

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
филиал МГУ в г. Севастополе
факультет естественных наук
кафедра геоэкологии и природопользования

УТВЕРЖДАЮ



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ

Уровень высшего образования:
бакалавриат

Направление подготовки:
05.03.02 «География»

Профиль ОПОП:
геоэкология

Форма обучения:
очная

Рабочая программа рассмотрена
на заседании кафедры геоэкологии и
природопользования
протокол № 9 от 28 июня 2024г.
Руководитель образовательной программы
05.03.02 «География»

 (E.S. Kashirina)
(подпись)

Рабочая программа одобрена
Методическим советом
Филиала МГУ в г.Севастополе
Протокол №10 от 29 августа 2024г.
 (L.I. Теплова)
(подпись)

Севастополь, 2024

Рабочая программа составлена на основе:

Образовательного стандарта (ОС МГУ), самостоятельно установленного МГУ для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 05.03.02 «География», утвержденным приказом МГУ от 30 декабря 2020 года № 1383, приказом об утверждении изменений в ОС МГУ от 21 декабря 2021 года № 1404.

Год приема на обучение – 2022г.

курс – 3

семестр – 5

зачетных единиц - 3

академических часов 108, в т.ч.:

лекций – 54 часа

практических занятий – 18 часов

Формы промежуточной аттестации:

зачет в 5 семестре

Форма итоговой аттестации:

нет

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.

Дисциплина «Методы обработки спутниковых данных» входит в дисциплины по выбору вариативной части ОПОП ВО по направлению «География».

Целью освоения учебной дисциплины «Методы обработки спутниковых данных» является изучение основных методов дистанционного зондирования Земли из космоса и их применения для проведения спутникового мониторинга и исследования процессов и явлений в океане и атмосфере.

Задачи курса:

- Изучение основных методов дистанционного зондирования океана и атмосферы из космоса;
- Применение спутниковых измерений для исследования процессов и явлений в океане и атмосфере Земли;
- Обучение основам поиска, обработки и анализа спутниковых данных для проведения спутникового мониторинга акваторий Мирового океана.

2. Входные требования для освоения дисциплины.

Дисциплина «Методы обработки спутниковых данных» изучается в 5 семестре и основывается на знаниях, полученных по предметам: математика, физика, информатика с основами геоинформатики (1 курс, базовая часть, блок общенациональной подготовки), и основы океанологии (1 курс, вариативная часть).

3. Результаты обучения по дисциплине.

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Знать:

методы и способы постановки и решения задач физических исследований, принципы действия, функциональные и метрологические возможности современной аппаратуры для физических исследований, возможности, методы и системы компьютерных технологий для физических теоретических и экспериментальных исследований.

Уметь:

самостоятельно ставить и решать конкретные физические задачи научных исследований в области геоэкологии и спутниковой океанологии с использованием современной аппаратуры и компьютерных технологий.

Владеть: навыками постановки и решения задач научных исследований в области физики оптических и лазерных явлений с помощью современных методов и средств теоретических и экспериментальных исследований.

Иметь опыт:

Обработка спутниковых данных и получения различных параметров.

4. Формат обучения: контактный, дистанционный с использованием Портала дистанционной поддержки образовательного процесса Филиала (<https://distant.sev.msu.ru/>).

5. Объем дисциплины составляет 3 з.е., в том числе 72 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (аудиторная нагрузка), и 36 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

6. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

6.1. Структура дисциплины по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Наименование разделов и тем дисциплины	Номинальные трудозатраты обучающегося			Всего академических часов	Форма текущего контроля успеваемости (наменование)		
	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем)		Самостоятельная работа обучающегося, академические часы				
	Виды контактной работы, академические часы	Занятия лекционного типа*					
Тема 1. Введение в спутниковую океанологию	2		2	6	Устный опрос		
Тема 2. Физические основы дистанционного зондирования.	4		2	8	Устный опрос		
Тема 3. Системы дистанционного зондирования.	4		2	6	Устный опрос		
Тема 4 Исследование процессов в океане по спутниковым измерениям в оптическом диапазоне.	4		2	10	Устный опрос		
Тема 5. Практическая работа: Основы анализа и обработки спутниковых измерений	4	2	2	8	Устный опрос		
Тема 6. Температура поверхности океана по спутниковым измерениям в инфракрасном и микроволновом диапазоне.	4	2	2	8	Устный опрос		
Тема 7. Спутниковые измерения солености поверхности океана	4	2	2	6	Устный опрос		
Тема 8. Практическая работа: Анализа и обработка спутниковых измерений температуры и солености	4	2	2	12	Устный опрос		
Тема 9. Динамика океана по альtimетрическим наблюдениям	4	2	2	8	Устный опрос		
Тема 10. Практическая работа: Использование альtimетрических данных для исследования динамики океана	4	2	4	12	Устный опрос		
Тема 11. Определение скорости ветра по измерениям скаттерометров	4	2	2	6	Устный опрос		
Тема 12. Определение ледовых характеристик	4	2	2	6	Устный опрос		

океана по спутниковым измерениям					
Тема 13. Волны в океане по спутниковым альтиметрическим измерениям	4	2	2	6	Устный опрос
Тема 14. Радиолокационные измерения высокого разрешения для изучения характеристик поверхности океана	4		2	6	Устный опрос
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>			6		
Итого				72	

6.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

№ п/п	Наименование разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплин
Раздел 1. Основы спутниковой океанологии		
1.	Тема 1. Введение в спутниковую океанологию	Циркуляция океана и атмосферы. Процессы в океанической среде. Параметры океана, определяемые со спутников. Наблюдения за процессами в океанической среде по спутниковым измерениям.
2.	Тема 2. Физические основы дистанционного зондирования. Введение в спутниковую океанологию.	Параметры океана, определяемые со спутников. Электромагнитный спектр. Спектральные диапазоны длин волн, при- меняющиеся в ДЗЗ Электромагнитное излучение, его взаимодействие с атмосферой и поверхностью Земли. Понятие спектральной яркости. Окна прозрачности атмосферы
3.	Тема 3. Системы дистанционного зондирования.	Носители съемочной аппаратуры. Параметры орбиты. Космическая съемка. Понятия орбиты, трассы, подспутниковой точки. Наклонение орбиты. Виды орбит. Высота орбит Солнечно-синхронная орбита (ССО). Геостационарная орбита. Период обращения спутника. Ширина полосы обзора. Пассивное и активное дистанционное зондирование. Временное разрешение. Пространственное разрешение. Спектральное разрешение.
Раздел 2 Пассивные методы спутниковых измерений		
4.	Тема 4 Исследование процессов в океане по спутниковым измерениям в оптическом диапазоне	Принципы измерений яркости в оптическом диапазоне. Атмосферная коррекция. Оптические свойства океана. Проявление динамических процессов в спутниковых измерениях оптического диапазона. Определение биооптических характеристик океана по спутниковым измерениям. Восстановление и изменчивость концентрации хлорофилла А в океане. Наблюдения за различными группами водорослей в океане по спутниковым измерениям. Оптические свойства вод по спутниковым измерениям.
5.	Тема Практическая работа: Основы анализа и обработки	Архивы спутниковых данных. Форматы спутниковых данных. Загрузка и обработка спутниковых оптических данных с помощью современных программных средств. Основы анализа пространственной и временной изменчивости оптических

