

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

\_\_\_\_\_  
Руководитель ОПОП ВО  
профессор И.И. Растворова

\_\_\_\_\_  
Проректор по образовательной  
деятельности  
Д.Г. Петраков

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### ***РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ***

<b>Уровень высшего образования:</b>	Специалитет
<b>Специальность:</b>	11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы
<b>Направленность (профиль):</b>	Проектирование и технология радиоэлектронных систем и комплексов
<b>Квалификация выпускника:</b>	инженер
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доц. А.С. Татаренко

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Радиолокационные системы дистанционного зондирования» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – специалитет по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы и уровню», утвержденного приказом Минобрнауки России № 94 от 09.02.2018 г.;

- на основании учебного плана специалитета по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» направленность (профиль) «Проектирование и технология радиоэлектронных систем и комплексов».

Составитель \_\_\_\_\_ к.т.н., доц. А.С. Татаренко

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры Электронных систем от 25.01.2021 г., протокол № 7.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н. И.И. Растворова

**Рабочая программа согласована:**

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования \_\_\_\_\_ Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса \_\_\_\_\_ А.Ю. Романчиков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Радиолокационные системы дистанционного зондирования» является формирование знаний об основных положениях построения и функционирования систем дистанционного зондирования, технологий дистанционного зондирования Земли, методов распознавания объектов.

Основные задачи дисциплины «Радиолокационные системы дистанционного зондирования»:

- изучение основ построения радиолокационных систем дистанционного зондирования и алгоритмов обработки информации, применяемых в данных системах;
- получение необходимых знаний по физическим и теоретическим основам функционирования радиолокационных систем дистанционного зондирования и обработки сигналов в них;
- овладение методами теории систем дистанционного зондирования, принципами работы систем дистанционного зондирования, а также использование полученных знаний в организационно-управленческой деятельности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Радиолокационные системы дистанционного зондирования» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, основной профессиональной образовательной программы по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» направленность (профиль) «Проектирование и технология радиоэлектронных систем и комплексов», изучается в 10-ом семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Радиолокационные системы дистанционного зондирования» являются Теоретические основы радиотехники, Радиотехнические цепи и сигналы, Основы теории радиосистем передачи информации, Радиоэлектронные системы управления.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Радиолокационные системы дистанционного зондирования» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен осуществлять анализ состояния научно-технической проблемы, определять цели и выполнять постановку задач проектирования	ПКС-4.1	Знает стадии проектирования
	ПКС-4.2	Умеет разрабатывать техническое задание на проектирование

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 5 зачётных единиц, 180 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		10
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>84</b>	<b>84</b>
Лекции (Л)	42	42
Практические занятия (ПЗ)	28	28
Лабораторные работы (ЛР)	14	14
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>96</b>	<b>96</b>
Подготовка к лекциям	8	8
Подготовка к лабораторным работам	17	17
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	28	28
Аналитический информационный поиск	12	12
Работа в библиотеке	16	16
Подготовка к дифф. зачету	15	15
<b>Промежуточная аттестация – дифф. зачет (ДЗ),</b>	<b>ДЗ</b>	<b>ДЗ</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>		
<b>ак. час.</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа.

##### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента,
1. Физические основы космического дистанционного зондирования	31	8	4	-	19
2. Структура космической системы дистанционного зондирования Земли	31	8	4	-	19
3. Принципы космического радиолокационного землеобзора	40	10	6	4	20
4. Космические радиолокаторы с синтезированной апертурой	37	8	6	4	19
5. Информационные характеристики космических радиолокационных изображений	37	8	8	6	19
	<b>180</b>	<b>42</b>	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>96</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Физические основы космического дистанционного зондирования	Понятие дистанционного зондирования Земли. Спектральные диапазоны. Характеристики отражений в видимом и инфракрасном диапазонах. Характеристики отражений природных образований и объектов техносферы в СВЧ-диапазоне. Характеристики излучения природных образований и объектов техносферы.	8
2	Структура космической системы дистанционного зондирования Земли	Состав системы. Орбиты космических аппаратов дистанционного зондирования Земли. Разрешающая способность съемки. Классификация систем ДЗЗ. Наземные центры приема и обработки данных ДЗЗ.	8
3	Принципы космического радиолокационного землеобзора	Получение космических радиолокационных изображений местности. Принцип синтезирования апертуры. Формирование радиолокационных изображений в РСА. Режимы обзора земной поверхности в космических РСА. Глубина фокуса и число азимутальных каналов. Алгоритмы цифрового синтезирования апертуры. Энергетика космических РСА. Уравнение дальности действия.	10
4	Космические радиолокаторы с синтезированной апертурой	Краткая история развития космических систем с РСА. Особенности обработки сигналов при формировании изображения в космических РСА. Радиолокаторы космических аппаратов RADARSAT-1, 2. Радиолокатор PALSAR космического аппарата ALOS. Радиолокатор с синтезированной апертурой космического аппарата TerraSAR. Космическая радиолокационная интерферометрия.	8
5	Информационные характеристики космических радиолокационных изображений	Оценка качества цифровых космических РЛИ. Радиометрические искажения. Спектр-шум. Геометрические искажения РЛИ. Оценка дешифровочных свойств РЛИ типовых объектов местности. Этапы обработки и форматы радиолокационных данных дистанционного зондирования Земли. Специализированные программные комплексы обработки радиолокационных данных ДЗЗ.	8
<b>Итого:</b>			42

