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

Космические системы дистанционного зондирования

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиоэлектронные системы космических комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **5**
Семестр: **10**
Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	10 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	32	32	часов
2	Практические занятия	16	16	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	64	64	часов
5	Самостоятельная работа	80	80	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е.

Экзамен: 10 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.08.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 24204

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 8 от « 9 » 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного 11.08.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС « 09 » апреля 2018 года, протокол № 8.

Разработчик:

Доцент каф. РТС _____ В. Л. Гулько

Заведующий обеспечивающей каф.
РТС _____ С. В. Мелихов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф.
РТС _____ С. В. Мелихов

Эксперты:

Доцент каф. РТС _____ В. А. Громов

Старший преподаватель каф. РТС _____ Д. О. Ноздреватых

Согласована на портале № 24204

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

изучение принципов построения космических систем дистанционного зондирования,

анализ характеристик и показателей качества функционирования радиоэлектронных систем космических систем дистанционного зондирования,

получение инженерных знаний в области разработки и конструирования космических аппаратов

1.2. Задачи дисциплины

– Основной задачей дисциплины является формирование у студентов компетенции, позволяющей оценить показатели качества функционирования радиоэлектронных систем космических комплексов дистанционного зондирования,

– изучить особенности построения радиоэлектронных систем космического базирования, предназначенных для дистанционного радиолокационного зондирования земной поверхности и околоземного пространства,

– изучить общие принципы построения и функционирования космических радиотехнических комплексов,

– выбирать состав радиоэлектронных систем, соответствующих назначению и техническим требованиям космического комплекса.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Космические системы дистанционного зондирования» (Б1.Б.31.7) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Конструкции космических аппаратов, Космические системы, Космические системы радиомониторинга, Основы теории радионавигационных систем и комплексов, Основы теории радиосистем и комплексов управления, Основы теории радиосистем передачи информации, Статистическая радиотехника.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПСК-8.6 способностью оценивать показатели качества функционирования радиоэлектронных систем космических комплексов;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** показатели качества функционирования радиоэлектронных систем космических комплексов, основы получения информации о состоянии окружающей среды посредством дистанционного зондирования, основы построения спутниковых снимков поверхности Земли с высоким разрешением в различных диапазонах, принципы обработки спутниковых снимков

– **уметь** оценивать показатели качества функционирования радиоэлектронных систем космических комплексов, разрабатывать структурные и функциональные схемы радиолокаторов высокого разрешения,•рассчитывать основные параметры радиолинии передачи изображения в цифровом виде, разрабатывать и применять алгоритмы обработки спутниковых снимков, распознавать объекты на полученных снимках

– **владеть** навыками компьютерного моделирования и проектирования систем дистанционного зондирования, систем обработки изображения с использованием стандартных программных продуктов

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		10 семестр
Аудиторные занятия (всего)	64	64

Согласована на портале № 24204

Лекции	32	32
Практические занятия	16	16
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа (всего)	80	80
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	22	22
Написание рефератов	26	26
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	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	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
10 семестр						
1 Основные понятия и определения дистанционного зондирования (ДЗ)	2	2	0	3	7	ПСК-8.6
2 Физические основы ДЗ поверхности Земли	2	2	0	3	7	ПСК-8.6
3 Методы изучения Земли из космоса	2	2	0	4	8	ПСК-8.6
4 ДЗ Земли из космоса	2	2	0	4	8	ПСК-8.6
5 Радиолокационные системы землеобзора космического базирования	4	2	4	18	28	ПСК-8.6
6 Взаимодействие радиоволн с объектами радиолокационного наблюдения	4	2	0	4	10	ПСК-8.6
7 Современные методы космического радиолокационного обзора	4	2	8	20	34	ПСК-8.6
8 Режимы работы космических радиолокаторов с синтезированной апертурой антенны (РСА)	2	2	0	4	8	ПСК-8.6
9 Алгоритмы синтеза радиолокационных изображений в космических РСА	2	0	0	2	4	ПСК-8.6
10 Космическая аппаратура радиолокационного наблюдения	2	0	4	14	20	ПСК-8.6

Согласована на портале № 24204

Земной поверхности и наземных (надводных) объектов						
11 Платформы для удаленных систем наблюдения	2	0	0	2	4	ПСК-8.6
12 Современные подходы к тематической обработки радиолокационной информации	4	0	0	2	6	ПСК-8.6
Итого за семестр	32	16	16	80	144	
Итого	32	16	16	80	144	

