

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра Океанологии**

**Рабочая программа дисциплины
Методы дистанционного зондирования для экологического мониторинга**

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

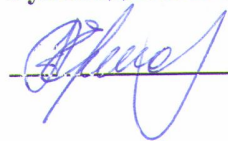
05.04.06 «Экология и природопользование»

Направленность (профиль):
«Экологическая безопасность полярных областей»

Уровень:
Магистратура

Форма обучения
Очная/очно-заочная

Согласовано
Руководитель ОПОП



Ершова А.А.

Председатель УМС

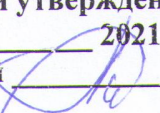


И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета РГГМУ

24 июня 2021 г., протокол № 9

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

19 мая 2021 г., протокол № 9
Зав. кафедрой  Лукьянов С.В.

Автор(ы)-разработчик(и):



Фролова Н.С.

Санкт-Петербург 2021

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2022/2023 учебный год без изменений

Протокол заседания кафедры ГПЭБ от «14» июня 2022 № 10.

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2023/ 2024 учебный год без изменений

Протокол заседания кафедры ГПЭБ от «22» июня 2023 № 1 0.

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2024/ 2025 учебный год без изменений

Протокол заседания кафедры ГПЭБ от «17» июня 2024 № 1 0.

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2025/ 2026 учебный год без изменений

Протокол заседания кафедры ГПЭБ от «23» июня 2025 № 1 0.

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование представления о задачах, возможностях и проблемах современных методов дистанционного зондирования для экологического мониторинга и получение знаний о физических основах этих методов и алгоритмах обработки данных.

Задачи:

- ознакомление с основными понятиями и законами теории излучения и переноса электромагнитных волн;
- изучение основных особенностей измерений радиационных потоков в видимом, ультрафиолетовом и инфракрасном диапазонах;
- изучение особенностей активных и пассивных методов наблюдения в микроволновом диапазоне;
- обучение корректной постановке задач исследования, изучение алгоритмов обработки данных и анализа полученных результатов.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Методы дистанционного зондирования для экологического мониторинга» относится к дисциплинам вариативной части профессионального цикла подготовки магистров по направлению 05.04.06 «Экология и природопользование», профиля «Экологическая безопасность полярных областей» (Б1.В.13) и изучается в 3 семестре обучения.

Для полного освоения данной дисциплины, обучающиеся должны обладать следующими знаниями и умениями, приобретенными в результате освоения предшествующих дисциплин:

Знать:

- возможности компьютерных программных комплексов для предварительной и тематической обработки (дисциплина «Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании»),
- основные методы и средства решения задачи в области экологической безопасности полярных экосистем,
- природные особенности полярных областей.

Уметь:

- определять источники антропогенного загрязнения полярных областей (дисциплина «Антропогенное воздействие и техногенные риски полярных областей»),
- представлять информацию в требуемом формате с использованием информационных и компьютерных технологий,
- критически оценивать и анализировать ресурсную базу и географические особенности полярных регионов.

Владеть:

- терминологией в сфере дистанционного зондирования Земли,
- навыками использования информационных технологий для решения задач обработки данных дистанционного зондирования полярных областей,
- методами анализа изменений экологического состояния полярных регионов на основе материалов дистанционного зондирования.

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование универсальных компетенций раздела УК-1 (Способен осуществлять критический анализ проблемных

ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий): УК-1.1, УК-1.2, а также профессиональных компетенций раздела ПК-2 (Способен выполнить сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации о состоянии природных, природно-хозяйственных и социально-экономических систем, осуществить выбор методик и средств решения задачи в области экологической безопасности полярных экосистем): ПК-2.1, и ПК-6 (Способен оценивать ресурсный потенциал и природные особенности полярных областей и соответствующим образом планировать хозяйственную деятельность с учетом рисков и специфики полярных регионов, на основе существующих принципов рационального природопользования и принятых нормативов): ПК-6.1.

Таблица 1.