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	1	Характеристики излучения природных образований и объектов техносферы	4
2	2	Системный подход к проектированию космической аппаратуры радиолокационного наблюдения.	4
3	3	Интерферометрическая обработка радиолокационных снимков.	6

		Обработка РЛИ в интересах решения задач минерально-сырьевого комплекса.	
4	4	Расчет антенных устройств космических РСА.	6
5	5	Обработка и формирование радиолокационного изображения в РСА.	8
<b>Итого:</b>			<b>28</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	3	Исследование форматов файлов изображений.	4
2	4	Исследование алгоритмов построения радиолокационных изображений.	4
3	5	Исследование алгоритмов предварительной обработки радиолокационных изображений. Исследование алгоритмов тематической обработки радиолокационных изображений.	6
<b>Итого:</b>			<b>14</b>

#### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Выполнение курсовых работ планом не предусмотрено.

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Лабораторные работы.** Цели лабораторных занятий:

- углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне дифф. зачета) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

### 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

## **6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости**

### **Раздел 1. Физические основы космического дистанционного зондирования**

1. Что понимают под дистанционным зондированием?
2. Какие диапазоны электромагнитного спектра используются для ДЗЗ?
3. В чем проявляется влияние атмосферы при ДЗЗ?
4. Что такое коэффициент спектральной яркости?
5. Приведите примеры зеркально и диффузно отражающих поверхностей в видимом и СВЧ-диапазонах.
6. На какую длину волны приходится максимум излучения от лесного пожара, если горящий лес имеет температуру 700 °С?
7. Какую ЭПР имеет элемент морской поверхности для РЛС с пространственным разрешением 100×100 м, если удельная ЭПР моря равна –23 дБ?
8. Что такое поляризационная матрица? Как измеряются и что характеризуют ее элементы?

### **Раздел 2. Структура космической системы дистанционного зондирования Земли**

1. Перечислите элементы наземного сегмента системы ДЗЗ.
2. Какими параметрами описывается траектория спутников ДЗЗ?
3. Какая орбита называется солнечно-синхронной?
4. Что называется полосой обзора?
5. В каком диапазоне могут изменяться значения коэффициента спектральной яркости пикселя при радиометрическом разрешении съемочной системы в 11 бит?
6. Определите требуемую пропускную способность радиолинии передачи данных оптоэлектронной съемочной системы с параметрами, соответствующими датчику ETM+ КА Landsat в реальном времени.

### **Раздел 3. Принципы космического радиолокационного землеобзора**

1. Каково основное отличие геометрии радиолокационной съемки от съемки в оптическом диапазоне?
2. Чем определяются полоса обзора, полоса захвата (полоса съемки), разрешение по наклонной и горизонтальной дальности, разрешение по путевой дальности и радиометрическое разрешение РСА?
3. Какие физические процессы лежат в основе принципа синтезирования апертуры?
4. Как может быть реализован режим нефокусированного синтезирования апертуры? Чем определяется предельная разрешающая способность по путевой дальности?
5. Какие основные операции лежат в основе формирования РЛИ в космических РСА?
6. Как реализуется процедура сжатия по азимуту в частотной области?
7. В чем особенности режима ScanSAR?
8. Каковы особенности телескопического режима радиолокационной съемки?
9. Дайте характеристику эффективных в вычислительном аспекте алгоритмов сжатия по азимуту.
10. Чем отличается расчет дальности действия РСА в сравнении с некогерентной РЛС БО?

