

**Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Географический факультет**

«Утверждено»
Декан географического факультета,
член-корр. РАН С.А. Добролюбов



Согласовано
Учебно-методической комиссией
факультета

« 14 » 11 2019 г.
протокол № 14
Друф

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Спутниковая океанология»

по направлению подготовки 05.04.04 «Гидрометеорология»
уровня высшего образования магистратура
с присвоением квалификации «магистр»

Направленность (профиль):
Океанология

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 05.04.04 «Гидрометеорология» направленность (профиль) «Океанология» в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

© Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

А. Цели освоения дисциплины – формирование представлений и компетенций о современных методах дистанционного зондирования Мирового океана (ДЗО) для исследования его природы, ключевых характеристик и изменчивости, которая реализуется в виде широкого ряда динамических процессов и явлений. Изучение основных методов ДЗО из космоса и их применения на практике для проведения спутникового мониторинга и исследования процессов и явлений в океане и атмосфере, обзор основных спутниковых средств, методов и результатов исследований океана дистанционными методами.

Б. Задачи:

– определить понятия дистанционного зондирования океана и спутниковой океанологии и их место среди прочих океанологических дисциплин; изложить различные дистанционные подходы к исследованию процессов и явлений в океане; провести сравнительный анализ гидродинамических и гидробиологических процессов в океане с точки зрения их исследования средствами и методами ДЗО;

– дать обзор основных средств и методов ДЗО, дистанционных подходов к получению основных параметров и характеристик поверхности океана и его верхнего слоя изучить основные методы дистанционного зондирования океана из космоса;

– рассмотреть особенности, преимущества и ограничения различных датчиков и сенсоров ДЗО для исследования полей и явлений Мирового океана; провести ретроспективный анализ результатов исследований спутниковыми методами различных процессов и явлений в океане;

– обучить основам поиска, обработки и анализа спутниковых данных для проведения мониторинга как Мирового океана, так и отдельных его частей, а также научить применению спутниковых данных для исследования различных процессов и явлений в океане и атмосфере.

2. Место дисциплины в структуре ООП

А. Информация об образовательном стандарте и учебном плане:

Дисциплина включена в образовательный стандарт МГУ имени М.В.Ломоносова ИМ (интегрированный магистр МГУ), учебный план магистратуры, направление подготовки 05.04.04 «Гидрометеорология», профиль подготовки «Океанология», степень магистр.

Б. Информация о месте дисциплины в образовательном стандарте и учебном плане:

- вариативная часть профессионального цикла ООП;
- блок дисциплин – «Профессиональный»;
- модуль «Океанография прибрежных вод»;
- обязательный курс;
- курс 1;
- 2 семестр

В. Перечень дисциплин, которые должны быть освоены для начала данной дисциплины

–математика, физика, гидрология, климатология с основами метеорологии, дифференциальные уравнения, математический анализ, теория вероятности и математиче-

ская статистика, океанология, теоретическая механика и гидромеханика, технические средства и методы наблюдений в океанологии.

Эта дисциплина полезна для прохождения практик и написания магистерской диссертации.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В соответствии с ОС МГУ и «Оценочными и методическими материалами формирования компетенций, оценивания уровня знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности у обучающихся и выпускников» освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций и получение следующих результатов обучения:

Компетенции выпускников образовательной программы	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Владение методами океанографического анализа водных масс, их классификации, районирования акваторий и поиска основных географических закономерностей формирования структуры вод Мирового океана (СПК- 4.М формируется частично)	<ul style="list-style-type: none">- знать основы дистанционного зондирования океана; принципы современных методов дистанционного зондирования океана и атмосферы из космоса; основные типы датчиков и методов ДЗО; методы экспериментальных исследований гидрофизических и гидробиологических процессов и явлений в океане с помощью данных ДЗО; методы обработки и анализа спутниковых данных; области применения спутниковых измерений для исследования процессов в океане; современные достижения океанологии, полученные на основе спутниковых измерениях;- уметь проводить сбор, обработку, и первичный анализ данных дистанционного зондирования; выбирать адекватный метод ДЗО для наблюдения, идентификации, визуализации и анализа того или иного явления в океане; осуществлять на практике спутниковый мониторинг различных полей и явлений морской среды; применять современные методы ДЗО для решения научно-практических задач современной океанологии.- владеть методами исследования гидродинамических и гидробиологических процессов и явлений по спутниковым измерениям; методами обработки и анализа спутниковых данных; методами проведения спутникового и подспутникового мониторинга акваторий Мирового океана; представлениями о роли ДЗО в развитии современной океанологической науки и современном состоянии средств и методов ДЗО.

4. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины и виды учебной работы.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зач. ед.

Общая аудиторная нагрузка – 39 час., в т.ч. лекции – 13 час., семинары – 26 час. Объем самостоятельной работы студентов – 33 acad. час.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Контактная работа		СРС	
				лекции	семинары		
1	Основы дистанционного зондирования океана	2	1	1	2	2	-
2	Современные ИСЗ для решения океанологических и океанографических задач	2	2	1	2	2	-
3	Поля и явления Мирового океана, наблюдаемые из космоса	2	3,4	2	4	4	-
4	Принципы работы приборов и датчиков ДЗО	2	5	1	2	2	-
5	Основы дистанционного зондирования океана в оптическом диапазоне электромагнитного спектра	2	6	1	2	2	-
6	Основы дистанционного зондирования океана в инфракрасном диапазоне электромагнитного спектра	2	7	1	2	2	Контрольная работа по разделам 1-6
7	Основы дистанционного зондирования океана в СВЧ диапазоне электромагнитного спектра	2	8	1	2	2	-
8	Принципы сбора, обработки и анализа данных ДЗО	2	9	1	2	2	-
9	Исследования процессов и явлений в Мировом океане методами дистанционного зондирования	2	10,11	2	4	6	-
10	Современное состояние средств и методов ДЗО и перспективы их развития	2	12,13	2	4	6	-
	Промежуточная аттестация					3	Зачет
	Итого			13	26	33	

5. Содержание дисциплины

Раздел 1. Основы дистанционного зондирования океана (ДЗО).

Космическая съемка. Изучение морей и океанов с помощью океанографических данных, получаемых с искусственных спутников Земли. Необходимость дистанционного зондирования Мирового океана, преимущества и недостатки дистанционных методов по сравнению с контактными (судовыми). Пассивное и активное дистанционное зондирование. Охват, обзор, режим реального времени, всепогодность, разрешение и точности, экономическая выгода.

Раздел 2. Современные ИСЗ для океанологических и океанографических задач.

Носители съемочной аппаратуры ДЗО. Понятия орбиты и подспутниковой трассы, их параметры. Предыстория дистанционного зондирования океана, историческая ретроспектива. Развитие представлений и методов ДЗО. Ранний (1970-1990 гг.) и современный (1990-2015 гг.) периоды наблюдения океана из космоса. Традиционные оптические методы ДЗО. История развития микроволновых и радиолокационных методов ДЗО.

Раздел 3. Поля и явления Мирового океана, наблюдаемые из космоса.

Понятие полей и явлений Мирового океана (температура и соленость поверхности океана – ТПО и СПО, волнение, ветер, течения, уровень). Их основные черты и особенности. Средства ДЗО, разработанные для мониторинга и измерения характеристик того или иного поля/явления. Спутниковые методы наблюдения и исследования поверхностных и внутренних волн, фронтов и фронтальных зон, течений, уровня, вихрей, апвеллингов, нефтяных загрязнений, морского льда, ветра и параметров атмосферы над океаном, явлений прибрежной зоны и открытого моря.

Раздел 4. Принципы работы приборов и датчиков ДЗО.

Основные типы и виды. Спектральные диапазоны электромагнитного спектра – видимый, инфракрасный, микроволновый, окна прозрачности атмосферы. Физические особенности дистанционных измерений в том или ином диапазоне электромагнитного спектра. Основные факторы, определяющие взаимодействие электромагнитных сигналов с поверхностью океана. Частота и поляризация сигнала. Подспутниковые точки и трассы, полоса обзора, ширина кадра. Наблюдение в надир и боковой обзор, режим сканирования. Пространственное и спектральное разрешение. Понятие всепогодности. Коррекция атмосферы. Мультиспектральность, гиперспектральность, мультидатчиковый и мультиспутниковый подходы.

Раздел 5. Основы дистанционного зондирования океана в оптическом диапазоне электромагнитного спектра.

Понятие ДЗО в видимом диапазоне. Космические оптические камеры, сканеры цвета и спектрорадиометры. Принципы работы и получения информации. Применение оптических средств ДЗО для решения конкретных океанографических задач – восстановления биооптических полей и характеристик (концентрации хлорофилла, взвеси и растворенной органики) верхнего слоя моря. Исследование процессов в океане по спутниковым измерениям в оптическом диапазоне.