Универсальные компетенции

Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Результаты обучения
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.	УК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.	<i>Знать:</i> основные научные подходы к проблемной ситуации. <i>Уметь:</i> выделять составляющие проблемы и связи между ними. <i>Владеть:</i> навыками выбора методов и средств решения.
	УК-1.2. Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению.	<i>Знать:</i> основные методы критического анализа. <i>Уметь:</i> осуществлять поиск решений проблемных ситуаций. <i>Владеть:</i> навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования.

Таблица 2.

Профессиональные компетенции

Код и наименование профессиональной компетенции	Результаты обучения
ПК-2. Способен выполнить сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации о состоянии природных, природно-хозяйственных и социально-экономических систем, осуществить выбор методик и средств решения задачи в области экологической безопасности полярных экосистем.	<i>Знать:</i> основные методы и средства решения задачи в области экологической безопасности полярных экосистем. <i>Уметь:</i> собирать, анализировать и интерпретировать необходимую информацию о состоянии природных,

	природно-хозяйственных и социально-экономических систем. <i>Владеть:</i> навыками применения современных методов и технологий для решения поставленной задачи.
ПК-6. Способен оценивать ресурсный потенциал и природные особенности полярных областей и соответствующим образом планировать хозяйственную деятельность с учетом рисков и специфики полярных регионов, на основе существующих принципов рационального природопользования и принятых нормативов.	<i>Знать:</i> природные особенности полярных областей. <i>Уметь:</i> оценивать риски и специфику полярных областей для планирования хозяйственной деятельности. <i>Владеть:</i> способностью сообщать и обсуждать результаты, полученные с использованием методов дистанционного зондирования в различных профессиональных ситуациях.

Таблица 3.

Профессиональные компетенции

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
ПК-2.	ПК-2.1. Осуществляет сбор, обработку и систематизацию научно-технической информации о состоянии природных, природно-хозяйственных и социально-экономических систем, критически анализирует результаты современных научных исследований и баз данных в сфере экологической безопасности полярных областей.	<i>Знать:</i> принципы систем обработки и передачи информации. <i>Уметь:</i> представлять информацию в требуемом формате с использованием информационных и компьютерных технологий. <i>Владеть:</i> навыками использования информационных технологий для решения задач обработки данных дистанционного зондирования полярных областей.

ПК-6.	ПК-6.1. Критически оценивает и анализирует ресурсную базу, географические особенности и ресурсный потенциал полярных регионов.	<i>Знать:</i> основные направления использования данных дистанционного зондирования для мониторинга полярных регионов. <i>Уметь:</i> критически оценивать и анализировать ресурсную базу и географические особенности полярных регионов. <i>Владеть:</i> методами анализа изменений экологического состояния полярных регионов на основе материалов дистанционного зондирования.
--------------	--	---

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

Таблица 4.

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Очно-заочная форма обучения
Объем дисциплины	108	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	42	28
в том числе:	-	-
лекции	14	10
занятия семинарского типа:		
практические занятия	14	10
лабораторные занятия	14	8
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	66	80
в том числе:	-	-
курсовая работа	-	-
контрольная работа	-	-
Вид промежуточной аттестации	экзамен	экзамен

4.2. Структура дисциплины

Таблица 5.