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
10 семестр			
1 Основные понятия и определения дистанционного зондирования (ДЗ)	Предмет, задачи и содержание дисциплины. Общая характеристика дистанционных методов зондирования.	2	ПСК-8.6
	Итого	2	
2 Физические основы ДЗ поверхности Земли	Излучение энергии нагретыми телами. Отражение и рассеяние солнечной энергии поверхностью. Влияние атмосферы.	2	ПСК-8.6
	Итого	2	
3 Методы изучения Земли из космоса	Оптические методы. Радиотехнические методы. Спутниковые методы исследования атмосферы.	2	ПСК-8.6
	Итого	2	
4 ДЗ Земли из космоса	Орбиты спутников. Прием спутниковой информации. Спутники для ДЗ. Искажения спутниковых сканерных изображений.	2	ПСК-8.6
	Итого	2	
5 Радиолокационные системы землеобзора космического базирования	Информационные параметры радиолокационных систем землеобзора космического базирования. Применение космических систем (КС) радиолокационного наблюдения для видовой разведки. Задачи, решаемые КС радиолокационного наблюдения двойного назначения. Концепция использования космических средств радиолокационного наблюдения в глобальной информационной системе.	4	ПСК-8.6
	Итого	4	
6 Взаимодействие	Объекты радиолокационного наблюдения и их	4	ПСК-8.6

Согласована на портале № 24204

радиоволн с объектами радиолокационного наблюдения	свойства. Спектр электромагнитных колебаний, используемых для наблюдения Земной поверхности из космоса. Отражение электромагнитных волн от сосредоточенных и протяженных объектах. ЭПР и диаграммы обратного рассеяния простых, сложных и распределенных объектов. Особенности отражения радиоволн от водной поверхности и растительного покрова.		
	Итого	4	
7 Современные методы космического радиолокационного обзора	Основные понятия. Принцип действия и основные характеристики космических радиолокаторов бокового обзора (РБО). Принцип действия и основные характеристики космических РСА. Энергетические характеристики космических РСА. Пассивные микроволновые системы. Основное применение пассивной радиометрии.	4	ПСК-8.6
	Итого	4	
8 Режимы работы космических радиолокаторов с синтезированной апертурой антенны (РСА)	Основные режимы радиолокационного обзора. Маршрутный и прожекторный режимы обзора. Интерферометрическая радиолокационная съемка. Расширенные режимы обзора космических РСА.	2	ПСК-8.6
	Итого	2	
9 Алгоритмы синтеза радиолокационных изображений в космических РСА	Этапы обработки радиолокационных сигналов и вид информационных продуктов. Параметры, характеризующие миграцию дальности в радиоголограмме. Алгоритмы цифрового синтеза радиолокационного изображения (РЛИ). Алгоритмы прямой и быстрой свертки. Алгоритм гармонического (спектрального) анализа.	2	ПСК-8.6
	Итого	2	
10 Космическая аппаратура радиолокационного наблюдения Земной поверхности и наземных (надводных) объектов	Этапы создания аппаратуры космического радиолокационного наблюдения. Некогерентные космические РБО для наблюдения океана и надводной обстановки. Бортовой комплекс «Чайка». Космические РБО для исследования морской поверхности ледяного и ледникового покровов. Зарубежные РСА.	2	ПСК-8.6
	Итого	2	
11 Платформы для удаленных систем наблюдения	Обзор удаленных систем наблюдения: самолеты, спутники. Параметры и характеристики орбит космических систем ДЗ.	2	ПСК-8.6
	Итого	2	
12 Современные подходы к тематической обработки радиолокационной информации	Цели, задачи и методы тематической обработки радиолокационной информации. Формирование банков радиолокационных портретов объектов наблюдения. Исходные материалы, получаемые самолетными и космическими РСА высокого разрешения. Контроль надводной обстановки.	4	ПСК-8.6

Согласована на портале № 24204

	Обнаружение и измерение координат морских целей. РЛ портреты морских целей.ДЗ поверхности Земли.		
	Итого	4	
Итого за семестр		32	

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	12
Предшествующие дисциплины												
1 Конструкции космических аппаратов										+	+	
2 Космические системы	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Космические системы радиомониторинга	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4 Основы теории радионавигационных систем и комплексов			+	+	+		+		+	+	+	+
5 Основы теории радиосистем и комплексов управления					+		+				+	+
6 Основы теории радиосистем передачи информации				+	+	+	+	+		+	+	+
7 Статистическая радиотехника		+	+	+		+			+	+		

