



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профес-  
сионального образования

**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВПО «ИГУ»

Кафедра гидрологии и природопользования



## Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины (модуля) Б1.О.37 Дистанционное зондирование Земли

Направление подготовки 05.03.04 «Гидрометеорология»

Направленность (профиль) «Информационные технологии в метеорологии»

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Форма обучения заочная

Согласовано с УМК географического  
факультета

Протокол № 5 от «15» мая 2023г.  
Председатель, канд. геогр. наук, доцент

  
С.Ж. Вологжина

Рекомендовано кафедрой гидрологии и  
природопользования:

Протокол №11 от 12.05.2023.

Зав. кафедрой  Е.Н. Сутырина

Иркутск 2023 г.

## Содержание

- I. Цели и задачи дисциплины (модуля)
- II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.
- III. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)
- IV. Содержание и структура дисциплины (модуля)
  - 4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов
  - 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине
  - 4.3 Содержание учебного материала
    - 4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ
    - 4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов
  - 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов
- V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - а) перечень литературы
  - б) базы данных, поисково-справочные и информационные системы
- VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
  - 6.1. Учебно-лабораторное оборудование:
  - 6.2. Программное обеспечение
  - 6.3. Технические и электронные средства обучения:
- VII. Образовательные технологии
- VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

## I. Цели и задачи дисциплины (модуля):

*Цель:* Получение общих и специальных знаний о задачах, возможностях и проблемах дистанционных методов измерений в области гидрометеорологии.

Цели освоения данной дисциплины определяют её основные *задачи*:

- изучение физических основ дистанционных методов, основных законов излучения, взаимодействия электромагнитного излучения с поверхностью Земли и с атмосферой;
- дать представление о классификации космических снимков по спектральному диапазону и технологии съёмки
- дать представление об компьютерной обработке спутниковых снимков;
- ознакомление с применением материалов дистанционного зондирования в науках о Земле.

## II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина (модуль) **Б1.О.37 Дистанционное зондирование Земли** относится к обязательной части, формируемой участниками образовательных отношений. Совокупность разделов, включенных в программу данного курса, представляет собой важный этап единой системы подготовки бакалавров в области *гидрометеорологии*.

Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

*Б1.О.01 Информатика*

*Б1.О.23 Основы геоинформатики.*

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

*Б3.01(Д) Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы*

## III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки **05.03.04 Гидрометеорология**.

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
<b>ОПК-2.</b> Способен проводить научные исследования объектов, систем и процессов в области гидрометеорологии, в том числе при решении проблем геоэкологии и охраны окружающей среды	<b>ИДК<sub>ОПК-2.1</sub>.</b> Применяет знания теории и методологии наук гидрометеорологического профиля в научно-исследовательской и практической деятельности, на основе теоретических знаний предлагает способы и выбирает методы решения прикладных задач в области гидрометеорологии, в том числе при решении проблем геоэкологии и охраны окружающей среды	<b>Знать:</b> основные законы излучения, отражения, поглощения и рассеяния; знать принципиальные особенности дистанционных измерений в видимом и ИК участках спектра и в микроволновом радиодиапазоне, основные этапы и особенности обработки данных дистанционного зондирования; <b>Уметь:</b> применять специализированное программное обеспечение для обработки спутниковых снимков <b>Владеть:</b> современными теоретическими основами и методическими принципами получения информации о состоянии подстилающей поверхности и атмосферы дистанционными методами измерений для решения прикладных задач в области гидрометеорологии, в том числе при решении проблем геоэкологии и охраны окружающей среды

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часов

Форма промежуточной аттестации: экзамен

**4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов**

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Курс	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
					Контактная работа преподавателя с обучающимися						
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие	КО	КСР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	1 ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ	4	5		2	2	1				Отчет по выполнению практической работы
2	2 ОБЗОР СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ	4	62		2		1	1	58		Реферат
3	3 ОБРАБОТКА ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ	4	6		2	3	1				Отчет по выполнению практической работы
4	4 ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ	4	66		2	3	1	1	59		Отчет по выполнению практической работы, Реферат
	Контроль	4	5								
	ИТОГО	4	144		8	8	4	2	117		<b>экзамен</b>

**4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное сред-ство	Учебно-методическое обеспечение са-мостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
6	2 ОБЗОР СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННО-ГО ЗОНДИРОВА-НИЯ ЗЕМЛИ	Реферат на тему: «Характеристики метеорологических и природоресурсных спутников и съемочных систем»	До начала промежуточной атте-стации	58	Оценка реферата на educa.isu.ru (оценка в баллах: от 0 до 5 баллов)	осн. – 1-2 доп. – 1-3
6	4 ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ ДИС-ТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ	Реферат на тему: «Применение данных дистанционного зондирования в науках о Земле»	До начала промежуточной атте-стации	58	Оценка реферата на educa.isu.ru (оценка в баллах: от 0 до 5 баллов)	осн. – 1-2 доп. – 1-3

### 4.3. Содержание учебного материала

#### 1 ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ

Электромагнитное излучение. Частоты электромагнитного излучения. Принципы деления методов измерений на контактные и дистанционные. Активные и пассивные дистанционные методы. Основные преимущества и недостатки дистанционных методов зондирования Земли.