Структура дисциплины для очной формы обучения

№	Раздел / тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.				Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	СРС			
1	Введение. История возникновения и развития методов дистанционного зондирования.	3	2	-	4	6	Устный опрос, подготовка доклада, выполнение практической работы.	УК-1	УК-1.1., УК-1.2.
2	Основы дистанционного зондирования Земли.	3	2	2	2	8	Устный опрос, выполнение лабораторной работы, выполнение практической работы.	УК-1., ПК-2., ПК-6	УК-1.1., УК-1.2., ПК-2.1., ПК-6.1.
3	Основные этапы обработки данных дистанционного зондирования. Основные процедуры преобразования и анализа изображений.	3	2	4	4	4	Устный опрос, выполнение лабораторных работ, подготовка доклада.	УК-1., ПК-2., ПК-6	УК-1.1., УК-1.2., ПК-2.1., ПК-6.1.
4	Пассивные и активные микроволновые системы и их результаты.	3	2	2	-	12	Письменный опрос, выполнение лабораторной работы.	УК-1., ПК-2., ПК-6	УК-1.1., УК-1.2., ПК-2.1., ПК-6.1.
5	Обработка результатов дистанционного зондирования в видимом диапазоне.	3	2	2	-	12	Устный опрос, выполнение лабораторной работы.	УК-1., ПК-2., ПК-6	УК-1.1., УК-1.2., ПК-2.1., ПК-6.1.
6	Обработка результатов дистанционного зондирования в тепловом инфракрасном диапазоне.	3	2	-	-	12	Письменный опрос.	УК-1., ПК-2., ПК-6	УК-1.1., УК-1.2., ПК-2.1., ПК-6.1.
7	Практическое применение результатов обработки данных дистанционного зондирования.	3	2	4	4	12	Тестирование, выполнение лабораторных работ, подготовка доклада.	УК-1, ПК-6	УК-1.1, УК-1.2, ПК-6.1.
	ИТОГО	-	14	14	14	66	-	-	-

Таблица 6.

Структура дисциплины для очно-заочной формы обучения

№	Раздел / тема дисциплины	семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.				Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	СРС			
1	Введение. История возникновения и развития методов дистанционного зондирования.	3	-	-	2	20	Устный опрос, подготовка доклада, выполнение практической работы.	УК-1	УК-1.1., УК-1.2.
2	Основы дистанционного зондирования Земли.	3	2	2	2	10	Устный опрос, выполнение лабораторной работы, выполнение практической работы.	УК-1., ПК-2., ПК-6	УК-1.1., УК-1.2., ПК-2.1., ПК-6.1.
3	Основные этапы обработки данных дистанционного зондирования. Основные процедуры преобразования и анализа изображений.	3	2	2	2	10	Устный опрос, выполнение лабораторных работ, подготовка доклада.	УК-1., ПК-2., ПК-6	УК-1.1., УК-1.2., ПК-2.1., ПК-6.1.
4	Пассивные и активные микроволновые системы и их результаты.	3	2	2	-	10	Письменный опрос, выполнение лабораторной работы.	УК-1., ПК-2., ПК-6	УК-1.1., УК-1.2., ПК-2.1., ПК-6.1.
5	Обработка результатов дистанционного зондирования в видимом диапазоне.	3	2	2	-	10	Устный опрос, выполнение лабораторной работы.	УК-1., ПК-2., ПК-6	УК-1.1., УК-1.2., ПК-2.1., ПК-6.1.
6	Обработка результатов дистанционного зондирования в тепловом инфракрасном диапазоне.	3	2	-	-	10	Письменный опрос.	УК-1., ПК-2., ПК-6	УК-1.1., УК-1.2., ПК-2.1., ПК-6.1.
7	Практическое применение результатов обработки данных дистанционного зондирования.	3	-	-	4	10	Тестирование, практические работы.	УК-1, ПК-6	УК-1.1, УК-1.2, ПК-6.1.
	ИТОГО	-	10	8	10	80	-	-	-

4.3. Содержание разделов дисциплины

4.3.1. Тема 1. *Введение. История возникновения и развития методов дистанционного зондирования.*

Открытия, связанные с изучением электромагнитных волн. Развитие представлений древних людей о свете. Изобретение камеры-обскуры. Этапы возникновения аэрофотосъемки. Возникновение космической съемки Земли.

4.3.2. Тема 2. *Основы дистанционного зондирования Земли.*

Технические характеристики инструментов космического дистанционного зондирования и их носителей. Описание орбиты. Специальные орбиты. Геоостационарные орбиты. Низкие околоземные орбиты. Точка зависания и орбитальные маневры. Уменьшение высоты орбиты и срок существования спутника.

Практическое применение данных дистанционного зондирования. Обзор систем дистанционного зондирования. Способы получения данных.

Распространение электромагнитных волн. Тепловое излучение. Характеристика солнечного излучения.

