

Министерство образования и науки Российской Федерации

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

Кафедра прикладной океанографии ЮНЕСКО-МОК и охраны природных вод

Рабочая программа по дисциплине

ОСНОВЫ СПУТНИКОВОЙ ОКЕАНОГРАФИИ: ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы магистратуры по направлению подготовки

05.04.05 «Прикладная гидрометеорология»

Направленность (профиль):
Оперативная океанография

Квалификация:
Магистр

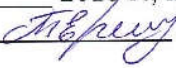
Форма обучения
Очная

Согласовано
Руководитель ОПОП «Оперативная
океанография»


В.Н. Кудрявцев

Утверждаю
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета
19 июня 2018 г., протокол № 4

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
22 03 2018 г., протокол № 7
Зав. кафедрой  Еремина Т.Р.

Авторы-разработчики:


Кудрявцев В.Н.
Кочеткова Е.С.

Санкт-Петербург 2018

1. Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины – теоретическая и практическая подготовка студентов в области использования спутниковой информации.

Основные задачи дисциплины:

- дать знания о принципах работы спутниковых измерителей;
- дать представление о процессах передачи и обработки спутниковой информации;
- обеспечить формирование практических навыков по разработке и реализации на ЭВМ алгоритмов обработки и анализа данных со спутников,
- сформировать навыки использования практических выводов на основе спутниковой океанологической информации для обеспечения хозяйственной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы спутниковой океанографии: подходы и методы» для направления 05.04.05 Прикладная гидрометеорология по профилю подготовки «Оперативная океанография» относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1 Дисциплины (модули).

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны иметь подготовку на уровне бакалавриата по дисциплинам «Математика», «Физика» и «Геоинформационные системы», а также желательно по дисциплинам «Общая океанология», «Физика атмосферы, океана и вод суши», «Информационно-измерительные системы в гидрометеорологии» или иным близким по содержанию дисциплинам.

Параллельно с дисциплиной «Основы спутниковой океанографии: подходы и методы» изучаются базовые дисциплины «Специальные главы "Физики атмосферы, океана и вод суши", «Моделирование природных процессов», «Специальные главы статистического анализа процессов и полей», а также другие дисциплины по выбору.

Дисциплина «Основы спутниковой океанографии: подходы и методы» является основой для изучения дисциплин «Ассимиляция гидрометеорологических данных», «Применение и стандарты данных дистанционного зондирования Земли», «Современные комплексы систем дистанционного зондирования Земли из космоса». Знания и навыки, полученные при освоении данной дисциплины, могут быть использованы для научно-исследовательской работы, преддипломной практики и для подготовки выпускной квалификационной работы магистра (диссертации).

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Компетенция
ОК-1	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ОПК-4	способность ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты исследований
ОПК-5	готовность делать выводы и составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований
ПК-4	готовность использовать современные достижения науки и передовых технологий в научно-исследовательских, опытно-конструкторских и полевых
ПК-15	способностью принимать участие в стратегическом планировании и принятии решений по вопросам окружающей среды, давать экспертные консультации по различным оперативным вопросам, связанным с ис-

	пользованием или ограничением влияния гидрометеорологических факторов
--	---

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Основы спутниковой океанографии: подходы и методы» обучающийся должен:

Знать:

- принципы построения, функционирования и основные характеристики спутниковых средств измерения, работающих в разных диапазонах излучения и применяемых для определения различных океанологических характеристик;
- области применения данных спутникового зондирования для решения прикладных задач в океанологии.
- историю, современное состояние и перспективы исследования Земли из космоса для решения прикладных задач в океанографии;
- о рисках, связанных с использованием спутниковой гидрометеорологической информации в хозяйственной деятельности

Уметь:

- использовать различные форматы хранения и передачи данных, формировать массивы спутниковых данных и оперировать ими с учетом задач исследования;
- выбирать и применять методики и технологии анализа и синтеза спутниковых данных из различных источников;
- применять полученные профессиональные знания при создании гидрометеорологических продуктов на основе спутниковой информации с учетом требований качества, сроков и стоимости, а также последних научно-технических достижений в гидрометеорологии;

Владеть:

- методами обработки и анализа данных спутниковых наблюдений;

Основные признаки проявленности формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Основы спутниковой океанографии: подходы и методы» сведены в таблице.

Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

		минимальны	базовый	продвинутый
ок-1 Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	знать	имеет представление о принципах абстрактного мышления, анализа и синтеза в изучении гидрометеорологических и социально-экономических проблем, о применении данных спутникового зондирования	знает принципы абстрактного мышления, анализа и синтеза при изучении гидрометеорологических и социально-экономических проблем, о применении данных спутникового зондирования в гидрометеорологии	понимает и свободно использует принципы абстрактного мышления, анализа и синтеза в изучении гидрометеорологических и социально-экономических проблем. о применении данных спутникового зондирования в учетом требований к качеству полученного решения
	уметь	умеет использовать абстрактного мышления, анализа и синтеза в изучении гидрометеорологических и социально-экономических проблем, использовать различные форматы хранения и передачи данных при создании гидрометеорологических продуктов на основе спутниковой информации	умеет использовать абстрактное мышление, анализ и синтез в изучении гидрометеорологических и социально-экономических проблем, использовать различные форматы хранения и передачи данных при создании гидрометеорологических продуктов на основе спутниковой информации	умеет и свободно применяет навыки абстрактного мышления, анализа и синтеза в изучении гидрометеорологических и социально-экономических проблем, использовать различные форматы хранения и передачи данных при создании гидрометеорологических продуктов на основе спутниковой информации
	владеть	владеет навыками абстрактного мышления, анализа и синтеза при изучении гидрометеорологических и социально-экономических проблем и методами обработки и анализа данных спутниковых наблюдений	владеет навыками абстрактного мышления, анализа и синтеза при изучении гидрометеорологических и социально-экономических проблем и методами обработки и анализа данных спутниковых наблюдений	владеет и способен развивать собственные навыки абстрактного мышления, анализа и синтеза при изучении гидрометеорологических и социально-экономических проблем и методами обработки и анализа данных спутниковых наблюдений
ОПК-4 способность ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты исследований	знать	знает основную цель экспериментальной работы и суть решаемой проблемы при использования данных дистанционного зондирования Земли	знает суть решаемой проблемы, возможные методы экспериментальной работы и представления результатов исследований при использования данных дистанционного зондирования Земли	знает суть решаемой проблемы, возможные методы экспериментальной работы, способы интерпретации и представления результатов исследований при использования данных дистанционного зондирования Земли
	уметь	умеет формулировать цель и задачи экспериментальной работы, испытывает затруднение при выборе метода экспериментальной работы	умеет ставить цель и задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы при создании гидрометеорологических продуктов на основе	умеет ставить цель и задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы и планировать ожидаемые резуль-

