

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра океанологии

Рабочая программа по дисциплине

**ОБРАБОТКА СПУТНИКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ**

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования программы бакалавриата по направлению подготовки

**05.03.05 «Прикладная гидрометеорология»**

Направленность (профиль):  
**Прикладная океанология**

Квалификация:  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная/заочная**

Согласовано  
Руководитель ОПОП  
«Прикладная океанология»

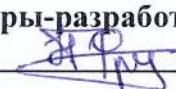
 Царев В.А.

Утверждаю  
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением  
Учебно-методического совета  
11 06 2019 г., протокол № 7

Рассмотрена и утверждена  
на заседании кафедры  
6 06 2019 г., протокол № 7

Зав. кафедрой  Лукьянов С.В.

Авторы-разработчики:  
 Фролова Н.С.

## 1. Цели освоения дисциплины

**Целью** дисциплины «Обработка спутниковой информации» является обучение студентов навыкам современных методов и средств научных исследований, одним из важнейших направлений является ознакомление и совершенствование знаний программного обеспечения персональных компьютеров, так как именно оно позволяет быстро решать поставленные задачи, обрабатывать данные и организовывать полученную информацию.

Данная дисциплина содержит информацию о современном состоянии дистанционных методов исследования поверхности океана и его морей из Космоса. Приводятся краткие сведения об архивах космических снимков, параметрах орбит спутников дистанционного зондирования Земли, основах компьютерной обработки космических снимков, предварительной обработке космических снимков (радиометрическая коррекция, геометрические преобразования, фильтрация, создание мозаик изображений и др.). В рамках курса рассматриваются возможности компьютерных программных комплексов для предварительной и тематической обработки.

При изучении курса особое внимание уделяется вопросам конкретного приложения результатов в гидрометеорологии.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВПО

Дисциплина «Обработка спутниковой информации» для направления подготовки 05.03.05 «Прикладная океанология» относится к вариативной части дисциплин профессионального цикла.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Математика», «Физика», «Информатика», «Общая океанология», «Методы и средства гидрометеорологических измерений».

Параллельно с дисциплиной «Обработка спутниковой информации» изучаются дисциплины «Неконтактные методы в океанологии», «Информационно-измерительные системы в гидрометеорологии», «Физика океана», «Региональная океанология».

Навыки, полученные в ходе изучения дисциплины, используются в ходе учебных и научно-производственных практик, а также в процессе подготовки выпускной квалификационной работы.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.

В результате изучения дисциплины «Обработка спутниковой информации» формируются следующие компетенции:

ОПК-3 - способность анализировать и интерпретировать данные натурных и лабораторных наблюдений, теоретических расчетов и моделирования

ОПК-5 - готовность к освоению новой техники, новых методов и новых технологий

ПК-1 - способностью понимать разномасштабные явления и процессы в атмосфере, океане и водах суши и способность выделять в них антропогенную составляющую

ПК-2 - способность анализировать явления и процессы, происходящие в природной среде, на основе экспериментальных данных и массивов гидрометеорологической информации, выявлять в них закономерности и отклонения

ППК-1 - готовностью применять профессиональные знания для решения поставленных задач.

Общая трудоемкость дисциплины «Обработка спутниковой информации» 4 з.е. (144 часа), из них аудиторных занятий 56 часов.

Вид итогового контроля – экзамен (7 семестр).

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Обработка спутниковой информации» обучающийся должен:

**знать** принципы использования и обновления программного обеспечения для научной работы (ОПК-3, ОПК-5); **должен иметь представление** о практических методах применения

пакетов прикладных компьютерных программ для решения задач гидрометеорологии (ППК-1), **уметь** правильно выбрать необходимое программное обеспечение и использовать его при решении конкретной океанологической задачи (ПК-1, ПК-2).

Основные признаки проявленности формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Обработка спутниковой информации» сведены в таблице.

## Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Этап (уровень) освоения компетенции	Основные признаки проявления компетенции (дескрипторное описание уровня)				
	1.	2.	3.	4.	5.
минимальный	не владеет	слабо ориентируется в терминологии и содержании	Способен выделить основные идеи текста, работает с критической литературой	Владеет основными навыками работы с источниками и критической литературой	Способен дать собственную критическую оценку изучаемого материала
	не умеет	не выделяет основные идеи	Способен показать основную идею в развитии	Способен представить ключевую проблему в ее связи с другими процессами	Может соотнести основные идеи с современными проблемами
	не знает	допускает грубые ошибки	Знает основные рабочие категории, однако не ориентируется в их специфике	Понимает специфику основных рабочих категорий	Способен выделить характерный авторский подход
базовый	не владеет	плохо ориентируется в терминологии и содержании	Владеет приемами поиска и систематизации, но не способен свободно изложить материал	Свободно излагает материал, однако не демонстрирует навыков сравнения основных идей и концепций	Способен сравнивать концепции, аргументированно излагает материал
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит проблем	Выделяет конкретную проблему, однако излишне упрощает ее	Способен выделить и сравнить концепции, но испытывает сложности с их практической привязкой	Аргументированно проводит сравнение концепций по заданной проблематике
	не знает	допускает много ошибок	Может изложить основные рабочие категории	Знает основные отличия концепций в заданной проблемной области	Способен выделить специфику концепций в заданной проблемной области
продвинутый	не владеет	ориентируется в терминологии и содержании	В общих чертах понимает основную идею, однако плохо связывает ее с существующей проблематикой	Видит источники современных проблем в заданной области анализа, владеет подходами к их решению	Способен грамотно обосновать собственную позицию относительно решения современных проблем в заданной области
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит их в развитии	Может понять практическое назначение основной идеи, но затрудняется выявить ее основания	Выявляет основания заданной области анализа, понимает ее практическую ценность, однако испытывает затруднения в описании сложных объектов анализа	Свободно ориентируется в заданной области анализа. Понимает ее основания и умеет выделить практическое значение заданной области
	не знает	допускает ошибки при выделении рабочей области анализа	Способен изложить основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа	Знает основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа, способен их сопоставить	Может дать критический анализ современным проблемам в заданной области анализа

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Контактная<sup>1</sup> работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего<sup>2</sup>:</b>	<b>56</b>	<b>16</b>
в том числе:		
лекции	<b>14</b>	<b>4</b>
лабораторные занятия	<b>42</b>	
практические занятия		<b>12</b>
<b>Самостоятельная работа (СРС) – всего:</b>	<b>88</b>	<b>128</b>
в том числе:		
курсовая работа		
контрольная работа		<b>5</b>
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>

#### 4.1. Структура дисциплины

##### Очное обучение 2019 Год набора

№ 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	Семинар Лаборат.	Самост. работа			
<b>1</b>	Обработка результатов дистанционного зондирования в видимом и тепловом инфракрасном диапазонах	<b>7</b>	<b>24</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	Промежуточная аттестация	Контрольные задания	ПК-1, ПК-2
<b>2</b>	Лазерное профилирование и радиолокационная альтиметрия	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	Промежуточная аттестация	Сообщения по теме, контрольные задания	ПК-1
<b>3</b>	Пассивные и активные микроволновые системы и их	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	Вопросы по теме	Сообщения по теме,	ОПК-3 ПК-2

<sup>1</sup> Виды учебных занятий, в т.ч. формы контактной работы см. в пп. 53, 54 Приказа 1367 Минобрауки РФ от 19.12.2013 г.

<sup>2</sup> Количество часов определяется только занятиями рабочего учебного плана.

	результаты						контрольные задания	
4	Уровни обработки данных. Структура представления информации	7	2	8	14	Промежуточная аттестация	Сообщения по теме, контрольные задания	ОПК-3 ПК-2
5	Основные этапы обработки данных дистанционного зондирования. Основные процедуры преобразования и анализа	7	2	6	16	Промежуточная аттестация	Сообщения по теме, контрольные задания	ОПК-5 ПК-2
6	Приложения результатов обработки в прикладных целях	7	2	4	16	Итоговая аттестация. Экзамен	Сообщения по теме, контрольные задания	ППК-1
	<b>ИТОГО</b>		<b>14</b>	<b>42</b>	<b>88</b>		<b>4</b>	