	спутниковых измерений	свойств океана. Проведение работы по исследованию изменчивости оптических характеристик некоторых морей Мирового океана.
6.	Тема 6. Температура поверхности океана по спутниковым измерениям инфракрасном микроволновом диапазоне	6. Основы определения температуры поверхности океана (ТПО) по инфракрасным и микроволновым измерениям. Формирование яркостного сигнала на верхней границе атмосферы. Пространственное распределение температуры поверхности океана по спутниковым измерениям. Климатическая и сезонная изменчивость ТПО по спутниковым измерениям. Влияние динамических процессов на распределение температуры в океане (апвеллинги, течения, вихри). Геостационарные измерения ТПО - суточные изменения температуры океана.
7.	Тема 7. Спутниковые измерения солености поверхности океана	7. Принципы определения солености поверхности океана (СПО) по спутниковым измерениям в микроволновом диапазоне. Пространственное распределение солености поверхности океана по спутниковым измерениям. Сезонная изменчивость СПО по спутниковым измерениям. Процессы, влияющие на изменчивость солености в океане: осадки, стоки рек, течения, планетарные волны.
8.	Тема 8. Практическая работа: Анализа и обработка спутниковых измерений температуры и солености	Загрузка и обработка спутниковых данных о температуре и солености с помощью современных программных средств. Основы анализа пространственной и временной изменчивости температуры и солености океана. Проведение работы по исследованию изменчивости термохалинных свойств некоторых морей Мирового океана
Раздел 3. Активные методы спутниковых измерений		
9.	Тема 9. Динамика океана по альtimетрическим наблюдениям	Определение уровня океана по альтиметрическим измерением. Аномалии уровня моря. Геофизические коррекции к измерениям альтиметров. Определение геострофических скоростей течений в океане по измерениям альтиметров. Рост уровня океана по альтиметрическим данным. Основные течения в океане по альтиметрическим данным. Волны Россби в океане. Синоптические вихри в океане. Методы изучения вихревой динамики по альтиметрическим данным. Применение лагранжевых методов для исследования транспорта вещества по альтиметрическим данным.
10.	Тема 10. Практическая работа: Использование альтиметрических данных для исследования динамики океана	10. Загрузка и обработка спутниковых альтиметрических данных об аномалиях уровня моря и скоростях геострофических течений. Основы анализа изменчивости динамических характеристик океана по спутниковым данным. Проведение работы по исследованию динамики некоторых морей Мирового океана
11.	Тема 11. Определение скорости ветра по измерениям скаттерометров	Принципы скаттерометрических измерений скорости ветра. Активные методы дистанционного зондирования. Шероховатость поверхности. Изменчивость ветра в океане по скаттерометрическим измерениям. Влияние ветра на процессы в океане. Особенности мелкомасштабной изменчивости поля ветра в океане.

12.	Тема Определение ледовых характеристик океана спутниковым измерениям	12. по	Характеристики морского льда. Методы определения характеристик ледового покрова по спутниковым измерениям. Определение концентрации, толщины, возраста льда по спутниковым измерениям. Изменения ледового покрова на Земле по спутниковым данным.
13.	Тема 13. Волны в океане спутниковым альтиметрическим измерениям	по	Характеристики волн. Принципы определения высот волн в океане по альтиметрическим данным. Наблюдения за изменчивостью волнения по данным спутниковой альтиметрии. Долговременные изменения параметров волнения. Проведение работы по исследованию изменчивости волнения в некоторых частях Мирового океана
14.	Тема Радиолокационные измерения высокого разрешения для изучения характеристик поверхности океана	14.	Основы радиолокационного зондирования океана из космоса. Проявления различных процессов в радиолокационных изображениях. Нефтяные пленки в океане. Распространение нефтяных загрязнений в океане.

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине.