		при создании гидрометеорологических продуктов на основе спутниковой информации	спутниковой информации	таты исследований при создании гидрометеорологических продуктов на основе спутниковой информации
	владеть	владеет навыками представления результатов исследований на основе спутниковой информации	владеет навыками представления и обобщения результатов исследований на основе спутниковой информации	владеет навыками обобщения, систематизации, интерпретации и представления результатов исследований с применением спутниковой информации
ОПК-5 готовность делать выводы и составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований	знать	имеет представление о правилах предоставления информации о полученных результатах научных исследований для практического использования, о истории и рисках при использовании данных дистанционного зондирования Земли	знает правила предоставления информации о полученных результатах научных исследований для практического использования о истории и рисках при использовании данных дистанционного зондирования Земли	знает правила предоставления информации о полученных результатах научных исследований для практического использования и направления ее возможного внедрения о истории и рисках при использовании данных дистанционного зондирования Земли
	уметь	умеет делать выводы, но испытывает затруднения при разработке практических рекомендации по использованию результатов научных исследований при создании гидрометеорологических продуктов на основе спутниковой информации	умеет делать выводы и разрабатывать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований при создании гидрометеорологических продуктов на основе спутниковой информации	умеет аргументировано делать выводы, разрабатывать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований и готов способствовать их внедрению при создании гидрометеорологических продуктов на основе спутниковой информации
	владеть	владеет профессиональной терминологией методов обработки и анализа данных спутниковых наблюдений	владеет профессиональной терминологией и навыками разработки практических рекомендации по использованию результатов научных исследований и методов обработки и анализа данных спутниковых наблюдений	владеет профессиональной терминологией и навыками разработки и внедрения практических рекомендации по использованию результатов научных исследований и методов обработки и анализа данных спутниковых наблюдений
ПК-4 готовность использовать современные достижения науки и передовых технологий в научно-исследовательских, опытно-конструкторских и полевых гидрометеорологических работах	знать	имеет представление о современных достижениях науки и передовых технологиях в научно-исследовательских, опытно-конструкторских и полевых гидрометеорологических работах и истории использования данных дистан-	знает современные достижения науки и передовых технологий в научно-исследовательских, опытно-конструкторских и полевых гидрометеорологических работах и истории использования данных дистанционного зондирования Земли	знает современные достижения науки и передовых технологий в научно-исследовательских, опытно-конструкторских и полевых гидрометеорологических работах и понимает их преимущества и истории использования

		ционного зондирования Земли		данных дистанционного зондирования Земли
	уметь	ориентируется в современных направлениях развития науки и технологии для проведения научно-исследовательских, опытно-конструкторских и полевых гидрометеорологических работ при использовании продуктов на основе спутниковой информации	умеет обосновать выбор современных технологий в научно-исследовательских, опытно-конструкторских и полевых гидрометеорологических работах при использовании продуктов на основе спутниковой информации	способен освоить и использовать современные достижения науки и передовых технологий в научно-исследовательских, опытно-конструкторских и полевых гидрометеорологических работах с использованием продуктов на основе спутниковой информации
	владеть	владеет приемами поиска информации о современных достижениях науки и передовых технологиях в научно-исследовательских, опытно-конструкторских и полевых гидрометеорологических работах необходимых для обработки и анализа данных спутниковых наблюдений	владеет приемами поиска и систематизации информации о современных достижениях науки и передовых технологиях в научно-исследовательских, опытно-конструкторских и полевых гидрометеорологических работах необходимых для обработки и анализа данных спутниковых наблюдений	владеет навыками использования отдельных передовых технологий в научно-исследовательских, опытно-конструкторских и полевых гидрометеорологических работах необходимых для обработки и анализа данных спутниковых наблюдений
ПК-15 способность принимать участие в стратегическом планировании и принятии решений по вопросам окружающей среды, давать экспертные консультации по различным оперативным вопросам, связанным с использованием или ограничением влияния гидрометеорологических факторов	знать	имеет представление о стратегическом планировании, методах разработки и принятия управленческих решений, связанных с использованием или ограничением влияния гидрометеорологических факторов, историю, современное состояние и перспективы исследования при использовании данных дистанционного зондирования Земли	знает методы стратегического планирования, разработки и принятия управленческих решений, связанных с использованием или ограничением влияния гидрометеорологических факторов при использовании данных дистанционного зондирования Земли	знает методы стратегического планирования, разработки и принятия управленческих решений, связанных с использованием или ограничением влияния гидрометеорологических факторов и готов применять их в практической деятельности при использовании данных дистанционного зондирования Земли
	уметь	умеет собрать материалы для проведения экспертных консультаций по различным оперативным вопросам, связанным с использованием или ограничением влияния гидрометеорологических факторов на основе спутниковой информации	умеет собрать и обобщить материалы для проведения экспертных консультаций по различным оперативным вопросам, связанным с использованием или ограничением влияния гидрометеорологических факторов на основе спутниковой информации	готов давать экспертные консультации по различным оперативным вопросам, связанным с использованием или ограничением влияния гидрометеорологических факторов на основе спутниковой информации
	владеть	владеет профессиональной терминологией и методами сбора информации для проведения экспертных консультаций по различным оперативным вопросам, связанным с использованием или ограничением	владеет профессиональной терминологией, методами сбора информации и представлениями о проведении экспертных консультаций по различным оперативным вопросам, связанным с использованием или ограничением	владеет навыками проведения экспертных консультаций по различным оперативным вопросам, связанным с использованием или ограничением влияния гидрометеорологических факторов на

