



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



Декан географического факультета,
канд. геогр. наук, доцент
С. Ж. Вологжина

«16» апреля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины (модуля)

Б1.О.37 Дистанционное зондирование Земли

Направление подготовки **05.03.04 «Гидрометеорология»**

Направленность (профиль) **«Метеорология: управление климатическими рисками»**

Квалификация (степень) выпускника **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Согласовано с УМК географического
факультета

Протокол № 5 от «16» апреля 2025 г.
Председатель: канд. геогр. наук, доцент

 С. Ж. Вологжина

Рекомендовано кафедрой гидрологии
и природопользования

Протокол № 12 от «08» апреля 2025 г.
Зав. кафедрой

 Е. Н. Сутырина

Иркутск 2025 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
ОПК-2. Способен проводить научные исследования объектов, систем и процессов в области гидрометеорологии, в том числе при решении проблем геоэкологии и охраны окружающей среды	ИДК_{ОПК-2.1}. 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	Знать: 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; Уметь: применять специализированное программное обеспечение для обработки спутниковых снимков Владеть: 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	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Форма текущего контроля успе- ваемости/ Форма промежу- точной аттестации (по семестрам)	
					Контактная работа преподавателя с обучающимися					Самостоятельная работа
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие	Консультация	КСР		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1 ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДИС- ТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ	6	12		6	4	2			Отчет по выполне- нию практической работы
2	2 ОБЗОР СИСТЕМ ДИСТАНЦИОН- НОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ	6	36		8		2	2	24	Реферат
3	3 ОБРАБОТКА ДАННЫХ ДИСТАН- ЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ	6	19		4	12	3			Отчет по выполне- нию практической работы
4	4 ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ ДИС- ТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ	6	51		10	12	3	2	24	Отчет по выполне- нию практической работы, Реферат
	Контроль	6	26							
	ИТОГО		144		28	28	10	4	48	экзамен

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 ме-теорологических и природоресурсных спутников и съемочных систем»	До начала промежуточной атте-стации	24	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	24	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-	4	-	Отчет по выполнению практической работы (оценка в	ИДК _{ОПК-2.1}

	МЕТОДОВ	пературы по- верхности.			баллах на educa.isu.ru: от 0 до 10 баллов)	
2.	3 ОБРАБОТКА ДАННЫХ ДИСТАНЦИ- ОННОГО ЗОНДИРОВА- НИЯ	Создание и анализ карт температуры поверхности	6	-	Отчет по вы- полнению прак- тической рабо- ты (оценка в баллах на educa.isu.ru: от 0 до 10 баллов)	ИДК _{ОПК-2.1}
3.	3 ОБРАБОТКА ДАННЫХ ДИСТАНЦИ- ОННОГО ЗОНДИРОВА- НИЯ	Визуальное дешифриро- вание и ана- лиз спутнико- вых данных	6	-	Отчет по вы- полнению прак- тической рабо- ты (оценка в баллах на educa.isu.ru: от 0 до 10 баллов)	ИДК _{ОПК-2.1}
4.	4 ПРИМЕНЕ- НИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИ- ОННОГО ЗОНДИРОВА- НИЯ	Создание и анализ разно- временных карт распре- деления зна- чений вегета- ционных ин- дексов для выявления участков ле- совосстанов- ления и обез- лесения	6	-	Отчет по вы- полнению прак- тической рабо- ты (оценка в баллах на educa.isu.ru: от 0 до 10 баллов)	ИДК _{ОПК-2.1}
5.	4 ПРИМЕНЕ- НИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИ- ОННОГО ЗОНДИРОВА- НИЯ	Детектирова- ние гарей по разновремен- ным спутни- ковым сним- кам и работа с данными о пожарах средствами геопортала FIRMS	6		Отчет по вы- полнению прак- тической рабо- ты (оценка в баллах на educa.isu.ru: от 0 до 10 баллов)	ИДК _{ОПК-2.1}

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: «Характери- стики метеорологических и природоресурсных спутников и съёмочных систем»	ОПК-2	ИДК _{ОПК-2.1}
2.	4 ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ ДИСТАН- ЦИОННОГО ЗОН- ДИРОВАНИЯ	Реферат на тему: «Применение данных дистанционного зонди- рования в науках о Земле»	ОПК-2	ИДК _{ОПК-2.1}

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://ibooks.ru)»

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

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

<http://ingrid.Idgo.colombia.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](http://www.meteorf.ru);

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

Сайт ГИС-Ассоциации России, www.gisa.ru;

Сайт «DATA+», www.dataplus.ru;

Сайт инженерно-технологического центра Сканекс, 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	10

	ТОДОВ		/Контекстное обучение	
2	2 ОБЗОР СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ	Лекция / Самостоятельная работа	Информационные технологии /Контекстное обучение	32
3	3 ОБРАБОТКА ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ	Лекция/ Практическая работа	Информационные технологии /Контекстное обучение	16
4	4 ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ	Лекция/ Практическая работа/ Самостоятельная работа	Информационные технологии /Контекстное обучение	56

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»	ОПК-2 ИДК_{ОПК-2.1}
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»	ОПК-2 ИДК_{ОПК-2.1}
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»	ОПК-2 ИДК_{ОПК-2.1}
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»	ОПК-2 ИДК_{ОПК-2.1}

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-B

- 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

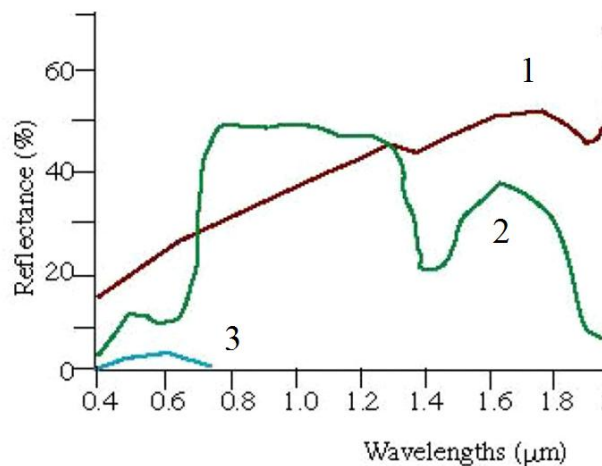
3 0,4 - 0,7 мкм — это

- ☐ 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 чёрного 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
- ☐ Плотностная температура
- ☐ Поверхностная температура

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 $\lambda_{\text{макс}} = \frac{\text{const}}{T}$?

- ☐ 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 (λ) 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?

- ☐ λ
- ☐ 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 наклонения 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
Текущий контроль:	
Самостоятельная работа:	
Реферат на тему: «Характеристики метеорологических и природоресурсных спутников и съёмочных систем»	0-5
Реферат на тему: «Применение данных дистанционного зондирования в гидрологии»	0-5
Практические работы:	
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
Промежуточный контроль:	
Экзаменационный тест	0-40
Итого:	0-100

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 №12 от 8.04.2025

Зав. кафедрой  Е.Н. Сутырина

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