### Заочная форма обучения 2019 Год набора

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Курс	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.					Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	Семинар Лаборат. Практич.	Самост. работа					
1	Обработка результатов дистанционного зондирования в видимом и тепловом инфракрасном диапазонах	5	2	2	18	Промежуточная аттестация	Контрольные задания	ПК-1, ПК-2		
2	Лазерное профилирование и радиолокационная альтиметрия в океанологии	5	0	2	30	Промежуточная аттестация	Сообщения по теме, контрольные задания	ПК-1		
3	Пассивные и активные микроволновые системы и их результаты	5	2	2	18	Вопросы по теме	Сообщения по теме, контрольные задания	ОПК-3 ПК-2		
4	Уровни обработки	5	0	2	30	Промежуточ	Сообщения	ОПК-3 ПК-2		

	данных. Структура представления информации					ная аттестация	по теме, контрольные задания	
5	Основные этапы обработки данных дистанционного зондирования. Основные процедуры преобразования и анализа	5	0	2	18	Промежуточная аттестация	Сообщения по теме, контрольные задания	ОПК-5 ПК-2
6	Приложения результатов обработки в гидрометеорологии	5	0	2	14	Итоговая аттестация. Экзамен	Сообщения по теме, контрольные задания	ППК-1
	<b>ИТОГО</b>		<b>4</b>	<b>12</b>	<b>128</b>			

#### 4.2 Содержание разделов дисциплины

##### ***Приборы космического дистанционного зондирования и их носители***

Технические характеристики инструментов космического дистанционного зондирования и их носителей. Описание орбиты. Несферичность Земли. Специальные орбиты. Геостационарные орбиты. Низкие околоземные орбиты. Строго повторяющиеся орбиты. Орбиты, применяемые в альтиметрии. Точка зависания и орбитальные маневры. Уменьшение высоты орбиты и срок существования спутника.

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

##### ***Особенности распространения электромагнитных волн различных диапазонов***

Распространение электромагнитных волн. Тепловое излучение. Характеристика солнечного излучения. Дифракция. Комплексные диэлектрические постоянные: абсорбция . Диэлектрические постоянные и коэффициенты преломления.

Дисперсия. Основные понятия о рассеянии плоской и шероховатой поверхностью. Модели микроволнового обратного рассеяния. Объемное рассеяние.

Уравнение переноса излучения. Поглощение и рассеяние макроскопическими частицами.

Простые модели объемного рассеяния. Отражение и излучение реальных материалов. Видимая и ближняя инфракрасная области. Излучательная способность в тепловой инфракрасной области. Излучательная способность в микроволновой области. Коэффициенты обратного рассеяния в микроволновой области. Механизмы молекулярного поглощения и рассеяние в атмосфере.

##### ***Обработка результатов дистанционного зондирования в видимом и тепловом инфракрасном диапазонах***

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 *Novmoller*. Примеры локальных алгоритмов расчета концентраций хлорофилла «А» для морей.

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.

### ***Лазерное профилирование и радиолокационная альтиметрия в океанологии***

Лазерное профилирование. Поправки на влияние атмосферы.

Радиолокационная альтиметрия. Эффект кривизны Земли. Поправки на когерентность. Поправка на неровность подстилающей поверхности. Геофизические поправки (поправка обратного барометра, приливные поправки).

Топография морской поверхности. Неровности морской поверхности. Топография земной поверхности, ледников и крупных айсбергов. Применение радиолокационной альтиметрии в океанографии. Пример базы данных спутниковой альтиметрии.

### ***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 в океанографии.

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. Спекл. Искажения изображений, получаемых системами РСА. Ограничения, обусловленные неопределенностью дальности. Интерферометры. 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 в океанографии.

Примеры программных комплексов Инсталляция программного обеспечения. Назначение, возможности и особенности программы. Графический интерфейс пользователя. Пользовательские настройки. Форматы хранения данных. Особенности общих графических и ГИС форматов. Растровые и векторные форматы данных.

Просмотр метаданных. Построение гистограмм, диаграмм рассеяния, сечений. Создание и изменение палитры, контрастирование, трансформация изображения, синтезирование, применение фильтров. Применение формул к данным, расчет



количественных характеристик (вегетационный индекс). Примеры классификации с обучением и без обучения

### ***Уровни обработки данных. Структура представления информации***

радиометра MODIS спутников Aqua и Terra, приборов спутников Sentinel.

Основные сведения о стандартных и базовых продуктах MODIS.

Продукты уровней Level0 (файлы PDS) и Level1A (продукт MOD01) - данные формата Level0 в иерархическом формате HDF, уровня Level1B - результат калибровки данных MODIS в формате HDF.