		влияния гидрометеорологических факторов на основе методов обработки и анализа данных спутниковых наблюдений	влияния гидрометеорологических факторов на основе методов обработки и анализа данных спутниковых наблюдений	основе методов обработки и анализа данных спутниковых наблюдений
--	--	--	--	---

4. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 7 зачетные единицы, 252 часа,

Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий
в академических часах)

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	
	1 семестр	2 семестр
Объем дисциплины	108	144
Контактная работа обучающихся с преподавателями (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	36	48
в том числе:		
лекции	18	16
практические занятия	18	32
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	72	96
Вид промежуточной аттестации	зачет	экзамен
Всего:	252	

4.1. Структура дисциплины

Очное обучение

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	Практическая работа	Самост. работа			
1	История и основные принципы спутниковой океанографии.	1	4	8	26	Практическая работа №1	4	ПК–4, ОК-1, ПК-15,
2	Методы дистанционного зондирования океана	1	4	8	26	Практическая работа №2	4	ПК–4, ОК-1, ПК-15, ОПК-4, ОПК-5
3	Инфракрасный (ИК) диапазон и его применение;	1	10	2	20	Устный экспресс-опрос	2	ПК–4, ОК-1, ПК-15, ОПК-4, ОПК-5
4	Микроволновая ра-	2	4	8	24	Практическая	2	ПК–4,

	диометрия;					работа №3 Практическая работа №7		ОК-1, ПК-15, ОПК-4, ОПК-5
5	Радары: шероховатость морской поверхности и скаттерометрия;	2	4	8	24	Практическая работа №4 Практическая работа №7	2	ПК-4, ОК-1, ПК-15, ОПК-4, ОПК-5
6	Радиолокационные средства высокого разрешения;	2	4	8	24	Практическая работа №5 Практическая работа №7	2	ПК-4, ОК-1, ПК-15, ОПК-4, ОПК-5
7	Спутниковая альтиметрия	2	4	8	24	Практическая работа №6 Практическая работа №7	2	ПК-4, ОК-1, ПК-15, ОПК-4 ОПК-5
	ИТОГО		34	50	168		18	

4.1.1 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.

4.2. Содержание разделов дисциплины

4.2.1. История и Методы дистанционного зондирования океана;

Современное состояние средств наблюдений Земли из космоса. Потоки информации в дистанционном зондировании. Использование ЭМ спектра. Свойства океана, измеряемые из космоса. Классы измерителей. Радиометры видимого диапазона волн. Тепловые-ИК и микроволновые радиометры. Активные микроволновые датчики для определения шероховатости морской поверхности. Радары для измерения высоты морской поверхности и ее наклона. Другие формы дистанционного зондирования океана. Наблюдения сквозь атмосферу. Компоненты систем дистанционного зондирования. Платформы дистанционного зондирования для наблюдения Земли. Космические носители. Орбиты спутниковые. Периоды обращения. Наземный сегмент. Станции слежения и приема. Уровни обработки данных. Архивы данных и их распространение.

4.2.2 Методы дистанционного зондирования океана

Оптическая теория определения цвета океана. Определение оптических величин. Измерения

в видимом диапазоне излучения. Длина оптического пути в атмосфере. Свет на морской поверхности. Стратегии атмосферной коррекции для видимого диапазона излучения. Рассеивание и поглощение света под водой. Моделирование подводного светового поля. Отражение от морского дна. Восстановление полезной информации по цветности океана. Оценка водных параметров на основе спектральных соотношений. Спутниковые инструменты определения цвета океана. Требования к датчикам цвета океана. Технические аспекты датчиков цвета океана. История развития датчиков цвета океана. Программы глобального мониторинга цвета океана. Другие датчики видимого диапазона волн, используемые для изучения океана. Обработка данных цвета океана на практике. Калибровка датчиков излучения. Атмосферные поправки. Картирование цветных полей и других параметров. Калибровки параметров и их верификация. Применение данных дистанционного зондирования цвета океана.

4.2.3. Инфракрасный (ИК) диапазон и его применение;

Физические основы ИК радиометрии. Тепловое излучение. Собственное и отраженное излучение морской поверхности. Атмосферное поглощение Датчики ИК. Калибровка ИК датчика. Атмосферные поправки. Выявление облаков. Интерпретация температуры поверхности моря (ТПМ), измеренной ИК радиометрами. Значение приповерхностного распределения температуры. Термоградиентная структура океана. Дневной термоклин. Термический скин-слой поверхности океана. Эффекты поверхностных пленок. Приповерхностная и глубинная температура моря. Практическое применение ИК радиометров. Сканирующий радиометр AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer). Вдоль трековые измерения радиометра (ATSR). Другие полярно орбитальные датчики. Геоостационарные метеорологические спутники. Атмосферный ИК измеритель (AIRS). Глобальные информационные продукты ТПМ. Принципы комбинирования наборов данных. Климатология ТПМ и карты аномалий. Натурные измерения для калибровки и верификации спутниковой ТПМ. Будущие улучшения продуктов ТПМ. Океанографические применения ИК данных о ТПМ. Океанографические явления, отраженные в ТПМ. Получение информации об океане по изображениям ТПМ.