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.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	

Согласована на портале № 24204

ПСК-8.6	+	+	+	+	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Тест, Реферат

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
10 семестр			
5 Радиолокационные системы землеобзора космического базирования	Изучение принципа действия и основных характеристик РБО космического базирования	4	ПСК-8.6
	Итого	4	
7 Современные методы космического радиолокационного обзора	Изучение принципа действия и основных характеристик РСА космического базирования	8	ПСК-8.6
	Итого	8	
10 Космическая аппаратура радиолокационного наблюдения Земной поверхности и наземных (надводных) объектов	Изучение принципа действия и основных характеристик цифрового радиометра	4	ПСК-8.6
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
10 семестр			
1 Основные понятия и определения дистанционного	Общая характеристика дистанционных методов зондирования.	2	ПСК-8.6
	Итого	2	

Согласована на портале № 24204

зондирования (ДЗ)			
2 Физические основы ДЗ поверхности Земли	Электромагнитная волна. Поляризация. Спектр и преобразование Фурье. Эффект Доплера. Тепловое излучение. Дифракция. Характеристика солнечного излучения.	2	ПСК-8.6
	Итого	2	
3 Методы изучения Земли из космоса	Оптические и радиотехнические методы изучения Земли из космоса. Спутниковые методы исследования атмосферы. Газовый состав и структура атмосферы. Молекулярное поглощение и рассеяние. Крупные частицы: туман, облака, дождь, снег. Ионосфера.	2	ПСК-8.6
	Итого	2	
4 ДЗ Земли из космоса	Несферичность Земли. Геостационарные орбиты. Низкие околоземные орбиты. Строго повторяющиеся орбиты. Искажение спутниковых сканерных изображений.	2	ПСК-8.6
	Итого	2	
5 Радиолокационные системы землеобзора космического базирования	Пассивные микроволновые радиометры. Параболические антенны. Угловое и пространственное разрешение. Диаграммы направленности. Сканирующие радиометры. Активные РЛС космического базирования.	2	ПСК-8.6
	Итого	2	
6 Взаимодействие радиоволн с объектами радиолокационного наблюдения	Методы расчета ЭПР и диаграмм обратного рассеяния простых и сложных объектов. Влияние длины волны и угла облучения на отражательную способность местности.	2	ПСК-8.6
	Итого	2	
7 Современные методы космического радиолокационного обзора	Методы расчета и выбор технических характеристик активных РБО, способы их расчета с применение прикладных программ на ПЭВМ.	2	ПСК-8.6
	Итого	2	
8 Режимы работы космических радиолокаторов с синтезированной апертурой антенны (РСА)	Методы расчета и выбор технических характеристик активных РСА, способы их расчета с применение прикладных программ на ПЭВМ.Пассивные микроволновые радиометры.	2	ПСК-8.6
	Итого	2	
Итого за семестр		16	

9. Самостоятельная работа

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

Согласована на портале № 24204

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
10 семестр				
1 Основные понятия и определения дистанционного зондирования (ДЗ)	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.6	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
2 Физические основы ДЗ поверхности Земли	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.6	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
3 Методы изучения Земли из космоса	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.6	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
4 ДЗ Земли из космоса	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.6	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
5 Радиолокационные системы землеобзора космического базирования	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.6	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Тест
	Написание рефератов	10		
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	18		
6 Взаимодействие радиоволн с объектами радиолокационного наблюдения	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.6	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Расчетная работа
	Проработка лекционного	2		

Согласована на портале № 24204

	материала			
	Итого	4		
7 Современные методы космического радиолокационного обзора	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.6	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Реферат
	Написание рефератов	8		
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	20		
8 Режимы работы космических радиолокаторов с синтезированной апертурой антенны (РСА)	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-8.6	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Расчетная работа
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
9 Алгоритмы синтеза радиолокационных изображений в космических РСА	Проработка лекционного материала	2	ПСК-8.6	Конспект самоподготовки
	Итого	2		
10 Космическая аппаратура радиолокационного наблюдения Земной поверхности и наземных (надводных) объектов	Написание рефератов	8	ПСК-8.6	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Реферат
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	14		
11 Платформы для удаленных систем наблюдения	Проработка лекционного материала	2	ПСК-8.6	Конспект самоподготовки
	Итого	2		
12 Современные подходы к тематической обработки радиолокационной информации	Проработка лекционного материала	2	ПСК-8.6	Конспект самоподготовки, Тест
	Итого	2		
Итого за семестр		80		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		116		