Разделение данных разного пространственного разрешения при преобразовании из уровня 1A в уровень 1B.

Примеры тематических продуктов по данным спектрометрического MODIS. Мониторинг снежного и ледового покровов (MOD10, 29), спектральная и отражательная способность снега и льда, их температура. Температура поверхности водных объектов (MOD28) и суши (MOD11) с разрешением 1 км. Цвет морской воды (MOD19), спектральная энергетическая яркость поверхности океана. концентрация хлорофилла (MOD21).

### ***Основные этапы обработки данных дистанционного зондирования***

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. Выбор метода передискретизации изображений

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.

### ***Основные процедуры преобразования и анализа изображений***

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. Матрицы погрешностей и 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

### **Приложения результатов в прикладных целях**

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.

### **4.3 Семинарские, практические, лабораторные занятия, их содержание**

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лабораторных работ	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1,2	Обработка космической информации по данным различных регистраторов	Лаб.	ПК-1, ПК-2
2	3	Примеры анализа гидрологических полей по спутниковым данным с помощью программного комплекса ЮНЕСКО БИЛКО и других компьютерных программ.	Лаб.	ОПК-3 ПК-2
3	3	Внутренние волны по данным РСА	Лаб.	ОПК-3 ПК-2
4	4	Цвет морской воды. Получение данных по сети Интернет. Система <i>Giovanni</i>	Лаб.	ОПК-3 ПК-2
5	4	Практическое применение данных спутников серии Landsat	Лаб.	ОПК-3 ПК-2
6	5	Обработка данных радиометра MODIS спутников Aqua и Terra, спутника Sentinel-2, представленных в различных форматах	Лаб.	ОПК-5 ПК-2
7	5	Исследование вихревых образований в океане по многозональным данным	Лаб.	ОПК-5 ПК-2
8	6	Примеры спутниковых данных о температуре поверхности воды	Лаб.	ППК-1
9	6	Классификация прибрежной зоны и исследование ее динамики	Лаб.	ППК-1

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

Самостоятельная работа заключается в обеспечении активной познавательной деятельности студентов, которая заключается в изучении предложенной литературы по теме, а также конспекта лекций, кроме того, самостоятельная работа включает в себя анализ и обобщение проблемных вопросов в рамках дисциплины. В качестве контроля успеваемости используется тестирование по основным темам дисциплины.

### **5.1 Текущий контроль**

*(Указывается вид и формы текущего контроля по дисциплине)*

Сообщение по теме семинаров, выполнение контрольных заданий, отчеты по результатам выполнения лабораторных работ

#### **а) Образцы контрольных заданий текущего контроля**

1. Примеры использования программного комплекса ЮНЕСКО-БИЛКО для географической привязки спутниковых снимков.
2. Метаданные в пакетах прикладных программ.
3. Форматы данных спутников Sentinel-2, Aqua, Terra, серии спутников Landsat.
4. Получение снимков спутника Sentinel-1 с использованием сервисов Интернет.
5. Примеры операций изменения палитры, контрастирования, трансформации изображений, синтезирования, применения фильтров в программах обработки спутниковой информации.
6. Примеры получения и визуализации данных спутников Sentinel-2,3.

#### **б) Примерная тематика докладов**

1. Этапы компьютерной обработки данных дистанционного зондирования поверхности океана.
2. Примеры преобразования снимков спутника Sentinel-1 для практических целей.
3. Особенности и виды операций контрастирования, кластеризации, классификации, метода главных компонент в программах обработки спутниковой информации.
4. Особенности анализа вихревых образований по данным спутников Aqua, Terra, Landsat-8.
5. Примеры применения данных спутников Sentinel-2,3 для прибрежной зоны.
6. Данные пассивной микроволновой радиометрии для высоких широт.
7. Практические примеры применения данных радаров с синтезированной апертурой.

#### **в) Образцы расчетных заданий текущего контроля**

**Лабораторная работа №1** – Обработка космической информации по данным различных регистраторов.

**Результаты работы:** Примеры обработки данных на поверхности воды и суши. Определений различий характеристик яркости по данным различных регистраторов для различных поверхностей.