### **Раздел 4. Космические радиолокаторы с синтезированной апертурой**

1. Как обеспечивается когерентная обработка траекторных сигналов при формировании РЛИ в РСА?
2. Чем определяется закон смещения элементов дальности в космических РСА?
3. Чем определяется интервал дискретизации принятого сигнала при цифровом формировании РЛИ?
4. Что такое цифровая радиоголограмма?
5. Суть процедуры автофокусировки при формировании РЛИ.
6. За счет чего достигается широкая полоса обзора в РСА КА RADARSAT-1?
7. Перечислите режимы съемки РСА PALSAR.

### **Раздел 5. Информационные характеристики космических радиолокационных изображений**

1. Какими факторами определяются радиометрические искажения космических РЛИ?

2. На каком расстоянии должны быть размещены уголкового отражатели для экспериментальной оценки разрешающей способности PCA RADARSAT-1 в детальном режиме?
3. Определите размеры уголкового отражателей радиолокационной миры для экспериментальной оценки динамического диапазона PCA TerraSAR.
4. Поясните влияние функции неопределенности PCA на точность воспроизведения границы «море – суша».
5. Как компенсировать радиометрические искажения, зависящие от дальности?
6. Что является причиной появления спекл-шума? Как производится количественная оценка его уровня?
7. Перечислите виды геометрических искажений РЛИ. Как устраняются масштабные искажения по горизонтальной дальности?
8. Перечислите факторы, определяющие радиометрические искажения РЛИ.
9. Объясните виды искажений РЛИ за счет влияния рельефа.
10. Перечислите основные этапы обработки радиолокационных данных ДЗЗ.

## **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (дифф. зачета)**

### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий для подготовки к дифференцированному зачету (по дисциплине):**

1. С какой целью производят дешифрирование КС?
2. В чем отличие между прямым и индикационным дешифрированием КС?
3. Какие виды дешифровочных признаков Вы знаете?
4. В чем состоит задача классификации объектов? В чем различие между методами контролируемой и неконтролируемой классификации?
5. Какие основные требования предъявляются к ОВ? Какие характеристики имеют репрезентативные ОВ?
6. Какие способы создания ОВ Вы знаете? На чем основаны параметрические и непараметрические ОВ?
7. Опишите идею детерминистского подхода к решению задач классификации.
8. Какие методы классификации, основанные на детерминистском подходе, Вы знаете? Опишите их достоинства и недостатки.
9. Приведите решающее правило классификации по максимуму правдоподобия.
10. Приведите последовательность выполнения шагов кластерного алгоритма.
11. Опишите модель перцептрона для двух классов образов.
12. Дайте определение активирующей функции.
13. Опишите модель многослойной нейронной сети без обратной связи.
14. Какие характеристики текстуры, основанные на гистограмме, Вы знаете?
15. Как строится яркостная матрица смежности? Какие текстурные дескрипторы основаны на ее использовании?
16. Какие способы используются для оценки точности классификации? Опишите способ оценки точности классификации, основанный на построении матрицы классификации.
17. С какой целью производится анализ главных компонент?
18. Дайте определение вегетационного индекса.
19. Что такое почвенная линия?
20. Какое пространственное разрешение должны иметь КС, используемые для построения топографических карт М 1:100000? Назовите четыре основные области, в которых применяются ДЗЗ при решении задач оценки природных ресурсов и окружающей среды.
21. Для решения каких задач могут быть использованы разновременные КС?
22. Назовите прикладные задачи, которые можно отнести к задачам обнаружения и контроля чрезвычайных ситуаций. Каким образом данные ДЗЗ могут быть использованы для обнаружения месторождений полезных ископаемых?



23. Какие требования предъявляются к данным ДЗЗ при решении различных прикладных задач?
24. Что понимается под ДЗЗ? Что представляют собой данные ДЗЗ?
25. Назовите основные преимущества использования ДЗЗ
26. Опишите основные этапы развития технологии ДЗЗ.
27. Назовите основные тенденции в развитии технологии ДЗЗ.
28. Опишите этапы дистанционного зондирования и анализа данных.
29. Что такое аэрокосмические снимки? Какие виды снимков бывают? Какие самые распространенные масштабы?
30. Какие методы съемок принято выделять?
31. Что такое окна прозрачности земной атмосферы?
32. Приведите классификацию съемочных систем по технологии получения снимков.
33. Какие способы передачи данных ДЗЗ на Землю выделяют?
34. Какие форматы данных в основном применяют дистанционном зондировании?
35. Назовите основные элементы наземного и орбитального сегментов системы ДЗЗ.