Дистанционные методы пассивной и активной локации. Роль дистанционных наблюдений в экологическом мониторинге.

4.3.3. Тема 3. *Основные этапы обработки данных дистанционного зондирования. Основные процедуры преобразования и анализа изображений.*

Передача и хранение данных.

Предварительная обработка данных дистанционного зондирования.

Географическая привязка. Использование орбитальных параметров. Коррекции географической привязки (изменение положения спутника на орбите и углов его ориентации). Географическая привязка с использованием опорных точек (ОТМ).

Геометрическая коррекция - приведение изображения к конкретной географической координатной системе. Создание изображения географического региона и настройка его параметров. Выбор географических границ и размера (масштаба) пиксела выходного изображения. Трансформирование изображения в заданную картографическую проекцию. Выбор типа геометрического преобразования при работе с опорными точками. Создание многоспектральных выходных продуктов. Пространственный и спектральный монтаж изображений. Повышение пространственного разрешения многозональных данных с использованием снимков высокого разрешения. Выравнивание контраста при создании мозаик изображений

Радиометрическая коррекция. Атмосферная коррекция. Использование априорной информации о свойствах атмосферы. Устранение искажения в изображении, обусловленного рассеянием и поглощением излучения в атмосфере.

Типы изображений. Формирование и обработка цифровых изображений. Восприятие изображений и методы их преобразования с целью изменения визуального качества. Модель зрительного восприятия света человеком и ее использование при создании методов обработки изображений. Оценка визуального качества цифровых изображений. Улучшение изображения. Изменение контрастности изображения.

Обзор методов цифровой обработки изображений. Ранговые методы. Разностные методы. Методы гистограммных преобразований. Метод преобразования локальных контрастов.

Фильтрация изображений: алгоритмы сглаживания изображений, обобщенная линейная фильтрация. Оптимизация палитры изображений

Наложение изображений и построение мозаичных изображений. Преобразование координат. Алгоритмы преобразования координат. Спектральное преобразование изображения. Преобразование главных и канонических компонентов. Метод выделения на изображении тематических компонентов

Классификация изображений. Квантование плотности и псевдоцветное отображение. Классификация многоспектральных изображений. Классификация текстуры изображения. Точность классификации. Определение геометрических свойств. Сжатие данных. Выделение на спутниковом изображении природных объектов разных типов.

Основы кластерного анализа. Методы анализа. Выбор числа кластеров. Параметры. Классификация без обучения. Анализ результатов классификации.

Определение вегетативного индекса. Гистограмма изображения при расчете вегетативного индекса.

4.3.4. Тема 4. *Пассивные и активные микроволновые системы и их результаты.*

Теория антенн. Угловое разрешение и пространственное разрешение. Чувствительность. Сканирующие радиометры. Поправки на влияние атмосферы. Примеры применения пассивной микроволновой радиометрии при экологическом мониторинге.

Зондирование пассивными микроволновыми радиометрами. Определение площади распространения и границ ледяного покрова в Арктике по данным пассивного микроволнового радиометров SMMR и SSM/I. Примеры подготовки карт ледяного покрова.

Лидары. Радиолокационное уравнение. Микроволновая рефлектометрия. Применение микроволновых рефлектометров. Рефлектометр ASCAT. Микроволновая рефлектометрия поверхности океана. Радиолокационные микроволновые системы получения изображений с реальной апертурой. Искажения изображений. Примеры микроволновых радарных систем получения изображения.

Радары с синтезированной апертурой (РСА). Анализ азимутального разрешения. Искажения изображений, получаемых системами РСА. Ограничения, обусловленные неопределенностью дальности. Бреговские волны и особенности их регистрации. Удельная эффективная площадь рассеяния (УЭПР) различными поверхностями. Исследование поверхностно-активных веществ и их динамики на поверхности океана: естественные пленки, нефтяное загрязнение. Примеры применения изображений, полученных системами РСА при экологическом мониторинге поверхности.

4.3.5. Тема 5. *Обработка результатов дистанционного зондирования в видимом диапазоне.*

Системы формирования изображения в видимом и тепловом инфракрасном диапазоне.