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Контрольные вопросы:

1. Что такое дистанционное зондирование?
2. Что необходимо для осуществления измерений?
3. Какие основные процессы влияют на формирование сигнала при измерении?
4. В каких диапазонах осуществляются спутниковые измерения?
5. Какие параметры можно определять по спутниковым данным?
6. Какие виды орбит используются для ДЗЗ?
7. Что такое наклонение орбиты и что оно определяет?
8. От чего зависит период обращения спутника?
9. Что такое геостационарная орбита?
10. Чем знаменита солнечно-синхронная орбита?
11. От чего зависит пространственное разрешение спутника?
12. От чего зависит временное разрешение спутника?
13. От чего зависит ширина скана?
14. Какие бывают типы сканирования?
15. Чем отличаются уровни обработки спутниковых данных?
16. На каких длинах волн измеряют температуру океана?
17. Какие основные процессы влияют на формирование сигнала в ИК-диапазоне, принимаемого спутником?
18. Как производится атмосферная коррекция для ИК-измерений?
19. Какие основные приборы для измерения температуры вы знаете? На каких орбитах они находятся?
20. Температуру какого слоя измеряет ИК-радиометр?
21. Какие основные сканеры цвета в океане вы знаете? На каких орбитах они находятся?
22. Что такое гиперспектральные измерения?
23. Назовите кратко для чего используются спутниковые оптические измерения?
24. Как рассчитывают концентрацию хлорофилла А по спутниковым данным?

25. Какие два основные фактора определяют цветение фитопланктона?
26. Какие различных группы (виды) фитопланктона можно наблюдать по спутниковым измерениям?
27. Какие виды спутниковых приборов используются для определения солености?
28. На каких частотах измеряют соленость океана?
29. Какие факторы влияют на определение солености по спутниковым измерениям?
30. Какой из факторов вносит наибольшую ошибку?
31. Как влияют осадки на измерения солености?
32. Какие три прибора измеряют соленость океана?
33. Какова точность определения солености по спутниковым измерениям?
34. Какие процессы можно наблюдать по спутниковым измерениям солености?
35. Какие типы морского льда вы знаете?
36. Какие типы приборов ДЗЗ используются для изучения ледового покрова океанов?
37. Какой тип измерений дает наибольшее количество информации? Почему?
38. Что такая концентрация льда?
39. Как отличают воду и лед микроволновые радиометры?
40. Как отличают однолетний и многолетний лед по спутниковым измерениям?
41. Что является основной помехой для определения концентрации льда?
42. Что такое дрейф льда и как его рассчитывают?
43. Какие изменения происходят в последние 40 лет в криосфере Земли?
44. Какие параметры ледового покрова можно определять по альтиметрическим измерениям?
45. Какие характеристики и процессы в криосфере можно наблюдать по данным ИК-измерений?
46. Какие характеристики льда позволяют наблюдать оптические и радиолокационные измерения?
47. Какие шаги нужно проделать, чтобы перейти от измерений альтиметра к динамической топографии?
48. Что такое геострофическое приближение? Как рассчитать скорости по данным о динамической топографии?
49. Как получают карты аномалии уровня моря?
50. Для чего использовать вдольтрековые измерения (Level 2), а для чего картированные?
51. Динамика каких областей в океане наиболее интенсивна? Как эти области можно выделить по данным альтиметров?
52. Какие динамические процессы являются наиболее интенсивными в середине океанов?
53. Как можно изучать/наблюдать волны Россби по данным альтиметров?
54. Какие методы можно использовать для изучения вихревой динамики по данным альтиметров?
55. Какие характеристики океана позволяют определять альтиметры?
56. Как альтиметры определяют высоту волн?
57. Как альтиметры определяют скорость ветра?
58. Назовите несколько примеров использования альтиметрических измерений для исследования волнения в океане?
59. В чем преимущество и недостатки измерения высоты волн альтиметрами?
60. Какова примерная точность определения высоты волн и скорости ветра по данным альтиметров?
61. Волны каких высот встречаются в океанических штормах?
62. Что измеряют скаттерометры?
63. Что такое УЭПР?
64. Как УЭПР зависит от угла зондирования?
65. Какие процессы вносят основные помехи в измерения скаттерометров?
66. Что позволяет скаттерометрам определять направление ветра?
67. Что такая геофизическая модельная функция?