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к дифференцированному зачету

#### Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	С какой целью производят дешифрирование КС?	1. извлечение информации 2. удобство использования 3. скрытие содержимого 4. распознавание объектов
2	В чем отличие между прямым и индикационным дешифрированием КС?	1. использование индикаторов 2. использование индикационных связей 3. использование дешифровочных принципов 4. нет существенных отличий
3	Какие виды дешифровочных признаков существуют?	1. геометрические 2. структурные 3. яркостные 4. косвенные
4	В чем состоит задача классификации объектов?	1. отнесение к определенному классу 2. отнесение к определенной области в пространстве признаков 3. разбиение пространства признаков на области 4. оценка вероятности попадания объекта в область признаков
5	В чем различие между методами контролируемой и неконтролируемой классификации?	1. с обучением 2. без обучения 3. без оценки качества 4. на основе метода параллелепипедов
6	Какие диапазоны ЭМ спектра используются в ДЗЗ?	1. инфракрасный 2. ультрафиолетовый 3. видимый 4. рентгеновский
7	Способы передачи данных ДЗЗ?	1. оптический канал 2. радиотелеграфия 3. радиолокационный 4. на мм волнах

8	Какие способы создания обучающих выборок существуют?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. идентификация наборов пикселей</li> <li>2. выбор полигона на местности</li> <li>3. использование векторной тематической карты</li> <li>4. использование класса из тематического растрового слоя</li> </ol>
9	На чем основаны параметрические ОВ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. на статистических параметрах</li> <li>2. на признаках</li> <li>3. на векторах средних значений яркости</li> <li>4. на выборках дискретных объектов</li> </ol>
10	В чем идея детерминистского подхода к решению задач классификации.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. на разбиении пространства признаков</li> <li>2. на построении пространства классов</li> <li>3. на выборе predetermined условий</li> <li>4. использование априорно заданных разделителей</li> </ol>
11	Какие методы классификации, основаны на детерминистском подходе?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. минимума расстояний</li> <li>2. параллелепипеда</li> <li>3. эллипса вероятностей</li> <li>4. обучения с учителем</li> </ol>
12	Приведите решающее правило классификации по максимуму правдоподобия.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. вычисление произведений условных вероятностей для каждого класса</li> <li>2. исходя из априорной вероятности классификации</li> <li>3. исходя из апостериорной вероятности классификации</li> <li>4. в соответствии с принципом равновероятности</li> </ol>
13	Какова последовательность выполнения шагов кластерного алгоритма.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. отнесения к классу с вектором, ближайшим к центру кластера</li> <li>2. отнесение к классу с вектором, касательным к области классификации</li> <li>3. отнесение к промежуточному классу</li> <li>4. отнесение к классу с вектором, перпендикулярным к области признаков</li> </ol>
14	Опишите модель персептрона для двух классов образов.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. со ступенчатой активирующей функцией</li> <li>2. с синусоидальной активирующей функцией</li> <li>3. с прямоугольной активирующей функцией</li> <li>4. с треугольной активирующей функцией</li> </ol>
15	Опишите вид активирующей функции.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. входит в состав модели персептрона</li> <li>2. синусоидальная функция</li> <li>3. ступенчатая функция</li> <li>4. треугольная функция</li> </ol>
16	Модель многослойной нейронной сети без обратной связи.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. число слоев больше 2</li> <li>2. число слоев больше 4</li> <li>3. число слоев четное</li> <li>4. число слоев не ограничено</li> </ol>
17	Характеристики текстуры, основанные на гистограмме	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. максимум вероятности</li> <li>2. моменты порядка разности элементов</li> <li>3. однородность</li> <li>4. энтропия</li> </ol>

18	Яркость матрица смежности?	1. одномерная 2. многомерная 3. упорядоченная 4. квазистатическая
19	Какие текстурные дескрипторы основаны на использовании матрицы смежности?	1. яркостный 2. ячеистый 3. матовый 4. дискретный
20	Какие способы используются для оценки точности классификации?	1. визуальный 2. по контрольным точкам 3. с использованием статистических характеристик 4. матрицы классификации