Взаимодействие электромагнитного излучения с атмосферой. Локализация и свойства линий и полос поглощения в газах. Основные газы, поглощающие и излучающие электромагнитные волны, проблемы учёта влияния на измерения «промежуточного слоя атмосферы». «Окна прозрачности» атмосферы. Рассеяние Рэлея, рассеяние Ми и неселективное рассеяние.

Физические основы радиационного метода определения температуры поверхности. Законы излучения Планка, Кирхгофа, Вина. Понятия об излучательной, поглощательной и способности различных тел и сред, яркостной температуре. Смысл абсолютно чёрного тела. Серые и селективные поверхности и среды.

Взаимодействие излучения с поверхностью Земли. Основные типы взаимодействия падающего электромагнитного излучения с объектами на поверхности Земли: отражение, поглощение и пропускание. Спектральная отражательная способность. Кривые спектральной отражательной способности. Вегетационные индексы.

#### 2 ОБЗОР СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Основные технологии получения снимков: фотографические, телевизионная, сканерная, ПЗС, ИК, микроволновая и радиолокационная съёмка. Классификация космических снимков по спектральному диапазону и технологии съёмки.

Разрешающая способность систем дистанционного зондирования: спектральное, радиометрическое, временное и пространственное разрешение.

Характеристика орбит спутников. Классификации орбит по величине наклонения орбиты, по значению большой полуоси, по величине эксцентриситета. Геостационарные и геосинхронные спутники.

Орбиты захоронения. Первая и вторая космические скорости.

Характеристики некоторых сенсоров и платформ.

Съёмка с БПЛА (Беспилотного летательного аппарата). Определение БПЛА. Классификации БПЛА по конструкции, радиусу действия и управлению. Достоинства и недостатки съёмки с использованием БПЛА при мониторинге природных и техногенных объектов и явлений.

#### 3 ОБРАБОТКА ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Характеристики программных средств обработки данных дистанционного зондирования

Основные этапы обработки спутниковых изображений: предварительная; первичная, вторичная или тематическая обработка. Виды дешифрирования снимков. Дешифровочные признаки. Визуальное и компьютерное дешифрирование: отличительные особенности.

#### 4 ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Общие аспекты применения данных дистанционного зондирования в науках о Земле

Применение данных дистанционного зондирования в задачах выявления чрезвычайных ситуаций

Применение данных дистанционного зондирования в задачах сельского и лесного хозяйства, городского и регионального планирования.

Применение данных дистанционного зондирования в задачах охраны окружающей среды.

#### 4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1.	1 ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДИСТАНЦИОННЫХ	Физические основы радиационного метода определения тем-	2	-	Отчет по выполнению практической работы (оценка в	ИДК <sub>ОПК-2.1</sub>

	МЕТОДОВ	пературы поверхности.			баллах на educa.isu.ru: от 0 до 10 баллов)	
2.	3 ОБРАБОТКА ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ	Создание и анализ карт температуры поверхности	1,5	-	Отчет по выполнению практической работы (оценка в баллах на educa.isu.ru: от 0 до 10 баллов)	ИДК <sub>ОПК-2.1</sub>
3.	3 ОБРАБОТКА ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ	Визуальное дешифрирование и анализ спутниковых данных	1,5	-	Отчет по выполнению практической работы (оценка в баллах на educa.isu.ru: от 0 до 10 баллов)	ИДК <sub>ОПК-2.1</sub>
4.	4 ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ	Создание и анализ разновременных карт распределения значений вегетационных индексов для выявления участков лесовосстановления и обезлесения	1,5	-	Отчет по выполнению практической работы (оценка в баллах на educa.isu.ru: от 0 до 10 баллов)	ИДК <sub>ОПК-2.1</sub>
5.	4 ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ	Детектирование гарей по разновременным спутниковым снимкам и работа с данными о пожарах средствами геопортала FIRMS	1,5		Отчет по выполнению практической работы (оценка в баллах на educa.isu.ru: от 0 до 10 баллов)	ИДК <sub>ОПК-2.1</sub>