Датчики. Формирование изображения. Пространственное разрешение. Спектральное разрешение. Поправки на влияние атмосферы. Основные области применения изображений, полученных дистанционными системами.

Распространение света в океане и ослабление света. Принципы определения цвета из космоса. Связь с концентрацией хлорофилла «А», концентрацией фитопланктона и неорганического вещества (мутностью) Результаты определения по данным сканера цвета моря SeaWiFS, спектрорадиометров MERIS на спутнике Envisat и MODIS - на спутниках Terra и Aqua. Получение данных по сети Интернет. Система *Giovanni*. Визуализация и анализ данных о цвете океана. Анализ изменения концентрации хлорофилла «А» по диаграмме Новмоллер. Примеры локальных алгоритмов расчета концентраций хлорофилла «А» для морей.

4.3.6. Тема 6. *Обработка результатов дистанционного зондирования в тепловом инфракрасном диапазоне.*

Снимки в тепловом инфракрасном диапазоне. Датчики. Изображение. Пространственное разрешение. Спектральное разрешение и чувствительность. Основные области применения изображений в тепловом инфракрасном диапазоне. Регистрация облачности. Тепловая инерция. Поправки на влияние атмосферы. Температура морской

поверхности. Примеры локальных алгоритмов расчета температуры поверхности моря и модели расчета.

4.3.7. Тема 7. Практическое применение результатов обработки данных дистанционного зондирования.

Примеры тематической обработки цифровых спутниковых данных. Картирование побережья и изучение его динамики. Примеры затопления территорий. Образование и динамика айсбергов Арктики и у побережья Антарктиды. Ледяной покров в Арктике его площадь и сплоченность. Построение батиметрической карты по данным приборов высокого разрешения. Вихревые образования в океане по многозональным данным. Практическое применение альтиметрических данных.

4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 7.

Содержание практических занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
1	История возникновения методов дистанционного зондирования наземных экосистем (доклад).	4	2
1	Сравнительные характеристики данных дистанционного зондирования Земли.	4	2
2	Физические основы космической съёмки.	4	2
3		2	2
3	Уровни обработки данных. Структура представления спутниковой информации (доклад).	2	2
7	Применение спутниковых данных для решения задач гидрометеорологии, мониторинга и контроля состояния окружающей среды в полярных регионах (доклад).	8	4

Таблица 8.

Содержание практических занятий для очно-заочной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
1	История возникновения методов дистанционного зондирования наземных экосистем (доклад).	10	2
2	Физические основы космической съёмки.	4	2
3	2. Уровни обработки данных. Структура представления спутниковой информации (доклады).	4	2

7	Применение спутниковых данных для решения задач гидрометеорологии, мониторинга и контроля состояния окружающей среды в полярных регионах (доклады) 1. Спутниковый мониторинг опасных ледяных образований в полярных регионах. 2. Практическое применение данных спутников серии Landsat. Мониторинг нефтяного загрязнения (практические работы).	8	4
---	--	---	---

Таблица 9.

Содержание лабораторных занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
2	Обработка космической информации по данным различных регистраторов.	6	2
3	Методы автоматического контрастирования изображений.	4	2
3	Классификация прибрежной зоны и исследование ее динамики.	6	2
4	Мезо- и субмезомасштабные процессы по данным радаров с синтезированной апертурой (РСА).	4	2
5	Обработка данных радиометра MODIS спутников Aqua и Terra, спутника Sentinel-2, представленных в различных форматах.	4	2
7	Спутниковый мониторинг опасных ледяных образований в полярных регионах.	4	2
7	Практическое применение данных спутников серии Landsat. Мониторинг нефтяного загрязнения.	4	2

Таблица 10.