Раздел 6. Основы дистанционного зондирования океана в инфракрасном (ИК) диапазоне электромагнитного спектра.

Понятие ДЗО в ИК-диапазоне. Космические ИК-радиометры и спектрорадиометры. Принципы работы и получения информации. Применение ИК средств ДЗО для решения конкретных океанографических задач – восстановления полей температуры по-

верхности океана. Исследование процессов в океане по спутниковым измерениям в ИК диапазоне.

Раздел 7. Основы дистанционного зондирования океана в СВЧ-диапазоне электромагнитного спектра.

Понятие ДЗО в СВЧ (микроволновом) диапазоне. Космические альтиметры (радиовысотометры), скаттерометры, радиолокаторы (РЛСБО и РСА) и пассивные СВЧ-радиометры. Принципы работы и получения информации. Применение радиофизических средств ДЗО для решения конкретных океанографических задач – восстановления полей ТПО и СПО, приводного ветра, уровня моря и энергонесущего волнения, морского льда, параметров мелкомасштабных явлений в верхнем слое океана и явлений в атмосфере над океаном. Обзор методов определения характеристик облачности, осадков, водяного пара, температуры и влажности атмосферы по спутниковым данным. Исследование процессов в океане по спутниковым измерениям в микроволновом диапазоне.

Раздел 8. Принципы сбора, обработки и анализа данных ДЗО.

Приемные станции, предварительная и тематическая обработка данных. Создание основных информационных геофизических и океанографических продуктов. Реанализ. Основные базы спутниковых данных (NOAA, NASA, ESA, Роскосмос). Основные интернет порталы и ресурсы. Основное программное обеспечение, мультисенсорный и геоинформационный подходы.

Раздел 9. Исследования процессов и явлений в Мировом океане методами дистанционного зондирования.

Общие принципы построения исследований процессов и явлений в Мировом океане методами дистанционного зондирования. Анализ и представление данных ДЗО. Создание океанографических продуктов из «сырых» данных дистанционного зондирования, карты распределений, пространственно-временной анализ данных ДЗО с помощью различных методов физико-математического анализа. Совместный анализ данных ДЗО и подспутниковых (судовых/буйковых) измерений. Данные ДЗО и математическое моделирование.

Раздел 10. Современное состояние средств и методов ДЗО и перспективы их развития.

Современное состояние средств и методов дистанционного зондирования океана. Современные тенденции и тренды. Перспективы развития средств ДЗО, работающих в видимом, ИК- и СВЧ- диапазонах. Проблемы и перспективы развития средств ДЗО в РФ.

План проведения семинаров

Семинары проводятся в соответствии с темами разделов дисциплины. В рамках семинаров даются индивидуальные задания для аттестации по каждому разделу.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Самостоятельная работа студентов проводится с целью закрепления и углубления материала по изучаемой дисциплине, она предусматривает:

- изучение разделов дисциплины с использованием предлагаемой преподавателем научно-технической литературы, а также интернет-ресурсов;
- самостоятельную подготовку к тематическим дискуссиям и подготовка к ответам на вопросы для зачета; при необходимости повторение учебного материала.
- самостоятельное изучение информационных ресурсов в интернете, и по требованию подготовка аналитических обзоров.

7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Примерный перечень вопросов для контрольной работы по темам 1-6:

1. Что такое дистанционное зондирование океана (ДЗО) и как оно осуществляется?
2. Основные спутники ДЗО, которые используются для дистанционного зондирования океана
3. Какие поля и явления в океане возможно исследовать с помощью дистанционных методов?
4. Преимущества и ограничения методов дистанционного зондирования океана
5. В каких диапазонах электромагнитного спектра происходит дистанционное зондирование океана?
6. Особенности ДЗО в оптическом диапазоне электромагнитного спектра
7. Особенности ДЗО в инфракрасном диапазоне электромагнитного спектра