#### Вариант 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Опишите способ оценки точности классификации, основанный на построении матрицы классификации.	1. расчет статистических характеристик 2. визуальный способ 3. интерпретация оценок достоверности 4. сопоставление с эталоном
2	С какой целью производится анализ главных компонент?	1. построение линейных комбинаций исходных изображений 2. подавление помеховых символов 3. уменьшение коррелированности признаков 4. выделение существенных признаков текстуры
3	Определение вегетационного индекса.	1. показатель, связанный с растительностью 2. показатель, связанный с сельским хозяйством 3. показатель, связанный с животноводством 4. показатель, связанный с эталонами растительного происхождения
4	Почвенная линия?	1. вариация почвенного спектра на снимке 2. линия пересечения различных типов почв 3. разграничение линий почв и леса 4. границы участков почв на местности
5	Назовите вегетационные индексы (ВИ), устойчивые к влиянию почвы.	1. SAVI 2. NIR 3. RED 4. LISTEN
6	Какие ВИ являются устойчивыми к влиянию атмосферы?	1. GEMI 2. ARVI 3. SAVI 4. GHEE
7	Какие ВИ необходимо использовать в случае изучения территории с разреженной растительностью?	1. ARVI 2. SAVI 3. GHEE 4. RED
8	Какое пространственное разрешение должны иметь КС, используемые для построения топографических карт М 1:100000?	1. 1 м 2. 5,5 м 3. 3 м 4. 12 м

9	Назовите четыре основные области, в которых применяются ДЗЗ при решении задач оценки природных ресурсов и окружающей среды	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. картографирование</li> <li>2. нефтеразведка</li> <li>3. разведка недр</li> <li>4. состояние лесов</li> </ol>
10	Для решения каких задач могут быть использованы разновременные КС?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. топографические</li> <li>2. геоинформационные</li> <li>3. поисково-спасательные</li> <li>4. контроль водных ресурсов</li> </ol>
11	Назовите прикладные задачи, которые можно отнести к задачам обнаружения и контроля чрезвычайных ситуаций.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. состояние лесов</li> <li>2. транспортировка нефти</li> <li>3. типизация кустарников</li> <li>4. оценка густоты застройки</li> </ol>
12	Каким образом данные ДЗЗ могут быть использованы для обнаружения месторождений полезных ископаемых?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. анализ спектральных особенностей аномалий</li> <li>2. выделение элементов геоландшафта</li> <li>3. анализ кольцевых геоструктур</li> <li>4. анализ распределения характеристик геоиндикаторов</li> </ol>
13	Какие требования предъявляются к данным ДЗЗ при решении различных прикладных задач?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. точность</li> <li>2. пространственное разрешение</li> <li>3. устойчивость</li> <li>4. тип и время съемки</li> </ol>
14	Что понимается под ДЗЗ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. аэрокосмические снимки</li> <li>2. космические снимки</li> <li>3. аэрофотосъемка</li> <li>4. снимки панорам</li> </ol>
15	Что представляют собой данные ДЗЗ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. фотографии</li> <li>2. фотопленки</li> <li>3. файлы</li> <li>4. рисунки</li> </ol>
16	Назовите основные преимущества использования ДЗЗ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. объективность</li> <li>2. актуальность</li> <li>3. масштабность</li> <li>4. экстерриториальность</li> </ol>
17	Опишите основные этапы развития технологии ДЗЗ.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. аэрофотосъемка</li> <li>2. инфракрасная съемка</li> <li>3. космическая съемка</li> <li>4. орбитальные группировки КА</li> </ol>
18	Назовите основные тенденции в развитии технологии ДЗЗ.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. увеличение разрешения</li> <li>2. создание группировок спутников</li> <li>3. радиолокационная съемка</li> <li>4. повышение производительности съемок</li> </ol>
19	Опишите этапы дистанционного зондирования и анализа данных.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. съемка</li> <li>2. дешифрование</li> <li>3. анализ</li> <li>4. интерпретация</li> </ol>
20	Что такое аэрокосмические снимки?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. карты</li> <li>2. файлы</li> <li>3. снимки</li> <li>4. фильмы</li> </ol>

