора ВРВ, рассчитать и построить дискриминационную и флуктуационную характеристики оптимального дискриминатора следящей системы ВРВ, оценить погрешности смещения при данном методе измерения высоты
8	Оценить потенциальную точность измерения ВРВ текущей высоты (расстояние до среднего уровня морской поверхности)

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:								
методы расчета основных характеристик радиотехнических систем дистанционного зондирования Земли	ИД-1 _{ПК-1}	+	+					Тестирование/Тест «Основные характеристики радиотехнических систем дистанционного зондирования Земли»
методы построения структурных схем радиотехнических систем дистанционного зондирования Земли	ИД-3 _{ПК-1}					+		Контрольная работа/Контрольная работа «Радиолокатор с синтезированной апертурой антенны»
Уметь:								
выполнять математическое моделирование радиотехнических систем дистанционного зондирования Земли на основе структурных схем	ИД-2 _{ПК-1}						+	Контрольная работа/Контрольная работа «Подповерхностная радиолокация» Контрольная работа/Контрольная работа «Прецизионная радиовысотометрия»
выполнять расчет основных показателей качества радиотехнических систем дистанционного зондирования Земли	ИД-2 _{ПК-1}		+	+	+			Контрольная работа/Контрольная работа «Прецизионная радиовысотометрия» Контрольная работа/Контрольная работа «Расчёт основных параметров радиометра»

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

10 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа «Подповерхностная радиолокация» (Контрольная работа)
2. Контрольная работа «Прецизионная радиовысотометрия» (Контрольная работа)
3. Контрольная работа «Радиолокатор с синтезированной апертурой антенны» (Контрольная работа)
4. Контрольная работа «Расчёт основных параметров радиометра» (Контрольная работа)
5. Тест «Основные характеристики радиотехнических систем дистанционного зондирования Земли» (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №10)

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

Курсовая работа (КР) (Семестр №10)

Оценка за курсовую работу определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

В диплом выставляется оценка за 10 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. "Дистанционное зондирование Земли", Издательство: "Сибирский федеральный университет (СФУ)", Красноярск, 2014 - (196 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364521>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. Python;

6. GNU Octave.

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. 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	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	А-402, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	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
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-801/1, Учебная лаборатория радиолокационных и радионавигационных систем	парта со скамьей, стол преподавателя, стол, стол компьютерный, стул, вешалка для одежды, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, лабораторный стенд, ноутбук
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-825/3, Кабинет сотрудников каф. "РТП и АС"	кресло рабочее, стеллаж для хранения книг, стол, стул, шкаф для одежды, стол письменный, доска маркерная, компьютер персональный
Помещения для хранения	Е-802/4, Склад инвентаря и оборудования	стеллаж, стол, стул, шкаф, шкаф для документов, сервер

оборудования и учебного инвентаря		
--------------------------------------	--	--

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Радиотехнические системы дистанционного зондирования Земли

(название дисциплины)

10 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тест «Основные характеристики радиотехнических систем дистанционного зондирования Земли» (Тестирование)
 КМ-2 Контрольная работа «Расчёт основных параметров радиометра» (Контрольная работа)
 КМ-3 Контрольная работа «Прецизионная радиовысотометрия» (Контрольная работа)
 КМ-4 Контрольная работа «Радиолокатор с синтезированной апертурой антенны» (Контрольная работа)
 КМ-5 Контрольная работа «Подповерхностная радиолокация» (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	6	8	12	15
1	Характеристики объектов радиолокационного наблюдения в радиофизических задачах						
1.1	Характеристики объектов радиолокационного наблюдения в радиофизических задачах		+				
2	Общие проблемы дистанционного зондирования при радиофизических исследованиях окружающей среды. Устройства пассивного визирования в СВЧ и ИК диапазонах.						
2.1	Общие проблемы дистанционного зондирования при радиофизических исследованиях окружающей среды. Устройства пассивного визирования в СВЧ и ИК диапазонах.		+	+	+		
3	Радиолокационные методы исследования характеристик рассеяния поверхности Земли. Радиоастрономические методы исследования космического пространства						
3.1	Радиолокационные методы исследования характеристик рассеяния поверхности Земли. Радиоастрономические методы исследования космического пространства			+	+		
4	Прецизионная радиовысотометрия из космоса						
4.1	Прецизионная радиовысотометрия из космоса			+	+		
5	Основы теории радиолокаторов с синтезированным раскрывом антенны.						
5.1	Основы теории радиолокаторов с синтезированным раскрывом антенны.					+	

6	Радиолокаторы подповерхностного зондирования – георадары					
6.1	Радиолокаторы подповерхностного зондирования – георадары			+		+
Вес КМ, %:		15	20	25	20	20

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Радиотехнические системы дистанционного зондирования Земли

(название дисциплины)

10 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:

- КМ-1 Соблюдение графика выполнения КР
- КМ-2 Соблюдение графика выполнения КР
- КМ-3 Соблюдение графика выполнения КР
- КМ-4 Соблюдение графика выполнения КР

Вид промежуточной аттестации – защита КР.

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Ознакомление с заданием на работу, с методическими указаниями и исходными данными курсовой работы		+			
2	Рассчитать и изобразить нормированную усредненную форму сигнала, отраженного от морской поверхности, при различных значениях морского волнения		+			
3	Рассчитать и изобразить усредненную форму сигнала, отражённого от поверхности, при различных углах отклонения оси диаграммы направленности антенны от вертикали при заданной взволнованности морской поверхности			+		
4	Оценить необходимую энергетику канала для обеспечения на выходе приемника требуемого отношения с/ш при заданном волнении морской поверхности			+		
5	Изобразить структурную схему высокоточного радиовысотомера (ВРВ) и дать описание его работы				+	
6	Рассчитать и построить характеристики обнаружения отраженного сигнала ВРВ				+	
7	Проанализировать структуру оптимального дискриминатора ВРВ, рассчитать и построить дискриминационную и флуктуационную характеристики оптимального дискриминатора следящей системы ВРВ, оценить погрешности смещения при данном методе измерения высоты					+
8	Оценить потенциальную точность измерения ВРВ текущей высоты (расстояние до среднего уровня морской поверхности)					+
Вес КМ, %:			15	20	30	35