Содержание лабораторных занятий для очно-заочной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
2	Обработка космической информации по данным различных регистраторов.	4	2
3	1. Методы автоматического контрастирования изображений. 2. Классификация прибрежной зоны и исследование ее динамики.	4	2
4	Мезо- и субмезомасштабные процессы по данным радаров с синтезированной апертурой	6	2

	(РСА).		
5	Обработка данных радиометра MODIS спутников Aqua и Terra, спутника Sentinel-2, представленных в различных форматах.	6	2

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Электронные ресурсы, разработанные в рамках дисциплины, размещенные в облачном хранилище на mail.ru:

- презентации с лекционным материалом;
- методические указания по выполнению лабораторных работ;
- темы семинарских занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале. Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр – 100:

- максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля - 70;
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 5;
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации - 30;
- максимальное количество дополнительных баллов - 10.

6.1. Текущий контроль

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – **экзамен**.

Форма проведения **экзамена**: устный опрос по билетам.

Перечень вопросов для подготовки к экзамену:

УК-1.1., УК-1.2., ПК-2.1., ПК-6.1.

1. Системы дистанционного зондирования. Диапазоны регистрации отраженного излучения. Способы получения данных.
2. Брегговские волны и особенности их регистрации. Примеры применения данных, полученных системами РСА в океанографии.
3. Внутренние волны по данным РСА
4. Области применения изображений, полученных дистанционными системами в видимом диапазоне. Диапазоны регистрации отраженного излучения.
5. Определение площади распространения и границ ледяного покрова в Арктике по данным пассивного микроволнового радиометров SMMR и SSM/I.
6. Определение характеристик вихревых образований в океане по многозональным данным.
7. Определение цвета моря по данным спектрорадиометров MODIS - на спутниках Terra и Aqua.

8. Основные области применения изображений в видимом диапазоне. Примеры использования результатов регистрации отраженного излучения в различных диапазонах.
9. Классификация без обучения. Анализ результатов классификации.
10. Примеры использования программных комплексов: просмотр метаданных. Построение гистограмм, сечений.
11. Примеры получения снимков Landsat-8 с использованием сервисов Интернет.
12. Визуализация и анализ данных о цвете океана. Получение данных по сети Интернет. Система Giovanni.
13. Принципы определения цвета из космоса.
14. Радары с синтезированной апертурой (РСА). Удельная эффективная площадь рассеяния различными поверхностями.
15. Снимки в тепловом инфракрасном диапазоне. Пространственное разрешение. Спектральное разрешение и чувствительность.
16. Диапазоны регистрации и пространственное разрешение приборов спутника Sentinel-2.
17. Создание и изменение палитры, контрастирование, синтезирование, применение фильтров.
18. Примеры снимков Sentinel-2 с использованием сервисов Интернет.
19. Форматы данных радиометра MODIS спутников Aqua и Terra. Стандартные и базовые продукты радиометра MODIS.
20. Формирование изображения в видимом диапазоне. Пространственное разрешение. Спектральное разрешение.

Таблица 11.

Критерии оценивания промежуточной аттестации в форме экзамен

Критерий	Баллы
Отсутствие ответа или ответ с грубыми ошибками, отсутствие ответов на дополнительные вопросы преподавателя	0
Неполный и неуверенный правильный ответ, с наводящими вопросами преподавателя или с незначительными ошибками; правильные ответы на некоторые дополнительные вопросы преподавателя;	10
Полный, но неуверенный правильный ответ с примерами из экологических задач, с наводящими вопросами преподавателя, правильные ответы на большую часть дополнительных вопросов преподавателя	20
Полный исчерпывающий уверенный правильный ответ с примерами из экологических задач, без подсказок и наводящих вопросов преподавателя; правильные ответы на все дополнительные вопросы преподавателя	30
Итого	0-30

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 12.

Распределение баллов по видам учебной работы (3 семестр)

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы*
Посещение лекционных занятий	0-5
Выполнение лабораторных заданий	0-35
Выполнение практических заданий	0-15
Тестирование	0-15
Промежуточная аттестация	0-30
ИТОГО	0-100

*Суммарное количество баллов по каждому виду оценочного средства

Таблица 13.

Распределение дополнительных баллов

Дополнительные баллы (баллы, которые могут быть добавлены до 100)	Баллы
Участие в НИРС	0-5
Активность на учебных занятиях	0-5
ИТОГО	0-10

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 40 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Таблица 14.