68. Сколько нужно измерений для определения скорости и направления ветра? Почему?
69. Какие скаттерометры вы знаете?
70. Какое пространственное разрешение современных скаттерометрических продуктов?
71. Что такое синтезированная апертуры?
72. Какого разрешение радиолокаторов синтезированной апертуры?
73. Какие модели рассеяния вам известны?
74. Какие процессы модулируют шероховатость поверхности океана
75. Какие процессы можно наблюдать по радиолокационным измерениям?

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Список вопросов к зачету:

1. Основные параметры океана, определяемые по спутниковым данным.
2. Спектральные диапазоны длин волн, применяющиеся в ДЗЗ
3. Виды и параметры орбит
4. Факторы, влияющие на перенос излучения в атмосфере в оптическом диапазоне.
5. Биооптические характеристики океана по спутниковым измерениям.
6. Процессы в океане, наблюдаемые со спутников в оптическом диапазоне.
7. Факторы, влияющие на перенос излучения в атмосфере в инфракрасном диапазоне.
8. Процессы в океане, наблюдаемые со спутников в инфракрасном диапазоне.
9. Дистанционное зондирование в микроволновом диапазоне
10. Факторы, влияющие на перенос излучения в атмосфере в микроволновом диапазоне.
11. Микроволновые измерения температуры
12. Принципы определения солености поверхности океана по спутниковым измерениям
13. Процессы в океане, наблюдаемые по измерениям спутниковой солености
14. Принципы альтиметрических измерений уровня моря.
15. Определение скоростей геострофических течений по альтиметрическим измерениям
16. Процессы в океане, наблюдаемые по альтиметрическим измерениям.
17. Принципы скаттерометрических измерений скорости ветра.
18. Характеристики морского льда, определяемые по спутниковым измерениям.
19. Принципы определения высоты волн в океане по альтиметрическим данным.
20. Основы радиолокационного зондирования океана из космоса.
21. Нефтяные пленки в океане.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине				
Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	Не зачтено	Зачтено		
Знания (виды оценочных средств: устные и письменные опросы и контрольные работы, тесты, и т.п.)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (виды оценочных средств: практические контрольные задания, написание и защита рефератов на заданную тему и т.п.)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) (виды оценочных средств: выполнение и защита курсовой	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

работы, отчет по практике, отчет по НИР и т.п.)		опыта)		
-------------------------------------------------	--	--------	--	--

8. Ресурсное обеспечение.

– **Перечень основной и дополнительной литературы:**

а) основная литература:

- Иванов, В.А. Основы океанологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Иванов, К.В. Показеев, А.А. Шрейдер. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2008. — 576 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/158>. — Загл. с экрана.
- Современные технологии обработки данных дистанционного зондирования Земли [Электронный ресурс]: монография / С.В. Антонушкина [и др.] ; под ред. В.В. Еремеева. — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2015. — 460 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72001>. — Загл. с экрана.

б) дополнительная литература:

- Зольников, И. Д. Введение в геоинформационные системы и дистанционное зондирование: учебное пособие для вузов / И. Д. Зольников, Н. В. Глушкина. — Москва: Издательство Юрайт, 2024; Новосибирск : ИПЦ НГУ. — 118 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18577-5 (Издательство Юрайт). — ISBN 978-5-4437-1498-1 (ИПЦ НГУ). — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/536337> (дата обращения: 12.09.2024).
- **Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

Министерство природных ресурсов Российской Федерации. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Федеральное агентство водных ресурсов.

– **Описание материально-технического обеспечения:**

Учебная аудитория с мультимедийным проектором и доской для проведения лекционных занятий.

Учебная аудитория, оснащенная персональными компьютерами, для проведения практических занятий.

9. Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в общей характеристике ОПОП.

10. Язык преподавания - русский

11. Преподаватель: доцент кафедры геоэкологии и природопользования, д.ф.-м.н. А.А. Кубряков

12. Автор программы: доцент кафедры геоэкологии и природопользования д.ф.-м.н. А.А. Кубряков