#### 4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	2	3	4	5
1.	2 ОБЗОР СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ	Реферат на тему: «Характеристики метеорологических и природоресурсных спутников и съемочных систем»	ОПК-2	ИДК <sub>ОПК-2.1</sub>
2.	4 ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ	Реферат на тему: «Применение данных дистанционного зондирования в науках о Земле»	ОПК-2	ИДК <sub>ОПК-2.1</sub>

#### **4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов**

Цель самостоятельной работы – изучить определенные темы некоторых разделов дисциплины самостоятельно. Для лучшей проработки и усвоения материала студенту необходимо написать рефераты на заданные темы. Проверка самостоятельной работы осуществляется путем размещения студентом реферата на портале educa.isu.ru.

Выполненная работа оценивается в баллах, согласно разработанной балльной системе (каждый реферат может быть от **0 до 5 баллов** в зависимости от степени освещения заданной тематики). При недостаточном освещении заданной темы – студенту возвращается задание на доработку с последующим собеседованием для выявления степени усвоения.

Результаты самостоятельных работ фиксируются на портале educa.isu.ru в электронном виде, что является основанием для отслеживания успеваемости студентов.

Для выполнения всех перечисленных самостоятельных работ студенту предоставляется возможность использования одного из трех компьютерных классов во внеучебное время (все компьютеры подключены к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду университета), фондов стационарной библиотеки и фундаментальной библиотеки ИГУ, читальных залов Институты академии наук (согласно заключенным с ними Договорами), фондов библиотеки Иркутского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, индивидуальных консультаций с преподавателями факультета (согласно графику еженедельных консультаций).

Методические указания по организации самостоятельной работы, с подробным описанием каждого задания, представленного в таблице 4.3.2, размещены в ЭИОС по соответствующей дисциплине.

### **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

#### **а) перечень литературы**

##### **основная литература**

##### **а) перечень литературы**

##### **основная литература**

- 1) Сутырина, Екатерина Николаевна. Дистанционное зондирование Земли [Текст] : учеб. пособие / Е. Н. Сутырина ; рец.: Д. И. Стом, О. А. Бархатова ; Иркутский гос. ун-т, Географ. фак. - Иркутск: Изд-во ИГУ, 2013. - 165 с. : ил. ; 20 см. - Библиогр.: с. 164-165. - ISBN 978-5-9624-0801-9 : 270.00 р. (36 экз.) +
- 2) Чандра, А. М. Дистанционное зондирование и географические информационные системы / А. М. Чандра, С. К. Гош ; пер. с англ. А. В. Кирюшина. - М.: Техносфера, 2008. - 307 с. : [8] вкл. л. цв. ил., ил. ; 25 см. - (Мир наук о Земле). - ISBN 978-5-94836-178-9 : 425.25 р., 466.08 р. Имеются экземпляры в отделах: всего 6 : нф (1), геохим (5) +
- 3) Корчуганова, Н. И. Дистанционные методы геологического картирования : учебник / Н. И. Корчуганова, А. К. Корсаков ; Рос. гос. геологоразвед. ун-т им. Серго Орджоникидзе. - М. : Университет, 2009. - 287 с. : [8] вкл. л. цв. ил., ил. ; 20 см. - Библиогр.: с. 287. - ISBN 978-5-98227-513-4 : 392.00 р., 494.77 р., 392.21 р.26 экз. +

##### **дополнительная литература**

- 1) Дистанционное зондирование Земли : учебное пособие / В. М. Владимиров, Д. Д. Дмитриев, В. Н. Тяпкин, Ю. Л. Фатеев. — Красноярск : СФУ, 2014. — 196 с. — ISBN 978-5-7638-3084-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/64590> (дата обращения: 16.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей. +
- 2) Основы дистанционного зондирования Земли и фотограмметрических работ при изысканиях для строительства инженерных сооружений : учебное пособие / А. М. Олейник, А. М. Попов, М. А. Подкорытова, А. Ф. Николаев. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2016. — 186 с. — ISBN 978-5-9961-1180-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-

библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/88573> (дата обращения: 16.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

<http://e.lanbook.com/> - ЭБС «Издательство Лань»

<https://isu.bibliotech.ru/> - ЭБС ЭЧЗ «Библиотех»

<http://rucont.ru/> - ЭБС «Национальный цифровой ресурс «Руконт»

<http://ibooks.ru> - ЭБС «Айбукс.py/ibooks.ru»

<http://www.sciencemag.org> - Научная база данных SCIENCE –ONLINE- SCINCE-NOW

<http://www.nature.com> - Научная база данных Nature

<http://ingrid.Idgo.columbia.edu/> - Библиотека климатических данных (IRILDEO);