**Работа оценивается** – зачтено/ не зачтено.

**Лабораторная работа №2** – Примеры анализа гидрологических полей по спутниковым данным с помощью программного комплекса ЮНЕСКО БИЛКО и других компьютерных программ.

**Результаты работы:** Построение гидрологических полей по данным различных регистраторов с помощью программного комплекса ЮНЕСКО БИЛКО и других компьютерных программ. Определение различия характеристик и градиентов гидрологических полей в прибрежной зоне и на взморье.

**Работа оценивается** – зачтено/ не зачтено.

**Лабораторная работа № 3** – Цвет морской воды. Получение данных по сети Интернет. Система Giovanni.

**Результаты работы:** Визуализация результатов использования интерактивной системы GIOVANNI, ознакомление с принципами размещения спутниковой информации, построением карт и графиков, анализ характера изменения выбранных параметров.

**Работа оценивается** – зачтено/ не зачтено.

**Лабораторная работа №4** – Практическое применение данных спутников серии Landsat.

**Результаты работы:** Данные географической привязки спутниковой сцены, построенные композитные изображения для указанного района. Количественные оценки расстояний и площадей, сравнения полученных результатов для разных каналов регистратора.

**Работа оценивается** – зачтено/ не зачтено.

**Лабораторная работа №5** – Внутренние волны по данным радаров с синтезированной апертурой (РСА).

**Результаты работы:** Характеристики внутренних волн на снимках РСА и в видимом диапазоне, результаты применения фильтров для устранения помех. Оценки характеристик внутренних волн (направление распространения, длина, районы генерации).

**Лабораторная работа № 6** – Примеры спутниковых данных о температуре поверхности воды.

**Результаты работы:** Итоги операций географической привязки и геометрической коррекции сцены, оценки использования глобального и локального алгоритмов для расчета температуры поверхности воды. Данные сравнения полученных результатов с контактными измерениями.

**Работа оценивается** – зачтено/ не зачтено.

**Лабораторная работа № 7** – Обработка данных радиометра MODIS спутников Aqua и Terra, спутника Sentinel-2, представленных в различных форматах.

**Результаты работы:** Итоги операций предобработки данных разных спутников, результаты преобразования данных различных форматов для визуализации и тематической обработки. Анализ сравнения полученных результатов при различном пространственном разрешении.

**Работа оценивается** – зачтено/ не зачтено.

**Лабораторная работа № 8** – Исследование вихревых образований в океане по многозональным данным.

**Результаты работы:** Данные о количественных характеристиках, формах и размерах наблюдаемых вихрей и их особенностях. Результаты сравнения их размеров и координат центров по данным в различных форматах. Траектория перемещения вихревого образования, построенная по серии изображений данных прибора Modis спутников Aqua/Terra. Сравнительная оценка полученных характеристик вихревых образований с данными приборов Landsat-8.

**Работа оценивается** – зачтено/ не зачтено.

**Лабораторная работа № 9** – Классификация прибрежной зоны и исследование ее динамики.

**Результаты работы:** Серия построенных цветных композитных (синтезированных) изображений для интерпретации типов подстилающей поверхности и их классификации. Анализ полученных классифицированных изображений и вычисленные площади выделенных типов подстилающей поверхности.

**Работа оценивается – зачтено/ не зачтено.**

### **5.2 Методические указания по организации самостоятельной работы**

1. Особенности компьютерной обработки данных дистанционного зондирования океана
2. Примеры получения и визуализации спутниковых данных.
3. Принципы использования программного комплекса ЮНЕСКО-БИЛКО для географической привязки спутниковых снимков.
4. Способы и форматы представления спутниковой информации
5. Использование метаданных в пакетах прикладных программ.
6. Структура форматов данных спутников Sentinel-2, Aqua, Terra, серии спутников Landsat.
7. Принцип получения снимков спутника Sentinel-1 с использованием сервисов Интернет.
8. Особенности использования операций изменения палитры, контрастирования, трансформации изображений, синтеза, применения фильтров в программах обработки спутниковой информации.
9. Особенности определения характеристик внутренних волн.