8. Формы и содержание промежуточной аттестации

Зачет

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Понятие дистанционного зондирования океана, возможности, преимущества и ограничения.
2. Современные ИСЗ для решения океанологических и океанографических задач.
3. Классификация датчиков дистанционного зондирования.
4. Основные характеристики спутниковых средств ДЗО.
5. Поля и явления Мирового океана, наблюдаемые из космоса.
6. Роль данных ДЗО в исследованиях процессов и явлений в Мировом океане методами дистанционного зондирования.
7. Принципы дистанционного зондирования океана в оптическом диапазоне электромагнитного спектра
8. Принципы дистанционного зондирования океана в инфракрасном диапазоне электромагнитного спектра.
9. Принципы дистанционного зондирования океана в микроволновом диапазоне электромагнитного спектра.
10. Спутниковые сканеры цвета, их данные и основные океанологические продукты. Принципы определения биооптических характеристик по оптическим данным.
11. Спутниковые ИК-радиометры, их данные и основные океанологические продукты. Процессы в океане, наблюдаемые со спутников в инфракрасном диапазоне.
12. Спутниковые космические радиолокаторы, их данные и основные океанологические продукты. Основы радиолокационного зондирования океана из космоса.

13. Спутниковые альтиметры, их данные и основные океанологические продукты. Принципы альтиметрических измерений уровня моря.

14. Спутниковые скаттерометры, их данные и основные океанологические продукты. Принципы скаттерометрических измерений скорости ветра.

15. Спутниковые микроволновые радиометры, их данные и основные океанологические продукты. Принципы определения солености поверхности океана по спутниковым измерениям.

16. Основы дистанционного зондирования морского льда и нефтяного загрязнения в океане.

17. Принципы сбора, обработки и анализа данных ДЗО.

18. Современное состояние средств и методов ДЗО и перспективы их развития.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения (РО)

Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	Незачет	Зачет
Знания (виды оценочных средств: устные опросы, тесты)	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
Умения (виды оценочных средств: практические контрольные задания)	В целом успешное, но не систематическое умение или отсутствие умений	Успешное и систематическое умение или в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)
Навыки (владения, опыт деятельности) (виды оценочных средств: практические контрольные задания)	Наличие отдельных навыков или отсутствие навыков	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач или в целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

А) основная литература:

1. Монин А.С., Красицкий В.П. Явления на поверхности океана. Л. Гидрометеиздат, 1985.
2. Нелепо Б.А., Терехин Ю.В., Костырев В.К., Хмыров Б.Е. Спутниковая гидрофизика. М.: Наука, 1983.
3. Большаков А.А. Космические методы в океанологии. М.: Знание, 1982.
4. Дистанционное зондирование Земли (Владимиров В.М. и др.). М.: Инфра-М, 2017.
5. Robinson I.S. Measuring the Oceans from Space: The principles and methods of satellite oceanography. Springer-Praxis, 2004.

Б) *дополнительная литература:*

1. Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И., Тутубалина О.В. Аэрокосмические методы географических исследований. М. Академия, 2004.
2. Кашкин В.Б., Сухинин А.И. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений. М. Логос, 2001.
3. Гарбук С.В., Гершензон В.Е. Космические системы дистанционного зондирования Земли. М. Изд-во «А и Б», 1997.
4. Лаврова О.Ю., Костяной А.Г., Лебедев С.А., Митягина М.И., Гинзбург А.И., Шеремет Н.А. Комплексный спутниковый мониторинг морей России. М. ИКИ РАН, 2011.
5. Бондур В.Г. Аэрокосмические методы в современной океанологии / Новые идеи в океанологии. Т. 1. М: Наука, 2004.

В) *программное обеспечение, интернет-ресурсы, профессиональные базы данных и информационные справочные системы:*

- Remote Sensing Systems <http://www.remss.com>
- Миссии ESA <https://earth.esa.int/web/guest/missions>
- Программное обеспечение ESA <https://earth.esa.int/web/guest/software-tools>
- Океан из космоса <http://oceanfromspace.scanex.ru>
- Тезисы и доклады тематических конференций (например, ESA Living Planet Symposiums, «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса» ИКИ РАН и др.).

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория с доской и экраном, мультимедийным проектором, компьютером и доступом в интернет.

Программа одобрена на заседании кафедры океанологии
Протокол №533 от 27 ноября 2018 г.

Зав. кафедрой океанологии,
член-корр. РАН, д.г.н., профессор –

подпись

С.А.Добролюбов

Разработчик(и):

Иванов А.Ю.

ведущий научный
сотрудник, к.ф.-
м.н.

Институт океанологии им.
П.П. Ширшова РАН, лабора-
тория оптики океана

Эксперт:

Кондрин А.Т.

с.н.с., к.г.н.

МГУ им. М.В. Ломоносова,
географический факультет,
кафедра океанологии