Вариант 3.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Какие самые распространенные масштабы аэрокосмических снимков?	1. 1:100000 2. 1:10000000 3. 1:1000000 4. 1:1000
2	Какие методы съемок принято выделять?	1. пассивные 2. активные 3. сканирующие 4. радиолокационные
3	Что такое окна прозрачности земной атмосферы?	1. отсутствие облаков 2. отсутствие препятствий 3. измененный спектральный состав 4. участки спектра излучения
4	Приведите классификацию съемочных систем по технологии получения снимков.	1. видимого диапазона 2. среднего ИК диапазона 3. тепловые съемки 4. съемки в микроволновом диапазоне
5	Какие способы передачи данных ДЗЗ на Землю выделяют?	1. оптический канал 2. радиоканал 3. волноводно-оптический канал 4. телеграфный канал
6	Какие форматы данных в основном применяют при дистанционном зондировании?	1. mpeg 2. bip 3. bil 4. bsq
7	Назовите основные элементы наземного и орбитального сегментов системы ДЗЗ.	1. орбитальная группировка 2. наземный сегмент 3. морской сегмент 4. авиационный сегмент
8	Какие основные характеристики данных ДЗЗ вы знаете?	1. временное запаздывание 2. спектральное разрешение 3. азимутальное разрешение 4. повторяемость
9	Какие характеристики КС зависят от высоты спутника?	1. разрешающая способность 2. спектральное разрешение 3. наклонение орбиты 4. склонение
10	Что такое дешифрирование и фотограмметрические измерения?	1. извлечение полезной информации 2. улучшение изображений 3. спектральные улучшающие преобразования 4. пространственная фильтрация
11	Особенности компьютерного дешифрирования снимков?	1. распознавание образов 2. выявление индикаторов 3. индикационное дешифрирование 4. гидрографические индикаторы
12	С какой целью производится дешифрирование снимков?	1. опознавание объектов 2. измерение характеристик объектов 3. оценка качественных характеристик 4. оценка количественных характеристик

13	Что такое дешифровочные признаки?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. свойства объектов, отображаемые на снимках</li> <li>2. геометрические признаки</li> <li>3. яркостные признаки</li> <li>4. структурные признаки</li> </ol>
14	Какие методы дешифрования существуют?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. визуальные</li> <li>2. автоматизированные</li> <li>3. автоматические</li> <li>4. на основе нейронных сетей</li> </ol>
15	В чем состоит задача классификации объектов?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. разбиение объектов на классы на основе векторов признаков</li> <li>2. отнесение объектов к классам на основе признаков</li> <li>3. выделение областей в пространстве признаков для классификации объектов</li> <li>4. обучение алгоритмов классификации на обучающей выборке</li> </ol>
16	Какие существуют автоматизированные методы дешифрирования ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. с параметрическими обучающими выборками</li> <li>2. с непараметрическими обучающими выборками</li> <li>3. с контролируемой классификацией</li> <li>4. с неконтролируемой классификацией</li> </ol>
17	Для чего применяется коррекция и восстановление снимков?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. радиометрическая коррекция</li> <li>2. атмосферная коррекция</li> <li>3. геометрическая коррекция</li> <li>4. ортотрансформирование изображений</li> </ol>
18	Методы улучшения визуального восприятия снимко	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. модификация пикселей с таблицей перекодировки</li> <li>2. линейное контрастирование</li> <li>3. нелинейное контрастирование</li> <li>4. фильтрация изображений</li> </ol>
19	В каких областях могут применяться данные ДЗЗ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. контроль окружающей среды</li> <li>2. изучение лесных ресурсов</li> <li>3. изучение сельского хозяйства</li> <li>4. мониторинг ЧС</li> </ol>
20	Как выполняется картографирование грунтовых вод	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. помощью сети скважин</li> <li>2. георадарная съемка</li> <li>3. сейсморазведка</li> <li>4. ультразвуковое зондирование</li> </ol>

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Студент не знает значительной части	Студент поверхностно знает материал	Студент хорошо знает материал, грамотно и	Студент в полном объеме знает материал,

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

**Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:**

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

**6.3.2. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсовой работы**

Студент выполняет курсовую работу / курсовой проект в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика.

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не выполнил курсовую работу в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы	Студент выполнил курсовую работу с существенными ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки	Студент выполнил курсовую работу с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсового проекта демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины	Студент выполнил курсовую работу полностью в соответствии с заданием. При защите курсового проекта демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Владимиров, В.М. Дистанционное зондирование Земли [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. М. Владимиров, Д. Д. Дмитриев, О. А. Дубровская [и др.] ; ред. В. М. Владимиров. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. – 196 с.