4.2.4. Микроволновая радиометрия;

Основные принципы микроволновой радиометрии. Физические принципы. Микроволновое излучение морской поверхности. Глубина микроволнового проникновения и эмиссии. Эффекты прозрачности атмосферы и другое радиационное излучение. Поляризация. Микроволновые радиометры. Пассивные микроволновые датчики. Микроволновые антенны. Ограничения в работе радиометра. Типы антенн. Поляриметрические радиометры. Извлечение геофизической информации по результатам микроволновой радиометрии. Стратегии развития алгоритма извлечения информации. Геофизическая модель. Алгоритмы расчета параметров океана. Пространственное разрешение различных продуктов данных. Определение солёности по результатам измерений микроволновых радиометров. Параметры ветра по результатам измерений поляриметрических радиометров. Морской лёд. Ливень над морем. Радиометрические системы на практике. Первые микроволновые радиометры в космосе. Сканирующий многочастотный микроволновый радиометр SMMR (Scanning multifrequency microwave radiometer) на Seasat и Nimbus. Специальный блок формирования изображений микроволнового датчика (SSM/I). Программа наблюдений: Миссия тропического ливня (TRMM) / блок формирования микроволнового изображения (TMI). Современные сканирующие микроволновые радиометры AMSR и AMSR-E. Влажность почвы и солёность океана - программа SMOS (Soil Moisture and Ocean Salinity). Радиометр WindSat. Океанографические применения пассивных микроволновых данных. Уникальные возможности применения микроволновых измерений. Примеры пассивных микроволновых продуктов используемых в науке об океане.

4.2.5. Радары: шероховатость морской поверхности и скаттерометрия;

Принципы работы радаров. Компоненты радарной системы. Разрешающая способность ра-

даров. Измерение энергии радиолокационного излучения от моря. Пропускающая способность атмосферы в микроволновом диапазоне. Микроволновое взаимодействие с морской поверхностью. Представление о зеркальном отражении и рассеивании. Определение шероховатости морской поверхности. Углы падения. Модели интерпретации сигналов. Теоретические модели обратного рассеяния радиолокационной энергии. Отражение радиолокационного излучения от гладкой поверхности. Использование интегральных уравнений радиолокационного излучения, для получения модели когерентного (брэгговского) рассеяния. Составные модели поверхности. Параметры океана связанные с обратным радиолокационным рассеянием. Поверхностное напряжение ветра и приповерхностный профиль скорости ветра. Эмпирические соотношения между ветром и обратным рассеянием радиолокационного сигнала. Скаттерометрия. Обобщенные представления о спутниковых измерителях ветра по принципу скаттерометрии. Восстановление векторов ветра по измерениям скаттерометрии. Применение скаттерометров. Seasat-A спутниковый скаттерометр SASS (Satellite Scatterometer). Параметры современного микроволнового инструмента – AMI (Advanced microwave instrument) на ERS. NASA скаттерометр (NSCAT). SeaWinds на QuikScat и Midori. Роль скаттерометров.

4.2.6. Радиолокационные средства высокого разрешения;

Принцип работы радиолокаторов с синтезированной апертурой SAR (Synthetic Aperture Radar). Разрешение по дальности. Радары с реальной апертурой. Синтез апертур. Фокусировка за счет сжатия импульсов в доплеровской РЛС. Особенности синтезируемого σ_0 сигнала при работе SAR. Разделение частоты диапазона и азимута. Элементы системы SAR. Типы генерации изображений. Эффекты движения цели и другие артефакты. Интерферометрия SAR и измерение скорости. Интерферометрические SAR (InSAR). Измерение течений в океане вдоль трека InSAR. Измерение скорости непосредственно по доплеровскому принципу. SAR Инструменты. Seasat, ERS-1 и ERS-2 РЛС синтезированной апертуры. SAR шаттла JERS-1. Российские радары Radarsat. Современный радар синтетической апертуры (ASAR). Инструменты SAR в будущем. Анализ изображений SAR. Представление и усиление SAR изображения. SAR изображения океана. Экспресс-анализ изображения. Осреднение среднеквадратического отклонения. Пиксельная глубина. Фрагменты изображения высокого разрешения. Усиление контраста для улучшения SAR изображения. Калибровка изображения. Представление многоканальных данных в цвете. Информация об океане на σ_0 изображениях. Принципы интерпретации SAR изображений океана. Механизмы SAR отображения характеристик океана. Гидродинамические модуляции. Модели модуляции изображений течениями. Модель обратного анализа данных об океане по изображениям SAR. Информация об атмосфере по изображениям SAR. Отображение атмосферных явлений на SAR изображениях над океаном. Измерение скорости ветра и направления по SAR изображениям океанских волн. Гидродинамическая модуляция. Модуляция (регулировка) наклона. Модуляция “Сложения скоростей”. Измерение океанских спектров по форме SAR спектров изображения волн интервала. Идентификация внутренних волн на изображениях SAR. Особенности распространения внутренних волн. Основной механизм отображения волнения и течений (гидродинамический). Эффект поверхностных пленок на радарных изображениях внутренних волн. Решения для глубинных процессов. Обнаружение мезомасштабных динамических океанских явлений. Батиметрия мелководных районов по изображениям SAR. Обнаружение разливов нефти и естественных пленок по изображениям SAR. Изображения судов на снимках SAR. Интерпретация изображений SAR совместно с другими методами дистанционного зондирования.

4.2.7. Спутниковая альтиметрия.

Принципы спутниковой альтиметрии. История альтиметрии в космосе. Измерение расстояния радарным высотомером. Принцип работы инструмента. Коррекция атмосферной задержки. Коррекция уклона волнения моря. Определение орбиты и другие параметры коррекции. Коррекция приливов. Коррекция на атмосферное давление. Течения по данным альтиметрии.