Критерии оценивания тестирования

Критерий	Баллы
Менее 50% правильных ответов	0
От 50% до 69 % правильных ответов	5
От 70% до 85 % правильных ответов	10
От 85% до 100 % правильных ответов	15
Итого	15

Таблица 15.

Балльная шкала итоговой оценки на экзамене

Оценка	Баллы
Отлично	85-100
Хорошо	65-84
Удовлетворительно	40-64
Неудовлетворительно	0-39

7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Методы дистанционного зондирования для экологического мониторинга».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

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. - ISBN 978-5-7638-3084-2. - Текст : электронный. - Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/506009>
2. Кочеткова Е.С., Козлов И.Е., Дайлидиене И., Смирнов К.Г. Спутниковые методы в океанографии. Учебное пособие. - СПб, изд. РГГМУ, 2014 - 92 с. Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_467da6e178da4af78eb7f1e6303b0d1b.pdf

Дополнительная литература:

1. Комплексный спутниковый мониторинг морей России / О.Ю. Лаврова, А.Г. Костяной, С.А. Лебедев и др.— М.: ИКИ РАН, 2011.— 480 с. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_19183662_21469399.pdf.
2. Лаврова О.Ю., Митягина М.И., Костяной А.Г. Спутниковые методы выявления и мониторинга зон экологического риска морских акваторий.— М.: ИКИ РАН, 2016.— 334 с. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_28411972_92255685.pdf.
3. Сутырина Е. Н. Дистанционное зондирование земли / Е. Н. Сутырина ; рец.: Д. И. Стом, О. А. Бархатова. – Иркутск : Иркутский государственный университет, 2013. – 165 с. – ISBN 9785962408019 (elibrary.ru). Режим доступа: <https://epizodsspace.airbase.ru/bibl/sutyryna/distantsionnoe/sutyryna-distantsionnoe-2013.pdf>

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. Сайт «Космическая съёмка Земли». – Режим доступа: <https://sovzond.ru/products/spatial-data/satellites/>
2. Сайт «Космическая съёмка». – Режим доступа: <http://www.scanex.ru/data/satellites/>
3. Сайт «Данные спутника Landsat». – Режим доступа: <https://earthexplorer.usgs.gov/>
4. Сайт «Интерактивный сервис WorldView». – Режим доступа: <https://worldview.earthdata.nasa.gov/>
5. Сайт «Интерактивная система Giovanni». – Режим доступа: <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>

8.3. Перечень программного обеспечения

1. Операционные системы Windows 7,10;
2. Пакет прикладных программ Microsoft Office.
3. Свободно распространяемый программный продукт BilkoSoftware, демо-версия профессионального программного обеспечения ScanMagic для Windows.

8.4. Перечень информационных справочных систем

1. Электронно-библиотечная система elibrary.

8.5. Перечень профессиональных баз данных

1. Данные сервиса «Copernicus Marine Environment Monitoring Service». Режим доступа: <https://marine.copernicus.eu/>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение программы соответствует действующим санитарно-техническим и противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов практических занятий и самостоятельной работы студентов.

Учебный процесс обеспечен аудиториями, комплектом лицензионного программного обеспечения, библиотекой РГГМУ.

Учебная аудитория во 2 учебном корпусе для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная специализированной (учебной) мебелью.

Учебная аудитория во 2 учебном корпусе для проведения занятий семинарского типа, для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектована специализированной (учебной) мебелью, мультимедийным оборудованием, служащим для представления учебной информации

Учебная аудитория во 2 учебном корпусе для проведения занятий семинарского типа, для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, компьютерами с возможностью подключения к сети "Интернет"

Помещение для самостоятельной работы студентов. Помещение оснащено: специализированной (учебной) мебелью, компьютерами с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (ноутбук, проектор, переносной экран).

10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий на платформах Discord или Skype.

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2022/2023 учебный год без изменений.

Протокол заседания кафедры океанологии от 27.06.2022 № 10.