Согласована на портале № 24204

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
10 семестр				
Конспект самоподготовки	3	3	3	9
Опрос на занятиях	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе		4	7	11
Расчетная работа	6	6	6	18
Тест	5	6	6	17
Итого максимум за период	19	24	27	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	19	43	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)

Согласована на портале № 24204

2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Космические радиотехнические системы: Учебное пособие / Дудко Б. П. - 2012. 291 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1728, дата обращения: 24.04.2018.

12.2. Дополнительная литература

1. Вейцель В.А. Радиосистемы управления: учебн. для вузов / В.А. Вейцель, А.С. Волковский и др.; под ред. В.А. Вейцеля. – М.: Дрофа, 2005. - 416 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 71 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Радиотехнические системы. Лабораторный практикум: Методические указания по выполнению лабораторных работ / Денисов В. П., Дудко Б. П. - 2012. 167 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1196, дата обращения: 24.04.2018.
2. Радиотехнические системы: Методическое пособие по проведению практических занятий / Денисов В. П. - 2013. 33 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2852, дата обращения: 24.04.2018.
3. Самостоятельная работа студента при изучении дисциплин математическо-естественнонаучного, общепрофессионального (профессионального), специального циклов: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе / Кологривов В. А., Мелихов С. В. - 2012. 9 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1845, дата обращения: 24.04.2018.
4. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и организации самостоятельной работы по курсу / Тисленко В. И. - 2011. 22 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2119, дата обращения: 24.04.2018.

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 – Научная электронная библиотека;
2. https://edu.tusur.ru – Научно-образовательный портал ТУСУР.

Согласована на портале № 24204

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 практических занятий

Лаборатория радиотехнических систем

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 422 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- МФУ лазерное HP Laser Jet Pro M1132;
- Телевизор плазменный Samsung 51;
- Компьютеры (3 шт.);
- Компьютер Asus PSH61-MLX (2 шт.);
- Компьютер Celeron;
- Макеты лабораторные (11 шт.);
- Установка «Гроза»;
- Аппарат слепой посадки МП;
- Изделие АРП-601;
- Имитатор курса НИКГ-1;
- Радиовысотомер РВ-5 (2 шт.);
- Радиодальномер СД-67;
- Радиокомпас АРК-15М;
- Стенд АРК-11;
- Стенд МП;
- Радиолокатор самолетный;
- Приборы измерительные (52 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip
- AVAST Free Antivirus
- Adobe Acrobat Reader
- Microsoft Windows 7 Pro
- Opera
- PTC Mathcad13, 14

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория радиотехнических систем

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 422 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- МФУ лазерное HP Laser Jet Pro M1132;
- Телевизор плазменный Samsung 51;

Согласована на портале № 24204

- Компьютеры (3 шт.);
- Компьютер Asus PSH61-MLX (2 шт.);
- Компьютер Celeron;
- Макеты лабораторные (11 шт.);
- Установка «Гроза»;
- Аппарат слепой посадки МП;
- Изделие АРП-601;
- Имитатор курса НИКГ-1;
- Радиовысотомер РВ-5 (2 шт.);
- Радиодальномер СД-67;
- Радиокомпас АРК-15М;
- Стенд АРК-11;
- Стенд МП;
- Радиолокатор самолетный;
- Приборы измерительные (52 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip
- AVAST Free Antivirus
- Adobe Acrobat Reader
- Microsoft Windows 7 Pro
- Opera
- PTC Mathcad13, 14

13.1.4. 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;
- 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

Согласована на портале № 24204

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.

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 радиоэлектронных систем космических комплексов.