Динамическая океанская поверхностная топография и геострофический баланс. Вычисление геоида. Изменчивость высоты поверхности. Возможности альтиметрии в исследовании под поверхностью океана. Практическое применение альтиметров. Системные требования для успешного использования альтиметрии. Примеры альтиметров. Погрешности высоты относительно реперного эллипсоида. Современные представления об альтиметрических инструментах с высокой разрешающей способностью. Применение альтиметрии в океанографии. Аномалия положения уровенной поверхности и геострофический поток. Картирование вихрей. Глобальный анализ приливов. Информация о геоиде под океаном. Независимое измерение силы тяжести. Теоретическая структура представления поля силы тяжести Земли. Принципы измерения силы тяжести из космоса. Спутниковые программы измерения силы тяжести из космоса. Измерение давления дна океана. Альтиметр как измеритель шероховатости. Оценка высоты волны по форме импульса альтиметра. Качество алгоритмов определения высоты волнения (SWH). Оценка скорости ветра по амплитуде обратного сигнала.

4.3 Практические занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Система информирования об океанических внештатных ситуациях SIOWS	Практическая работа (Расчетно-графическая работа)	ОК-1, ОПК-5, ПК-4, ПК-15
2	2	Определение характеристик пространственно-временной изменчивости полей температуры заданного региона	Практическая работа (Расчетно-графическая работа)	ОК-1, ПК-4,
3	4	Картирование и анализ спутниковых данных в МК диапазоне доступных на сайте РГГМУ	Практическая работа (Расчетно-графическая работа)	ОК-1, ПК-4,
4	5	Картирование и анализ спутниковых данных о шероховатости морской поверхности.	Практическая работа (Расчетно-графическая работа)	ОК-1, ПК-4,
5	6	Картирование и анализ спутниковых данных в РЛ диапазоне	Практическая работа (Расчетно-графическая работа)	ОК-1, ПК-4,
6	7	Картирование и анализ спутниковых альтиметрических данных	Практическая работа (Расчетно-графическая работа)	ОК-1, ПК-4,
7	4-7	Анализ состояния водного объекта по данным спутникового зондирования	Практическая работа (Расчетно-графическая работа)	ОК-1, ОПК-4, ОПК-5, ПК-4, ПК-15

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов и оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

5.1. Текущий контроль

Формат текущего контроля:

- представление отчетов по практическим работам;
- устный экспресс-опрос по разделу.

а) Перечень практических работ

Практическая работа № 1. Система информирования об океанических внештатных ситуациях SIOWS

Целью выполнения практической работы является получение навыков работы с готовым продуктом ДЗЗ:

- Получение данных NSIDC и СИОВС Арктик портала <http://siows.solab.rshu.ru>;
- Отображение данных для заданного региона;
- Сравнение данных ДЗЗ с литературными источниками;
- Оценка временной изменчивости;
- Анализ полученных результатов и выводы.

Исходными данными для выполнения практической работы являются базы данных кафедры океанологии, SIOWS Arctic на сайте Лаборатории Спутниковых Исследований РГГМУ и открытые источники данных.

Отчетный материал:

Результаты выполнения практической работы оформляются в виде Отчета о работе, который должен включать:

- Описание исходных данных;
- Краткое изложение теоретических основ ДЗЗ;
- Полученные результаты в табличном и графическом представлении;
- Анализ полученных результатов с использованием терминологии и географической привязкой.

Практическая работа № 2. Определение характеристик пространственно-временной изменчивости полей температуры заданного региона

Целью выполнения практической работы является получение навыков работы с изображениями в инфракрасном диапазоне:

- Получение данных из источников интернет в открытом доступе;
- Отображение данных для заданного региона;
- Сравнение данных ДЗЗ с литературными источниками;
- Оценка временной изменчивости;
- Анализ полученных результатов и выводы.

Исходными данными для выполнения практической работы являются базы данных кафедры океанологии РГГМУ и открытые источники данных.

Отчетный материал:

Результаты выполнения практической работы оформляются в виде Отчета о работе, который должен включать:

- Описание исходных данных;
- Краткое изложение теоретических основ ДЗЗ в ИК диапазоне;
- Полученные результаты в табличном и графическом представлении;
- Анализ полученных результатов с использованием терминологии и географической привязкой.

Практическая работа № 3. Картирование и анализ спутниковых данных в МК диапазоне доступных на сайте РГГМУ

Целью выполнения практической работы является получение навыков работы с данными микроволнового диапазона ДЗЗ:

- Получение данных из источников интернет в открытом доступе;
- Отображение данных для заданного региона;
- Сравнение данных ДЗЗ с литературными источниками;
- Оценка временной изменчивости;
- Анализ полученных результатов и выводы.

Исходными данными для выполнения практической работы являются открытые источники данных.

Отчетный материал:

Результаты выполнения практической работы оформляются в виде Отчета о работе, который должен включать:

- Описание исходных данных;
- Краткое изложение теоретических основ ДЗЗ в микроволновом диапазоне;
- Полученные результаты в табличном и графическом представлении;
- Анализ полученных результатов с использованием терминологии и географической привязкой.

Практическая работа № 4. Картирование и анализ спутниковых данных о шероховатости морской поверхности.

Целью выполнения практической работы является получение навыков работы с данными радаров при ДЗЗ:

- Получение данных из источников интернет в открытом доступе;
- Отображение данных для заданного региона;
- Сравнение данных ДЗЗ с литературными источниками;
- Оценка временной изменчивости;
- Анализ полученных результатов и выводы.

Исходными данными для выполнения практической работы являются базы данных кафедры океанологии РГГМУ и открытые источники данных.

Отчетный материал:

Результаты выполнения практической работы оформляются в виде Отчета о работе, который должен включать:

- Описание исходных данных;
- Краткое изложение теоретических основ ДЗЗ;
- Полученные результаты в табличном и графическом представлении;
- Анализ полученных результатов с использованием терминологии и географической привязкой.