<http://znanium.com/bookread2.php?book=506009>

2. Шайдуров, Г. Я. Основы теории и проектирования радиотехнических систем [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Г. Я. Шайдуров. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2010. - 283 с.

<http://znanium.com/bookread2.php?book=441951>

3. Ботов, М. И. Введение в теорию радиолокационных систем [Электронный ресурс] : монография / М. И. Ботов, В. А. Вяхирев, В. В. Девотчак; ред. М. И. Ботов. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 394 с. - ISBN 978-5-7638-2740-8.

<http://znanium.com/bookread2.php?book=492976>

#### 7.1.2. Дополнительная литература

1. Майорова, В.И. Прием и обработка данных дистанционного зондирования Земли с космического аппарата TERRA: метод. Указания к выполнению лабораторной работы № 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Майорова, Д.А. Гришко, В.П. Малашин, С.С. Семашко. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. — 25 с.

<https://e.lanbook.com/reader/book/58410/#1>

2. Белов, М.Л. Оптико-электронные спутниковые системы мониторинга природной среды [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.Л. Белов. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. — 71 с.

<https://e.lanbook.com/reader/book/52086/#1>

### 7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

- БД JSTOR полнотекстовая база англоязычных научных журналов [www.jstor.org](http://www.jstor.org)

- Научная электронная библиотека [www.eLibrary.ru](http://www.eLibrary.ru) (доступ к полным текстам ряда научных журналов с 2007 по 2011 г.)

1. Российская государственная библиотека <http://www.rsl.ru>

2. Российская национальная библиотека <http://www.nlr.ru>

3. Всероссийская государственная библиотека иностранной литературы им. М.И.Рудомино <http://www.libfl.ru>

4. Библиотека Академии Наук <http://www.rasl.ru>

5. Библиотека РАН по естественным наукам <http://www.benran.ru>

6. Государственная публичная научно-техническая библиотека <http://www.gpntb.ru>

7. Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения РАН <http://www.spsl.nsc.ru/>

8. Центральная научная библиотека Дальневосточного отделения РАН <http://lib.febras.ru>

9. Центральная научная библиотека Уральского отделения РАН <http://www.uran.ru>

10. Библиотека Конгресса <http://www.loc.gov/index.html>

11. Британская национальная библиотека <http://www.bl.uk>

12. Французская национальная библиотека <http://www.bnf.fr>

13. Немецкая национальная библиотека <http://www.ddb.de>

14. Библиотечная сеть учреждений науки и образования RUSLANet <http://www.ruslan.ru:8001/rus/rcls/resources>



15. Центральная городская универсальная библиотека им. В.Маяковского <http://www.pl.spb.ru>
16. Научная библиотека им. М.Горького Санкт-Петербургского Государственного университета (СПбГУ) <http://www.lib.pu.ru>
- Фундаментальная библиотека Санкт-Петербургского Государственного Политехнического университета (СПбГПУ) <http://www.unilib.neva.ru/rus/lib/>

#### **7.4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента**

1. Радиолокационные системы дистанционного зондирования: Методические указания для самостоятельной работы [Электронный ресурс] / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный».  
[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=402](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402).

### **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **Аудитории для проведения лекционных занятий.**

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

#### **Аудитории для проведения практических и лабораторных занятий**

Проведение лабораторных занятий требует наличия специализированных учебных стендов научно-исследовательского и учебно-лабораторного комплекса National Instruments по заявленной номенклатуре лабораторных работ, оснащённых современной контрольно-измерительной аппаратурой.

Специализированные аудитории учебно-лабораторного комплекса National Instruments, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Общее оборудование: стол 8 шт., компьютерное кресло 17 шт., шкаф 2 шт., мультимедийный проектор, экран, доска аудиторная.

Тематические стенды - 2 шт., возможность доступа к сети «Интернет».

13 моноблоков Lenovo 3571JAG, 12 посадочных мест.

#### **8.2. Помещения для самостоятельной работы:**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования" Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» , Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» , Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 , Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 , Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 , Kaspersky antivirus 6.0.4.142.

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть Университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional: Microsoft Open License 16020041 от 23.01.200.

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 .

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007 .

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 .

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 .

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» ,

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1.

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО).

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012).

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012).

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010).

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стула – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011).

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010).

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

#### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»).

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007).

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011).

4. LabView Professional, ГК №1142912/09 от 04.12.2009 "На поставку программного обеспечения".