Переносчиком информации в радиотехнических методах изучения земли и атмосферы из космоса являются	световые волны
	звуковые волны
	морские волны
	электромагнитные волны

Радиолокационный канал включает в себя	собственно, радиолокационную станцию (РЛС)
	объект наблюдения
	среду распространения электромагнитных волн
	РЛС, среду распространения и объект наблюдения

Пассивные РЛС дистанционного зондирования Земли используют для изучения объектов	их собственное излучение
	переизлученные сигналы
	излученные сигналы
	отраженные сигналы

Активные РЛС дистанционного зондирования Земли и атмосферы из космоса используют	собственное излучение объектов
	отраженные сигналы
	переизлученные сигналы
	излученные и отраженные от объектов сигналы

Разрешающая способность по дальности активных РЛС дистанционного зондирования Земли и атмосферы определяется	частотой излучаемых сигналов
	средней мощностью излучаемых сигналов
	амплитудой отраженных сигналов
	шириной спектра зондирующего сигнала

Согласована на портале № 24204

Разрешающая способность по направлению активных РЛС дистанционного зондирования Земли и атмосферы определяется	импульсной мощностью излучаемых сигналов
	средней мощностью излучаемых сигналов
	амплитудой отраженных сигналов
	шириной диаграммы направленности антенны

Средняя мощность излучения активных РЛС дистанционного зондирования Земли и атмосферы определяется	импульсной мощностью излучения
	длительностью излучаемых импульсов
	коэффициентом усиления антенны
	импульсной мощностью, длительностью импульса и частотой повторения импульсов

Коэффициент усиления антенны РЛС дистанционного зондирования Земли и атмосферы определяется	частотой повторения излучаемых импульсов
	эффективной площадью раскрыва антенны РЛС
	длиной волны
	эффективной площадью раскрыва антенны и длиной волны

Эффективная площадь рассеяния (ЭПР) характеризует	амплитуду отраженного сигнала
	частоту отраженного сигнала
	сам объект рассеяния
	фазу отраженного сигнала

Измерение радиальной скорости объекта основывается на	измерении фазы отраженного сигнала
	измерении времени задержки сигнала
	эффекте Доплера
	измерении амплитуды отраженного сигнала

Синтезированная апертура антенны формируется в результате	излучения сигналов
	приема сигналов
	последовательного во времени приема и обработки отраженных от цели сигналов
	уменьшения ширины диаграммы направленности реальной антенны

Согласована на портале № 24204

Космические РЛС с синтезированием апертуры антенны используются для	увеличения разрешающей способности по дальности
	получения высокого линейного разрешения по угловой координате на больших дальностях
	расширения однозначного диапазона измерения дальности
	увеличения средней мощности излучения

В РЛС бокового обзора с вдольфюзеляжной антенной угловая разрешающая способность по азимуту определяется	средней мощностью излучения
	импульсной мощностью излучения
	размером апертуры вдольфюзеляжной антенны и длиной волны
	длительностью излучаемых импульсов

В космических РЛС с синтезированием апертуры антенны для обеспечения режима радиовидения необходима	сверхвысокая разрешающая способность по дальности
	сверхвысокая разрешающая способность по азимуту
	высокая средняя мощность излучения сигналов
	сверхвысокая разрешающая способность по дальности и азимуту

В космических РЛС бокового обзора луч антенны	постоянно направлен вдоль вектора путевой скорости носителя
	направлен перпендикулярно вектору путевой скорости носителя
	сканирует в некотором секторе углов относительно вектора путевой скорости носителя
	сканирует в некотором секторе углов относительно перпендикулярно направления к вектору путевой скорости носителя

Эффект Доплера это	изменение амплитуды отраженного сигнала от движущегося объекта
	изменение частоты повторения импульсных сигналов,

Согласована на портале № 24204

	отраженных от движущихся объектов
	смещение частоты рассеянной движущимся объектам волны по сравнению с частотой волны облучения
	изменение длительности импульсных сигналов, отраженных от движущихся объектов

Эффект Доплера позволяет	выделить движущиеся объекты
	определить радиальную скорость объекта
	выделить движущиеся объекты и определить их радиальную скорость
	измерить амплитуду отраженного от движущегося объекта сигнала

При размере антенны 1 м. и длине волны 3 см. на дальности 100 км. линейное разрешение составляет величину	1 км.
	2 км.
	3 км.
	4 км.