Практическая работа № 5. Картирование и анализ спутниковых данных в РЛ диапазоне

Целью выполнения практической работы 6 является получение навыков работы с радиолокационными изображениями:

- Получение данных из источников интернет в открытом доступе;
- Отображение данных для заданного региона;

- Сравнение данных ДЗЗ с литературными источниками;
- Оценка временной изменчивости;
- Анализ полученных результатов и выводы.

Исходными данными для выполнения практической работы являются базы данных кафедры океанологии РГГМУ и открытые источники данных.

Отчетный материал:

Результаты выполнения практической работы оформляются в виде Отчета о работе, который должен включать:

- Описание исходных данных;
- Краткое изложение теоретических основ ДЗЗ;
- Полученные результаты в табличном и графическом представлении;
- Анализ полученных результатов с использованием терминологии и географической привязкой.

Практическая работа № 6. Картирование и анализ спутниковых альтиметрических данных

Целью выполнения практической работы является получение навыков работы с альтиметрическими данными ДЗЗ:

- Получение данных из источников интернет в открытом доступе;
- Отображение данных для заданного региона;
- Сравнение данных ДЗЗ с литературными источниками;
- Оценка временной изменчивости;
- Анализ полученных результатов и выводы.

Исходными данными для выполнения практической работы являются база данных SATIN на сайте Лаборатории Спутниковых Исследований и открытые источники данных.

Отчетный материал:

Результаты выполнения практической работы оформляются в виде Отчета о работе, который должен включать:

- Описание исходных данных;
- Краткое изложение теоретических основ ДЗЗ;
- Полученные результаты в табличном и графическом представлении;
- Анализ полученных результатов с использованием терминологии и географической привязкой.

Практическая работа № 7. Анализ состояния водного объекта по данным спутникового зондирования

Целью выполнения практической работы 7 является получение навыков работы с многозональными данными ДЗЗ:

- Получение данных из источников интернет в открытом доступе;
- Отображение данных для заданного региона;
- Сравнение данных ДЗЗ с литературными источниками;
- Оценка временной изменчивости;
- Анализ полученных результатов и выводы.

Исходными данными для выполнения практической работы являются база данных SATIN на сайте Лаборатории Спутниковых Исследований и открытые источники данных.

Отчетный материал:

Результаты выполнения практической работы оформляются в виде Отчета о работе, который должен включать:

- Описание исходных данных;
- Краткое изложение теоретических основ ДЗЗ;
- Полученные результаты в табличном и графическом представлении;
- Анализ полученных результатов с использованием терминологии и географической привязкой.

Шкала оценивания двухбалльная – «зачтено/не зачтено»**Критерии выставления оценки:**

- **оценка «зачтено»:** Цель практической работы достигнута, излагаемый материал носит систематизированный характер, в работе содержатся оригинальные результаты и выводы, анализ результатов практической работы хорошо аргументирован, отчет о практической работе хорошо оформлен;
- **оценка «не зачтено»:** Цель практической работы не достигнута, отчет по работе содержит отрывочные сведения, изложение материала носит несистематизированный характер, фрагментарные знания не позволяют сформировать общую картину знаний, результаты выполнения практической работы небрежно оформлены.

б) Перечень вопросов для устного экспресс-опроса по разделу «Инфракрасный (ИК) диапазон и его применение»

1. Физические основы ИК радиометрии.
2. Калибровка ИК датчика. Атмосферные поправки.
3. Выявление облаков. Интерпретация температуры поверхности моря (ТПМ), измеренной ИК радиометрами.
4. Дневной термоклин и его отображение при ИК-съемке.
5. Термический скин-слой поверхности океана и его отображение при ИК-съемке.
6. Практическое применение ИК радиометров.

Шкала оценивания двухбалльная – «зачтено/не зачтено»**Критерии выставления оценки:**

- **оценка «зачтено»:** обучающийся сформулировал краткий верный ответ;
- **оценка «не зачтено»:** обучающийся не дал ответ на вопрос или дал неверный ответ .

5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

В рамках самостоятельной работы студенты осуществляют подготовку отчетов по практическим работам и подготовку к экспресс-опросу

Вид учебных занятий	Организация самостоятельной работы студента
Практические работы	Получить индивидуальное задание у преподавателя. Выполнить задание на занятии. Самостоятельно проверить полученные результаты. Повторить выполнение задания при обнаружении ошибок. Подготовить графические материалы. Составить отчет по результатам практической работы, используя теоретический материал лекций

	и рекомендованных источников.
Подготовка к экспресс-опросу	Проработать материал, изученный на лекциях по конспекту и (или) рекомендованным источникам. При пропуске занятий восстановить конспект лекций на основе рекомендованных источников.

5.3. Промежуточная аттестация: зачет в 1 семестре и экзамен во 2 семестре

К промежуточной аттестации допускаются обучающиеся, успешно прошедшие все виды текущего контроля. Время подготовки к ответу на один вопрос в ходе зачета составляет 30 минут, в ходе экзамена на один билет – 60 минут.

2.1 Перечень вопросов к зачету

1. Использование ЭМ спектра. Свойства океана, измеряемые из космоса
2. Радиометры видимого диапазона волн
3. Тепловые-ИК и микроволновые радиометры.
4. Активные микроволновые датчики для определения шероховатости морской поверхности.
5. Радары для измерения высоты морской поверхности и ее наклона.
6. Компоненты систем дистанционного зондирования. Наземный сегмент. Станции слежения и приема
7. Платформы дистанционного зондирования для наблюдения Земли.
8. Космические носители.
9. Орбиты спутниковые. Периоды обращения.
10. Уровни обработки данных. Архивы данных и их распространение
11. Оптическая теория определения цвета океана
12. Определение оптических величин.
13. Измерения в видимом диапазоне излучения
14. Стратегии атмосферной коррекции для видимого диапазона излучения.
15. Рассеивание и поглощение света под водой.
16. Моделирование подводного светового поля. Отражение от морского дна.
17. Восстановление полезной информации по цветности океана. Оценка водных параметров на основе спектральных соотношений
18. Спутниковые инструменты определения цвета океана. Требования к датчикам цвета океана
19. Другие датчики видимого диапазона волн, используемые для изучения океана.
20. Калибровка датчиков излучения. Атмосферные поправки.