<http://www.ncdc.noaa.gov> - Всемирный центр метеорологических и океанографических данных (NOAA);

Сайт Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды,

<http://www.meteorf.ru>;

Сайт Международной картографической Ассоциации, <http://icaci.org/>;

Сайт ГИС-Ассоциации России, [www.gisa.ru](http://www.gisa.ru);

Сайт «DATA+», [www.dataplus.ru](http://www.dataplus.ru);

Сайт инженерно-технологического центра Сканекс, [www.scanex.ru/en/](http://www.scanex.ru/en/);

<http://www.geol.irk.ru/>

<https://explorer.earthengine.google.com>

<http://gis-lab.info/>

<http://www.mdpi.com/journal/remotesensing/>

<http://www.iki.rssi.ru/asp/>

<http://www.ntsomz.ru/>

<http://galspace.spb.ru/nature.file/dzz.html>

## **VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **6.1. Учебно-лабораторное оборудование:**

Учебная аудитория с мультимедийным проектором для проведения лекционных занятий. Компьютерные классы для выполнения практических и самостоятельных работ. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети ИГУ и находятся в едином домене.

### **6.2. Программное обеспечение:**

QGIS — свободная кроссплатформенная геоинформационная система для создания, редактирования, визуализации, анализа и публикации геопространственной информации.

ScanExImage Processor – приложение для проведения дистанционных исследований, которое имеет широкий набор функций для классификации необходимых при дешифрировании типов подстилающей поверхности, анализа временных изменений территорий, их обработки статистическими методами и возможностями моделирования гидрологических процессов;

HRPT Reader – программа для просмотра и анализа файлов HRPT в форматах NOAA Level 1B, TimeStep, SSB/Orbit, L1F и NOAA95 и др. Может считывать необработанные 256-байтовые кадры Meteor-M N1 из SAA (Satellite Active Archive — теперь CLASS) и форматы данных LAC, GAC FRAC и HRPT. Программа предоставляет возможности создания изображений в искусственных цветах, объединив пять или более доступных каналов в красный, зеленый и синий или, взяв один видимых каналов как яркость и один из ИК каналов как цвет. При наличии данных возможно извлечь водяной пар и информацию о состоянии растительности.

MultiSpec – распространяемая бесплатно ГИС, позволяет открывать, просматривать и обрабатывать многозональные, а также гиперспектральные снимки (получаемые, например, сканерами AVIRIS с самолетных носителей и MODIS со спутников Terra и Aqua), а также снимки с радиометрическим разрешением больше 8 бит/пиксел (например, QuickBird, GeoEye – 11 битов). Обладает стандартными средствами визуализации, преобразований и классификации многозональных аэрокосмических снимков;

Программа Libreoffice (ежегодно обновляемое ПО). (Условия использования по ссылке: <http://www.libreoffice.org/about-us/licenses/> (бессрочно)). – для выполнения расчетных и расчетно-графических практических работ и графического представления материалов и результатов.

### 6.3. Технические и электронные средства:

Учебный материал подается с использованием современных средств визуализации с применением мультимедийного оборудования.

Персональные компьютеры для выполнения практических и самостоятельных работ.

## VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

**Информационные технологии:** использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к занятиям, занятия сопровождаются мультимедийными презентациями, просмотром роликов по проходимым темам.

**Проектная технология:** организация самостоятельной работы студентов, когда обучение происходит в процессе деятельности, направленной на разрешение проблемы, возникшей в ходе изучения темы

**Проблемное обучение:** стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы, его элементы используются в ходе занятий.

**Контекстное обучение:** мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением;

**Обучение на основе опыта:** активизация познавательной деятельности студента проводится за счет ассоциации и собственного опыта.

**Обучение критическому мышлению:** построение занятия по определенному алгоритму – последовательно, в соответствии с тремя фазами: вызов, осмысление и рефлексия. Цель данной образовательной технологии – развитие мыслительных навыков обучающихся, необходимых не только при изучении учебных предметов, но и в обычной жизни, и в профессиональной деятельности (умение принимать взвешенные решения, работать с информацией и др.).

**Станционное обучение:** организация целенаправленной и планомерной самостоятельной работы студентов на занятии в мини-группах в целях более эффективного усвоения проходимого материала, когда каждая группа выбирает свою образовательную траекторию, и студенты сами оценивают свою работу.