**5.3. Промежуточный контроль:** \_\_\_\_\_ экзамен \_\_\_\_\_  
зачет/экзамен

### **Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

1. Способы представления спутниковой информации.
2. В чем отличие использования ИК и ближнего ИК диапазонов для определения температуры подстилающей поверхности?
3. Какие приборы используются для получения ежедневных данных об Арктике?
4. Какая дополнительная информация необходима для классификации с обучением?
5. Что такое УЭПР?
6. В чем отличие данных ИК и ближнего ИК диапазонов при определении температуры подстилающей поверхности?
7. В каком диапазоне получают ежедневные данные о площади ледяного покрова Арктики?
8. Сколько каналов используется для построения диаграммы рассеяния.

### **5.3 Перечень вопросов экзамену**

1. Примеры получения снимков Landsat-8 с использованием сервисов Интернет.
2. Визуализация и анализ данных о цвете океана. Получение данных по сети Интернет. Система Giovanni.
3. Принципы определения цвета из космоса.
4. Радары с синтезированной апертурой (РСА). Удельная эффективная площадь рассеяния различными поверхностями.
5. Снимки в тепловом инфракрасном диапазоне. Пространственное разрешение. Спектральное разрешение и чувствительность.
6. Диапазоны регистрации и пространственное разрешение приборов спутника Sentinel-2.
7. Создание и изменение палитры, контрастирование, трансформация изображения, синтезирование, применение фильтров.
8. Примеры снимков Sentinel-2 с использованием сервисов Интернет.
9. Форматы данных радиометра MODIS спутников Aqua и Terra. Стандартные и базовые продукты радиометра MODIS.
10. Формирование изображения в видимом диапазоне. Пространственное разрешение. Спектральное разрешение.

## Образцы заданий к экзамену

1. Системы дистанционного зондирования. Диапазоны регистрации отраженного излучения. Способы получения данных.

Брегговские волны и особенности их регистрации. Примеры применения данных, полученных системами РСА в океанографии.

2. Визуализация и анализ данных о цвете океана. Получение данных по сети Интернет. Система Giovanni.

Внутренние волны по данным РСА

3. Области применения изображений, полученных дистанционными системами в видимом диапазоне. Диапазоны регистрации отраженного излучения.

Определение площади распространения и границ ледяного покрова в Арктике по данным пассивного микроволнового радиометров SMMR и SSM/I.

4. Определение характеристик вихревых образований в океане по многозональным данным.

Определение цвета моря по данным спектрорадиометров MODIS - на спутниках Terra и Aqua.

5. Основные области применения изображений в видимом диапазоне. Примеры использования результатов регистрации отраженного излучения в различных диапазонах.

Классификация без обучения. Анализ результатов классификации.

6. Примеры использования программных комплексов: применение формул к данным.

Примеры использования программных комплексов: просмотр метаданных. Построение гистограмм, диаграмм рассеяния, сечений.

7. Примеры получения снимков Landsat-8 с использованием сервисов Интернет.

Визуализация и анализ данных о цвете океана. Получение данных по сети Интернет. Система Giovanni.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) Основная литература:

1. *Кашкин В.Б., Сухинин А.И.* Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений: учебное пособие. – М.: Логос, 2001. – 264 с.

2. *Рис У.* Основы дистанционного зондирования. Пер. с англ. М.: Техносфера, 2006, 336 с.

3. *Сычев В.И.* Практическое использование спутниковых изображений по результатам дистанционного зондирования Земли из Космоса. // Часть 4. Введение в анализ спутниковых данных с помощью интегрированной системы анализа спутниковых изображений ЮНЕСКО БИЛКО. Майкоп:– 2016. 86 с.

4. *Сычев В.И., Эдвардс А. Д.* Введение в программное обеспечение для обработки спутниковых изображений. // Краткое руководство пользователя и примеры практического использования программных продуктов ЮНЕСКО – СПб.- ЮНЕСКО: 2008. 96с.

### б) дополнительная литература:

1. *Вагапов Р.Х., Гаврило В.П., Козлов А.И., Лебедев Г.А., Логвин А.И.* Дистанционные исследования морских льдов. – СПб: Гидрометиздат, 1993, 324 с.

2. *Гарбук С.В., Гершензон В.Е.* Космические системы дистанционного зондирования Земли. М.: Издательство А и Б, 1997.

3. *Изображения Земли из космоса: примеры применения.* – М.: ООО ИТЦ «СКАНЭКС», 2005.— 100 с.

4. *Кавелин С.С., Белов Д.Г., Бушуев Е.И. и др.* Радиолокация поверхности Земли из космоса. – Л.: Гидрометеиздат, 1990, 23 с.