Шкала оценивания – двухбалльная

- **оценка «зачтено»:** вопрос раскрыт полностью самостоятельно либо с помощью дополнительных вопросов преподавателя,

- **оценка «не зачтено»:** ответ на вопрос отсутствует либо содержит грубые ошибки.

2.2 Перечень вопросов к экзамену

1. Компоненты систем дистанционного зондирования. Платформы дистанционного зондирования для наблюдения Земли.
2. Оптическая теория определения цвета океана. Определение оптических величин Тепловые ИК и микроволновые радиометры.
3. Физические основы ИК радиометрии. Тепловое излучение. Собственное и отраженное

излучение морской поверхности.

4. Основные принципы микроволновой радиометрии. Физические принципы. Микроволновое излучение морской поверхности.

5. Принципы работы радаров. Компоненты радарной системы. Разрешающая способность радаров.

6. Принцип работы радиолокаторов с синтезированной апертурой SAR (Synthetic Aperture Radar). Разрешение по дальности.

7. Принципы спутниковой альтиметрии. История альтиметрии в космосе. Измерение расстояния радарным высотомером..

8. Орбиты спутниковые. Периоды обращения.

9. Калибровка датчиков излучения. Атмосферные поправки

10. Глубина микроволнового проникновения и эмиссии. Эффекты прозрачности атмосферы и другое радиационное излучение.

11. Применение альтиметрии в океанографии.

12. Синтез апертур. Фокусировка за счет сжатия импульсов в доплеровской РЛС. Особенности синтезируемого $\sigma 0$ сигнала при работе SAR. Разделение частоты диапазона и азимута.

13. Отображение атмосферных явлений на SAR изображениях над океаном. Измерение скорости ветра и направления по SAR изображениям океанских волн. Гидродинамическая модуляция. Модуляция (регулировка) наклона. Модуляция “Сложения скоростей”. Измерение океанских спектров по форме SAR спектров изображения волн интервала.

14. Микроволновое взаимодействие с морской поверхностью. Отражение радиолокационного излучения от гладкой поверхности. Использование интегральных уравнений радиолокационного излучения, для получения модели когерентного (брэгговского) рассеяния. Составные модели поверхности.

15. Океанографические применения пассивных микроволновых данных. Уникальные возможности применения микроволновых измерений. Примеры пассивных микроволновых продуктов используемых в науке об океане

16. Восстановление полезной информации по цветности океана. Оценка водных параметров на основе спектральных соотношений

17. Аномалия положения уровенной поверхности и геострофический поток. Картирование вихрей. Глобальный анализ приливов. Информация о геоиде под океаном. Независимое измерение силы тяжести.

18. Термоградиентная структура океана. Дневной термоклин. Термический скин-слой поверхности океана. Эффекты поверхностных пленок. Приповерхностная и глубинная температура моря. Практическое применение ИК радиометров.

19. Определение орбиты и другие параметры коррекции. Коррекция приливов. Коррекция на атмосферное давление. Течения по данным альтиметрии. Динамическая океанская поверхностная топография и геострофический баланс.

Шкала оценивания: четырехбалльная

Критерии оценивания

Критерии оценки ответа	Оценка
Тема не раскрыта, ответ на один из вопросов отсутствует	неудовлетворительно
Тема раскрыта не полностью, ответы на наводящие вопросы позволяют раскрыть тему полностью	удовлетворительно
Тема экзаменационных вопросов раскрыта	хорошо

полностью, ответы на дополнительные вопросы не полные, имеет место нечеткость формулировок.	
Тема раскрыта полностью, ответы на дополнительные вопросы отражают понимание роли и места спутниковых методов в оперативной океанографии	отлично

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Пустовойтенко В.В. Оперативная океанография: спутниковая альтиметрия – современное состояние, перспективы и проблемы / В.В. Пустовойтенко, А.С. Запечалов // Современные проблемы океанологии: серия. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2012. – Вып. № 11. – 208 с.
2. Спутниковые методы в океанографии [Текст] : учебное пособие / Е. С. Кочеткова [и др.]. ; РГГМУ. - Санкт-Петербург : РГГМУ, 2014. - 91 [1] с. : цв.ил. - (Tempus).
3. Пустовойтенко, В. В. Космические радиолокационные системы мониторинга морских акваторий. Альтиметры (высотометры) [Текст] / В. В. Пустовойтенко, А. С. Запечалов, К.В. Показеев // Физические проблемы экологии (Экологическая физика). - 2012. - №18 . - С. 287-306.
4. Пустовойтенко В.В. Оперативная океанография: спутниковая альтиметрия – современное состояние, перспективы и проблемы / В.В. Пустовойтенко, А.С. Запечалов // Современные проблемы океанологии: серия. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2012. – Вып. № 11. – 208 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23630028>

б) дополнительная литература:

1. Лаврова О.Ю., Костяной А.Г., Лебедев С.А. и др. Комплексный спутниковый мониторинг морей России. М.: ИКИ РАН, 2011. 480 с..
2. Доронин Ю.П. Динамика океана / Ю.П. Доронин. – Ленинград, Гидрометеиздат, 1980, – 304 с.3.
3. Лебедев, С. А. Спутниковая альтиметрия Каспийского моря [Текст] : монография / С. А. Лебедев, А. Г. Костяной ; Ин-т океанологии им. П.П.Ширшова. - М. : Изд-кий центр "Море", 2005. - 366 с. - 150.00 р.
4. Coastal Altimetry Vignudelli, S.; Kostianoy, A.G.; Cipollini, P.; Benveniste, J. (Eds.) 2011, XII, 566p.
5. Проект «Моря СССР». Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том III Балтийское море. Выпуск I. Гидрометеорологические условия. / Под редакцией Ф.С. Терзиева, В.А. Рожкова, А.И. Смирновой. – СПб., Гидрометеиздат, 1992
6. Гарбук С.В., Гершензон В.Е. Космические системы дистанционного зондирования Земли. – М.: Издательство А и Б, 1997. – 296 с.
7. Robinson I. S. 2004. Measuring the Oceans from Space, The principles and methods of satellite oceanography, Springer, p. 655.