### Наименование тем занятий с использованием активных форм обучения:

№	Тема занятия	Вид занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	Кол-во часов
1	1 ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДИСТАНЦИОННЫХ МЕ-	Лекция / Практическая работа	Информационные технологии	4

	ТОДОВ		/Контекстное обучение	
2	2 ОБЗОР СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ	Лекция / Самостоятельная работа	Информационные технологии /Контекстное обучение	60
3	3 ОБРАБОТКА ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ	Лекция/ Практическая работа	Информационные технологии /Контекстное обучение	5
4	4 ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ	Лекция/ Практическая работа/ Самостоятельная работа	Информационные технологии /Контекстное обучение	64

### VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

*Оценочные средства для входного контроля – не предусмотрены*

*Оценочные средства текущего контроля*

Тема или раздел дисциплины	Показатель	Критерий оценивания	Формируемые компетенции и индикаторы
1 ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ	Знает основные законы излучения, отражения, поглощения и рассеяния; знать принципиальные особенности дистанционных измерений в видимом и ИК участках спектра и в микроволновом радиодиапазоне. Владеет теоретическими основами получения информации о состоянии подстилающей поверхности и атмосферы дистанционными методами	Владеет материалом данного раздела. Выполнил и защитил практическую работу с оценкой не ниже «Удовлетворительно»	<b>ОПК-2</b> <b>ИДК<sub>ОПК-2.1</sub></b>
2 ОБЗОР СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ	Знает основные технологии получения снимков и понятие разрешающей способности систем дистанционного зондирования. Владеет представлениями о характеристиках некоторых сенсоров и платформ, применении полученной с их помощью информации в научных исследованиях	Владеет материалом данного раздела. Написал реферат с оценкой не ниже «Удовлетворительно»	<b>ОПК-2</b> <b>ИДК<sub>ОПК-2.1</sub></b>
3 ОБРАБОТКА ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ	Знает основные этапы и особенности обработки данных дистанционного зондирования Умеет применять специализированное программное обеспечение для обработки спутниковых снимков	Владеет материалом данного раздела. Выполнил и защитил 2 практические работы с оценкой не ниже «Удовлетворительно»	<b>ОПК-2</b> <b>ИДК<sub>ОПК-2.1</sub></b>
4 ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ	Знает основные области применения спутниковых данных при определении элементов водного баланса Владеет современными методическими принципами применения данных дистанционного зондирования в науках о Земле	Владеет материалом данного раздела. Выполнил и защитил 2 практические работы с оценкой не ниже «Удовлетворительно» Написал реферат с оценкой не ниже «Удовлетворительно»	<b>ОПК-2</b> <b>ИДК<sub>ОПК-2.1</sub></b>

**Критерии оценки практических заданий (текущий контроль, формирование компетенций):**

**«Отлично»:**

**10 баллов:** выполнены все задания практических работ, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы;

**«Хорошо»:**

**8 баллов:** выполнены все задания практических работ, студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями;

**«Удовлетворительно»:**

**6 баллов:** выполнены все задания практических работ с замечаниями, студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями;

**«Неудовлетворительно»:**

**2 балла:** студент выполнил неправильно задания практических работ, студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на конкретные вопросы.

**0 баллов:** студент не выполнил задания практических работ.

**Критерии оценивания индивидуального отчета о выполнении самостоятельной работы (реферата) (текущий контроль, формирование компетенций):**

**«Отлично»:**

**5 баллов:** работа выполнена в срок, оформление, структура и стиль работы образцовые; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы; правильные ответы на все вопросы при защите реферата; тема реферата раскрыта полностью; список использованных источников содержит требуемое в задании число источников;

**«Хорошо»:**

**4 балла:** содержание работы соответствует тематике реферата; работа выполнена с незначительными замечаниями; работа выполнена в срок, в оформлении, структуре и стиле проекта нет грубых ошибок; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы; правильные ответы на все вопросы с помощью преподавателя при защите реферата;

**«Удовлетворительно»:**

**3 балла:** содержание реферата в целом соответствует заявленной теме; написанное реферата имеет значительные замечания; сдана с нарушением графика, в оформлении, структуре и стиле работы есть недостатки; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения; ответы не на все вопросы при защите отчета;

**«Неудовлетворительно»:**

**2 балла:** содержание реферата значительно отклоняется от заявленной темы; отсутствуют или сделаны неправильные выводы и обобщения; оформление работы не соответствует требованиям; нет ответов на вопросы при защите отчета.