5. *Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И., Тутубалина О.В.* Аэрокосмические методы географических исследований: Учеб. для студ. высш. учеб.заведений. М.: Издательский центр "Академия", 2004. 336 с.

6. Комплексный спутниковый мониторинг морей России / О. Ю. Лаврова, А. Г. Костяной, С. А. Лебедев и др.— М.: ИКИ РАН, 2011.— 480 с.

7. *Лебедев С.А., Костяной А.Г.* Спутниковая альтиметрия Каспийского моря. М., 2005, 354 с.

8. Радиолокация поверхности Земли из космоса. Под. ред. С.В.Викторова и Л.М. Митника. Л.: Гидрометеиздат, 1990.

9. Спутниковая гидрофизика / Б.А. Нелепо, Ю.В. Терехин, В.К. Коснырев, Б.Е. Хмыров. М.: «Наука», 1983.

10. Использование изображений морских и прибрежных данных, полученных со спутников, самолетов и прибрежных данных. Четвертый компьютерный обучающий модуль. - Приложение к русскому изданию. Под ред. В.И.Сычева. – Париж: Изд. ЮНЕСКО, 1996 г., 128 с.

## 6.2. Средства обеспечения освоения дисциплины

а) все разделы лекционного курса обеспечены мультимедийными презентациями с использованием графической и видеоинформации.

б) обучающими и прикладными компьютерными программами:

– Программа обработки и визуализации данных дистанционного зондирования ЮНЕСКО БИЛКО. Разработчик ЮНЕСКО (при участии кафедры океанологии РГГМУ).

в) архивом спутниковых данных и изображений.

## 7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(По каждому виду учебной работы, предусмотренной рабочим учебным планом: лекции, практические, семинарские или лабораторные занятия, самостоятельная работа студента, текущий и промежуточный контроль)

Лабораторные, выполнение домашних заданий

<b>Лабораторные занятия</b>	Лабораторные занятия проводятся в форме семинаров. При подготовке к занятиям необходимо ориентироваться на лекции, рекомендованную литературу.
<b>Индивидуальные задания (сбор материалов, подготовка докладов)</b>	Составление библиографии по теме. Знакомство с основной и дополнительной литературой. Изложение основных аспектов проблемы, анализ мнений авторов и формирование собственного суждения по теме.
<b>Подготовка к зачету</b>	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на лекции преподавателя и рекомендованную литературу. Получить зачеты по всем заданиям к лабораторным работам и домашним заданиям.

**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
1	электронные издания (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного курса лекций, графических объектов, видео- аудио- материалов (через Интернет)	Microsoft Office (Power Point, Word и т.д.), ODV
2	электронные издания (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного курса лекций, графических объектов, видео- аудио- материалов (через Интернет)	Microsoft Office (Power Point, Word и т.д.)
3	электронные издания (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного курса лекций, графических объектов, видео- аудио- материалов (через Интернет)	Microsoft Office (Power Point, Word и т.д.)
4	электронные издания (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного курса лекций, графических объектов, видео- аудио- материалов (через Интернет)	Microsoft Office Word, ODV, Surfer, Grapher
5	электронные издания (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного курса лекций, графических объектов, видео- аудио- материалов (через Интернет)	Microsoft Office, WinBilko

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется следующее программное обеспечение: Microsoft Office (Power Point, Word и т.д.), ЮНЕСКО БИЛКО, ScanMagic.

#### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

*(Указывается материально-техническое обеспечение данной дисциплины).*

Программные средства ПК в среде «Windows» (WinBilko, Surfer, Grapher).



Презентации к лекциям (компьютер с проектором).

**Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования, включающего в себя компьютер с проектором, и учебно-наглядными пособиями в виде презентаций к лекциям.

**Учебная аудитория для проведения практических занятий** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации (персональные компьютеры с выходом в сеть «Интернет», а также с установленными на них программами WinBilko, Surfer, Grapher).

**Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации (персональные компьютеры с выходом в сеть «Интернет»).

**Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации (персональные компьютеры с выходом в сеть «Интернет»).

**Помещение для самостоятельной работы** – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации

**Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования** – укомплектовано специализированной мебелью для хранения оборудования и техническими средствами для его обслуживания.

## **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.