При синтезировании апертуры антенны диаграмма направленности на передачу определяется	диаграммой направленности реальной антенны
	диаграммой направленности на прием
	коэффициентом усиления синтезированной антенны на передачу
	эффективной площадью синтезированной антенны

Селекция движущихся целей осуществляется путем	доплеровской фильтрации отраженных сигналов
	измерения амплитуды отраженных сигналов
	измерения абсолютной фазы отраженных сигналов
	измерения амплитуды и абсолютной фазы отраженных сигналов

Согласована на портале № 24204

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Определение и начальные сведения о дистанционном зондировании.
2. Предмет и задачи курса.
3. Физические основы дистанционного зондирования поверхности Земли и атмосферы.
4. Оптические методы изучения Земли из космоса.
5. Радиотехнические методы изучения Земли и атмосферы из космоса.
6. Спутниковые методы исследования атмосферы.
7. Орбиты спутников дистанционного зондирования.
8. Упрощенная схема классификации систем ДЗ.
9. Электромагнитные волны в свободном пространстве.
10. Поляризация электромагнитных волн.
11. Спектр и преобразование Фурье.
12. Эффект Доплера.
13. Описание углового распределения излучения
14. Тепловое излучение.
15. Характеристики солнечного излучения.
16. Дифракция электромагнитного излучения.
17. Информационные параметры радиолокационных систем землеобзора космического базирования.
18. Применение космических систем радиолокационного наблюдения для разведки.
19. Задачи, решаемые космическими системами радиолокационного наблюдения.
20. Использование космических средств радиолокационного наблюдения в глобальной информационной системе.
21. Объекты радиолокационного наблюдения.
22. Спектр электромагнитных колебаний, используемых для наблюдения Земной поверхности из Космоса.
23. Отражения радиоволн от сосредоточенных и протяженных объектов.
24. Особенности отражения радиоволн от водной поверхности и растительности.
25. ЭПР и диаграммы обратного рассеяния различных объектов.
26. Рассеяние от шероховатой поверхности.
27. Простые модели поверхностного рассеяния.
28. Простые модели объемного рассеяния.
29. Современные методы космического радиолокационного обзора. Основные понятия. Принцип действия космических радиолокаторов бокового обзора (РБО).
30. Современные методы космического радиолокационного обзора. Основные понятия. Принцип действия космических радиолокаторов с синтезированием апертуры антенны (РСА).
31. Энергетические характеристики космических РСА.
32. Пассивные микроволновые системы. Угловое и пространственное разрешение.
33. Сканирующие радиометры. Коническое сканирование пассивного микроволнового радиометра.
34. Антенна с электрически управляемым лучом.
35. Основные применения пассивной микроволновой радиометрии.
36. Атмосферное зондирование пассивными микроволновыми радиометрами.
37. Алгоритмы синтеза радиолокационных изображений в космических РСА.
38. Алгоритмы цифрового синтеза радиолокационного изображения.
39. Общая характеристика режимов работы космических радиолокаторов с синтезированной апертурой.
40. Основные режимы радиолокационного обзора РСА.
41. Космическая аппаратура радиолокационного наблюдения земной поверхности и наземных (надводных)объектов. Некогерентные космические РБО для наблюдения океана и надводной обстановки.
42. Обзор удаленных систем наблюдения: самолеты, спутники. Параметры и

Согласована на портале № 24204

характеристики орбит космических систем дистанционного зондирования.

43. Геостационарные орбиты.

44. Орбиты спутников «Молния».

45. Низкие околоземные орбиты.

46. Строго повторяющиеся орбиты.

47. Цели, задачи и методы тематической обработки радиолокационной информации.

48. Формирование банков радиолокационных партнеров объектов наблюдения.

49. Исходные материалы, получаемые самолетными и космическими РСА высокого разрешения.

14.1.3. Темы опросов на занятиях

Основные понятия и определения методов ДЗ.

Физические и математические принципы методов ДЗ атмосферы из космоса.

Оптические методы изучения Земли из космоса.

Оптические методы изучения Земли из космоса.

Концепция использования космических средств РЛ наблюдения в глобальной информационной системе. Структура глобальной системы аэрокосмического мониторинга.

Влияние трассы распространения сигнала на работу космических систем ДЗ в различных диапазонах волн.

Особенности работы радиолокационных систем космического базирования при воздействии активных помех.

Широкозахватный режим радиолокационного обзора Земной поверхности.

Синтез РЛИ в видеоимпульсных РСА.

Бортовые системы радиолокационного наблюдения Земной поверхности и наземных объектов. Современные КА ДЗ Земной поверхности.

Системы обработки радиолокационной информации.

14.1.4. Темы рефератов

Факторы, определяющие выбор параметров РБО космического базирования.

Особенности работы РБО космического базирования при воздействии активных помех.

Расширенные режимы обзора космических РСА.