**0 баллов:** работа не выполнена или не является оригинальной, не соответствует заявленной теме; выполнена не самостоятельно

**8.1.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме - экзамена Темы рефератов и заданий поисково-исследовательского характера**

- 1 Реферат на тему: «Характеристики метеорологических и природоресурсных спутников и съемочных систем»

Задание: Выберите спутник / съемочную систему для написания реферата "Характеристики метеорологических и природоресурсных спутников и съемочных систем" из списка, приведенного ниже:

- Meteosat
- GEO-KOMPSAT
- Fengyun
- GOES
- INSAT
- Elektro-L
- Meteor
- Metop
- Meteosat
- NOAA
- Suomi
- Himawari
- Канопус-В

- 2 Реферат на тему: «Применение данных дистанционного зондирования в науках о Земле»

Задание: Для написания реферата выберите индивидуальное задание:

Применение данных дистанционного зондирования в...

- ... в задачах сельского хозяйства и агрометеорологии
- ... в задачах изучения динамических характеристик океанов
- ... в задачах оценки распределения солености в океанах
- ... в задачах исследования изменений климата
- ... в задачах мониторинга разливов нефти и движения нефтяного пятна
- ... в задачах мониторинга загрязнения снега
- ... в задачах прогноза и контроля развития наводнений, оценки ущерба
- ... при наблюдениях за ледовой обстановкой
- ... при дешифрировании многолетнемерзлых пород и горного оледенения
- ... в задачах мониторинга загрязнения атмосферного воздуха
- ... в изучении гидроопических условий водных объектов
- ... в изучении русловых процессов и/или трансформации берегов водохранилищ
- ... в задачах контроля гидротехнических сооружений на каскадах водохранилищ
- ... для оценки морфометрических характеристик водных объектов суши
- ... при составлении карт подводного рельефа

## Демонстрационный вариант теста

- 1 Микрометр – это

- $10^{-3}$  м
- $10^{-6}$  м
- $10^{-9}$  м
- $10^{-10}$  м
- $10^{-12}$  м

- 2 Выберите правильную формулу

- $NDVI = (NIR-RED) \cdot (1+L) / (NIR+RED+L)$
- $NDVI = (NIR-RED) / (NIR+RED)$
- $NDVI = NIR / (NIR+RED)$

- NDVI = NIR/RED
- NDVI = NIR - g\* RED

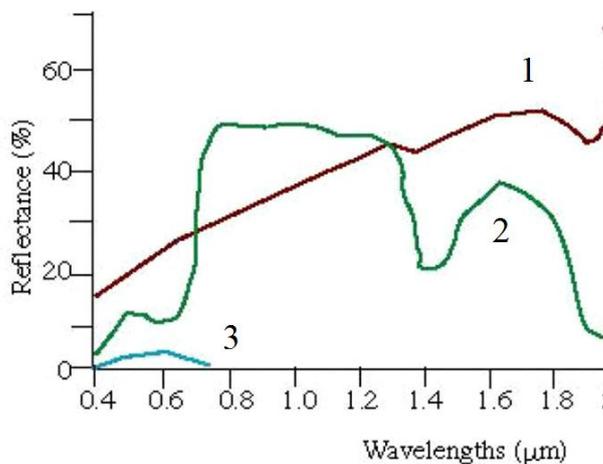
3 0,4 - 0,7 мкм — это

- ультрафиолетовый диапазон
- рентгеновский диапазон
- видимый диапазон;
- ближний ИК диапазон
- тепловой ИК диапазон

4 Методы дистанционного зондирования, которые основаны на регистрации отраженной от поверхности объектов солнечной энергии или на регистрации собственного электромагнитного излучения участков поверхности — это

- Активные методы
- Пассивные методы
- Отраженные методы
- Поверхностные методы

5 Какой цифрой на рисунке обозначена кривая спектральной отражательной способности растительности



- 1
- 2
- 3

6 Как называется температура абсолютно черного тела, при которой его спектральная плотность энергетической яркости для какой-либо определенной длины волны равна спектральной плотности энергетической яркости данного тела для той же длины волны?

- Яркостная температура
- Энергетическая температура 2 2
- Плотностная температура
- Поверхностная температура

2

7 Результат поэлементной и построчной регистрации излучения объектов земной поверхности и передачи информации по радиоканалам - это

- Сканерная съемка
- Фотографическая съемка
- Телевизионная съемка
- Топографическая съемка

8 Какой закон выражается данной формулой  $\lambda_{\max} = \frac{\text{const}}{T}$  ?