в) программное обеспечение

1. операционная система Windows 7
2. пакет прикладных программ Microsoft Office,
3. Panoply: <https://www.giss.nasa.gov/tools/panoply/> - свободно распространяемый программный продукт
4. BILKO: <http://www.learn-eo.org/software.php> - свободно распространяемый программный продукт

г) Интернет-ресурсы:

- сайте Лаборатории Спутниковых Исследований: www.solab.rshu.ru.
- СОЛаб СИОВС Арктический портал - система для мониторинга океана в арктическом регионе. <http://siows.solab.rshu.ru/>
- информационный портал для поиска, получения, отображения, распространения и хранения данных дистанционного зондирования. <http://satin.rshu.ru/>

д) профессиональные базы данных не предусмотрены

е) информационные справочные системы не предусмотрены

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекции (разделы №1-7)	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на практическом занятии.
Практические занятия (разделы №1-7)	Выполнение практических работ. Освоение предлагаемого программного обеспечения, следуя инструкциям, для выполнения практических работ. Защита результатов практических работ. Дополнительные вопросы. Дискуссия. Устный экспресс-опрос по разделу 3
Самостоятельная работа	<u>Подготовка отчетов по практическим работам.</u> Получить индивидуальное задание у преподавателя. Выполнить задание на занятии. Самостоятельно проверить полученные результаты. Повторить выполнение задания при обнаружении ошибок. Подготовить графические материалы. Составить отчет по результатам практической работы, используя теоретический материал лекций и рекомендованных источников. <u>Подготовка к устному экспресс-опросу.</u> Проработать материал, изученный на лекциях по конспекту и (или) рекомендованным источникам. При пропуске занятий восстановить конспект лекций на основе рекомендованных источников.
Подготовка к зачету и экзамену	Проработать материал, изученный на лекциях по конспекту и (или) рекомендованным источникам. При пропуске занятий восстановить конспект лекций на основе рекомендованных источников.

8. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Тема (раздел) дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
--------------------------	---	--

История и основные принципы спутниковой океанографии.	– классические лекции – лекции-визуализации по отдельным темам (чтение лекций проводится с использованием слайд-презентаций) – практические занятия - расчетные работы – самостоятельная работа обучающегося	операционная система Windows 7 пакет прикладных программ Microsoft Office, Panoply: https://www.giss.nasa.gov/tools/panoply/ - свободно распространяемый программный продукт BILKO: http://www.learn-eo.org/software.php - свободно распространяемый программный продукт
Методы дистанционного зондирования океана	– классические лекции – лекции-визуализации по отдельным темам (чтение лекций проводится с использованием слайд-презентаций) – практические занятия - расчетные работы – самостоятельная работа обучающегося	операционная система Windows 7 пакет прикладных программ Microsoft Office, Panoply: https://www.giss.nasa.gov/tools/panoply/ - свободно распространяемый программный продукт BILKO: http://www.learn-eo.org/software.php - свободно распространяемый программный продукт
Инфракрасный (ИК) диапазон и его применение;	– классические лекции – лекции-визуализации по отдельным темам (чтение лекций проводится с использованием слайд-презентаций) – устный экспресс-опрос – самостоятельная работа обучающегося	операционная система Windows 7 пакет прикладных программ Microsoft Office,
Микроволновая радиометрия;	– классические лекции – лекции-визуализации по отдельным темам (чтение лекций проводится с использованием слайд-презентаций) – практические занятия - расчетные работы – самостоятельная работа обучающегося	операционная система Windows 7 пакет прикладных программ Microsoft Office, Panoply: https://www.giss.nasa.gov/tools/panoply/ - свободно распространяемый программный продукт BILKO: http://www.learn-eo.org/software.php - свободно распространяемый программный продукт
Радары: шероховатость морской поверхности и скаттерометрия;	– классические лекции – лекции-визуализации по отдельным темам (чтение лекций проводится с использованием слайд-презентаций) – практические занятия - расчетные работы – самостоятельная работа обучающегося	операционная система Windows 7 пакет прикладных программ Microsoft Office, Panoply: https://www.giss.nasa.gov/tools/panoply/ - свободно распространяемый программный продукт BILKO: http://www.learn-eo.org/software.php - свободно распространяемый программный продукт
Радиолокационные средства высокого разрешения;	– классические лекции – лекции-визуализации по отдельным темам (чтение лекций проводится с использованием слайд-презентаций) – практические занятия - расчетные работы – самостоятельная работа обучающегося	операционная система Windows 7 пакет прикладных программ Microsoft Office, Panoply: https://www.giss.nasa.gov/tools/panoply/ - свободно распространяемый программный продукт BILKO: http://www.learn-eo.org/software.php - свободно распространяемый программный продукт
Спутниковая альтиметрия	– классические лекции – лекции-визуализации по отдельным темам (чтение лекций проводится с использованием слайд-презентаций) – практические занятия - расчетные работы – самостоятельная работа обучающегося	операционная система Windows 7 пакет прикладных программ Microsoft Office, Panoply: https://www.giss.nasa.gov/tools/panoply/ - свободно распространяемый программный продукт BILKO: http://www.learn-eo.org/software.php - свободно распространяемый программный продукт

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 аудитории для проведения занятий лекционного типа укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Учебная аудитории для проведения занятий семинарского типа укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации, компьютерами с возможностью подключения к сети "Интернет".

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

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 оборудования (ноутбук, проектор и переносной экран).