Функция неопределенности космических РСА.

Особенности работы пассивного микроволнового радиометра космического базирования при воздействии возмущающих факторов.

Сканирующие радиометры.

Характеристики радиотеплового излучения.

14.1.5. Вопросы на самоподготовку

1. Начальные сведения о дистанционном зондировании.

2. Газовый состав и структура атмосферы.

3. Поясните зависимость давления и плотности атмосферы с увеличением высоты над поверхностью Земли.

4. Определение нижнего слоя атмосферы.

5. На каких высотах располагаются стратосфера и мезосфера.

6. Характеризуйте зависимости температуры, давления и плотности атмосферы от высоты в тропосфере, стратосфере и мезосфере.

7. Поясните механизмы молекулярного поглощения.

8. Поясните механизмы молекулярного поглощения в атмосфере.

9.Механизмы молекулярного рассеяния.

10.Макроскопические частицы в атмосфере.

11. Влияние атмосферной турбулентности на распространение электромагнитных волн.

12. Метеорологическая видимость в тумане определяется как расстояние, соответствующее оптической толщине 4. Если содержание воды в тумане составляет и обеспечивает видимость в 100 м, определить размер водных капель.

13. Фотографическая оптика. Свойства фотографической пленки (чувствительность, контрастность и пространственное разрешение)

Согласована на портале № 24204

14. Примеры фотографических систем.

15. Типичная 35-миллимитровая фотокамера имеет параметры: фокусное расстояние 50 мм, разрешающая способность 401р/мм. Пленка, которая используется в ней, имеет формат 25мм*35мм. Необходимо определить, подходит ли она для аэрофотографирования с высоты 5000 м.

16. Способы получения потока информации о поверхности Земли и атмосферы.

17. Методы обработки данных, получаемых от систем удаленного наблюдения, генерирующих изображение.

18. Способы передачи изображения, хранения, предварительной обработки, корректировки и классификации.

19. Глобальная система позиционирования.

20. Сколько равномерно размещенных геостационарных спутников понадобится для того, чтобы все точки на поверхности земли на широтах меньше 66,5 град. могли наблюдаться под углом возвышения как минимум 10 град.

21. Особенности отражения радиоволн от водной поверхности и от растительного покрова.

22. Влияние длины радиоволн на отражающую способность местности.

23. Влияние угла облучения на отражающие характеристики местности.

24. Определите спектральную плотность помех на входе приемного устройства, наводимых внешними источниками излучения, если яркостная температура источника 8К, несущая частота 10 ГГц, ширина диаграммы направленности антенны 3 град.

25. Во сколько раз отличаются дальности обнаружения цели при наличии постановщика помех, если в первом случае цель и постановщик активных помех находится в основном лепестке ДНА, а во втором случае постановщик помех действует по второму лепестку диаграммы направленности с уровнем 30 дБ относительно основного лепестка ДН?

26. Основные режимы радиолокационного обзора в космических РСА. Дайте сравнительную оценку маршрутного, прожекторного и широкозахватного режимам радиолокационного обзора.

14.1.6. Темы расчетных работ

Расчет и выбор технических характеристик активных РСА.

Расчет и выбор технических характеристик активных РБО.

Расчет ЭПР и диаграмм обратного рассеяния простых и сложных объектов.

14.1.7. Темы лабораторных работ

Изучение принципа действия и основных характеристик РБО космического базирования

Изучение принципа действия и основных характеристик РСА космического базирования

Изучение принципа действия и основных характеристик цифрового радиометра

14.1.8. Темы самостоятельных работ

- Факторы, определяющие выбор параметров РБО космического базирования.
- Особенности работы РБО космического базирования при воздействии активных помех.
- Расширенные режимы обзора космических РСА.
- Функция неопределенности космических РСА.
- Особенности работы пассивного микроволнового радиометра космического базирования при воздействии возмущающих факторов.
- Сканирующие радиометры.
- Характеристики радиотеплового излучения.

14.1.9. Методические рекомендации

Оценка степени сформированности заявленных в рабочей программе дисциплины компетенций осуществляется как в рамках промежуточной, так и текущей аттестации, в т.ч. при сдаче экзамена, защите лабораторных работ, проведении практических занятий. Порядок оценки для текущих видов контроля определяется в методических указаниях по проведению лабораторных работ, практических занятий, организации самостоятельной работы.

Согласована на портале № 24204

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.

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 № 24204