- закона смещения Вина
- закон Планка
- закон Стефана-Больцмана
- закон Кирхгофа

9 На каких орбитах постоянно обеспечивается обзор одной и той же части планеты, сохраняя неизменное положение относительно определенной точки на экваторе

- на полярных орбитах
- на околополярных орбитах
- на геостационарных орбитах
- на солнечно-синхронных

10 Отношение потока излучения с данной длиной волны, отраженного поверхностью тела (среды), к потоку излучения с той же длиной волны, падающему на эту поверхность -

- Отражательная способность
- Относительная отражательная способность
- Спектральная отражательная способность
- Спектральный поток

11 Пронумеруйте в соответствии с ростом длины волны ( $\lambda$ ) спектральные диапазоны:

- (2)видимый
- (4)средний и тепловой ИК
- (5)радиодиапазон
- (3)ближний ИК
- (1)УФ

12 Пространственное разрешение сканирующего радиометра –

- Ширина территории обзора
- Ширина кадра
- Размер наименьших объектов, различимых на изображении
- Размер наибольших объектов, различимых на изображении

13 Какое разрешение определяется чувствительностью сенсора к вариациям интенсивности электромагнитного излучения?

- радиометрическим разрешением,
- временным разрешением,
- пространственным разрешением
- спектральное разрешение

15 Значения NDVI для растительности в период вегетации

- Всегда положительные
- Всегда отрицательные
- Равны 0
- Равны температуре на поверхности крон деревьев

16 Тело, которое способно полностью поглощать все падающее на него электромагнитное излучение –

- абсолютно черное тело
- абсолютно белое тело
- поглощающее тело
- испускающее тело

17 Расстояние между двумя последовательными волновыми гребнями –

- частота волны
- длина волны
- рефракция волн
- скорость распространения волны

18 Какое обозначение принято для длины волны?

- $\lambda$
- T
- $c_0$
- v

19 Наклонение орбиты геостационарного спутника составляет

- 0°
- 45°
- 90°
- 120°

20 Какой закон выражается следующей формулой  $r_{\lambda}(T) = \frac{2\pi c_0^2 h}{\lambda^5 \left( \exp\left(\frac{hc_0}{\lambda kT}\right) - 1 \right)}$  ?

- закона смещения Вина
- закон Планка
- закон Стефана-Больцмана
- закон Кирхгофа

### Темы практических работ

Физические основы радиационного метода определения температуры поверхности.

Создание и анализ карт температуры поверхности

Визуальное дешифрирование и анализ спутниковых данных

Создание и анализ разновременных карт распределения значений вегетационных индексов для выявления участков лесовосстановления и обезлесения

Детектирование гарей по разновременным спутниковым снимкам и работа с данными о пожарах средствами геопортала FIRMS

### Тематика вопросов для самостоятельной работы

Взаимодействие электромагнитного излучения с атмосферой.

Локализация и свойства линий и полос поглощения в газах.

Проблемы учёта влияния на измерения «промежуточного слоя атмосферы».

Понятия об излучательной, поглощательной и способности различных тел и сред, яркостной температуре. Смысл абсолютно чёрного тела. Серые и селективные поверхности и среды.

Характеристики некоторых сенсоров и платформ.

Классификации БПЛА по конструкции, радиусу действия и управлению.

Характеристики программных средств обработки данных дистанционного зондирования

Классификация с обучением и без обучения

Виды дешифрирования снимков.

Общие аспекты применения данных дистанционного зондирования в науках о Земле

Применение данных дистанционного зондирования в задачах выявления чрезвычайных ситуаций

Применение данных дистанционного зондирования в задачах сельского и лесного хозяйства, городского и регионального планирования.

Применение данных дистанционного зондирования в задачах охраны окружающей среды.

### Примерный перечень вопросов и заданий к экзамену

1) Понятие дистанционного зондирования. Активные и пассивные методы дистанционного зондирования Земли.

2) Электромагнитное излучение. Единицы измерения длин волн (ангстрем, нм, мкм и т.д.) и частоты. Связь частоты с длиной волны. Понятия электромагнитного спектра, границы диапазонов электромагнитного спектра (гамма-излучения, рентгеновского излучения, УФ-излучения, видимого диапазона спектра, ближнего ИК-диапазон, среднего ИК-диапазона, теплового ИК-диапазона, миллиметрового и микроволнового участков радиодиапазона)

- 3) Взаимодействие электромагнитного излучения с поверхностью Земли. Понятие спектральной отражательной способности. Формы кривых спектральной отражательной способности растительности, почв, воды. Вегетационные индексы RVI, NDVI, IPVI, SAVI, ARVI и т.д. Характерные значения индекса NDVI для основных типов подстилающей поверхности.
- 4) Взаимодействие электромагнитного излучения с атмосферой. Поглощение. Окна прозрачности. Рассеяние Рэлея, Ми, неселективное, при каких соотношениях длины волны падающего излучения и размеров частиц преобладает рассеяние Рэлея, Ми, неселективное.
- 5) Физические основы радиационного метода определения температур. Закон Планка. Закон смещения Вина. Абсолютно чёрное тело. Яркостная температура.
- 6) Основные технологии получения космических снимков. Классификация космических снимков по спектральному диапазону и технологии съёмки.
- 7) Характеристики орбит спутников. Классификации по величине наклона орбиты, по значению большой полуоси, по величине эксцентриситета. Геоостационарные и геосинхронные спутники. Орбиты захоронения. Первая и вторая космические скорости.
- 8) Основные этапы обработки спутниковых изображений. Что включает предварительная, первичная и тематическая обработка?
- 9) Что такое дешифрирование снимков? Виды дешифрирования снимков. Что такое дешифровочные признаки? Прямые и косвенные дешифровочные признаки. Методы дешифрирования.
- 10) Визуальное и компьютерное дешифрирование: отличительные особенности. Что такое классификация? Классификация с обучением и без обучения.
- 11) Понятие спектрального, радиометрического, временного и пространственного разрешения. Классификация систем дистанционного по пространственному разрешению. Понятие пикселя, «чистого» и «смешанного» пикселя.
- 12) Определение БПЛА. Классификации БПЛА по конструкции, радиусу действия и управлению. Достоинства и недостатки съёмки с использованием БПЛА при мониторинге природных и техногенных объектов и явлений.

### **Критерии оценивания устного ответа на контрольные вопросы (промежуточный контроль, формирование компетенций):**

Экзамен проводится в форме тестового задания средствами образовательного портала *educa.isu.ru* из 20 вопросов и оценивается по 2 балла за каждый правильный ответ на вопрос (максимально 40 баллов за тест).

Общая оценка выставляется как сумма текущего контроля и промежуточного контроля:

Оценочное средство	Количество баллов за семестр
<b>Текущий контроль:</b>	
<b>Самостоятельная работа:</b>	
Реферат на тему: «Характеристики метеорологических и природоресурсных спутников и съёмочных систем»	0-5
Реферат на тему: «Применение данных дистанционного зондирования в гидрологии»	0-5
<b>Практические работы:</b>	
Отчет по выполнению практической работы «Физические основы радиационного метода определения температуры поверхности»	0-10

Отчет по выполнению практической работы «Создание и анализ карт температуры поверхности»	0-10
Отчет по выполнению практической работы «Визуальное дешифрирование и анализ спутниковых данных «	0-10
Отчет по выполнению практической работы «Создание и анализ разновременных карт распределения значений вегетационных индексов для выявления участков лесовосстановления и обезлесения»	0-10
Отчет по выполнению практической работы «Детектирование гарей по разновременным спутниковым снимкам и работа с данными о пожарах средствами геопортала FIRMS»	0-10
<b>Промежуточный контроль:</b>	
Экзаменационный тест	0-40
<b>Итого:</b>	<b>0-100</b>

по балльной системе:

Суммарные баллы, полученные обучающимся за текущий контроль и промежуточный контроля	Академическая оценка
Менее 60 баллов	неудовлетворительно
60-70 баллов	удовлетворительно
71-85 баллов	хорошо
86-100 баллов	отлично

**Разработчик:**



Доцент кафедры гидрологии  
и природопользования  
Е.Н. Сутырина

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 05.03.04 Гидрометеорология.

Программа рассмотрена на заседании кафедры гидрологии и природопользования протокол №11 от 12.05.2023

Зав. кафедрой  Е.Н. Сутырина

**Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.**

**Лист согласования, дополнений и изменений  
в рабочую программу дисциплины  
на 2024/2025 учебный год**

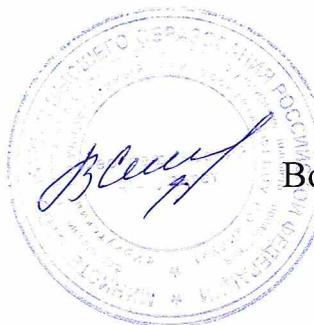
1. Внести изменения:

- 1) наименование п.8.1 «*Оценочные средства (ОС)*» изложить в новой редакции – «*Оценочные материалы (ОМ)*»
- 2) наименование «*Оценочные средства для входного контроля*» изложить в новой редакции - «*Оценочные материалы для входного контроля*»
- 3) наименование «*Оценочные средства текущего контроля*» изложить в новой редакции - «*Оценочные материалы текущего контроля*»

2. Внести дополнения:

- 1) Добавить в п.6.2 Программное обеспечение ссылку на реестр ПО на 2024 г. - <https://isu.ru/export/sites/isu/ru/employee/license/.galleries/docs/Reestr-PO-all-2024.xlsx>

Декан географического факультета



Вологжина С.Ж.