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

УТВЕРЖДЕНО
на 20 23-20 24 учебный год
Методическим советом Филиала
Протокол № 10 от «30» 08 20 23
Заместитель директора по учебной работе
Заведующий кафедрой

УТВЕРЖДЕНО
на 20 22-20 23 учебный год
Методическим советом Филиала
Протокол № 8 от «28» 06 20 22 г.
Заместитель директора по учебной работе
Заведующий кафедрой

УТВЕРЖДАЮ
Директор
Филиала МГУ в г.Севастополе
_____ О.А. Шпырко
«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

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 № 10 от 10 июня 2021г.
Заведующая кафедрой
_____ (Е.И. Голубева)
(подпись)

Рабочая программа одобрена
Методическим советом
Филиала МГУ в г.Севастополе
Протокол № 8 от 31 августа 2021г.
_____ (С.А. Наличаева)
(подпись)

Севастополь, 2021

Рабочая программа разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС 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.

Год приема на обучение – 2021г.

курс – 4

семестры – 7

зачетных единиц 2

академических часов 72, в т.ч.:

семинаров – 36 часов

самостоятельная работа студентов – 36 часов

Формы промежуточной аттестации:

зачет в 7 семестре

Форма итоговой аттестации:

нет

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.

Дисциплина «Моделирование изменений природной среды» является курсом по выбору вариативной части ОПОП ВО по направлению «География».

Целью освоения дисциплины «Моделирование изменений природной среды» является обучение методикам моделирования и анализа процессов, протекающих в природных системах, с помощью математических методов, развитие аналитических способностей студентов.

Задачи курса:

1. Развить и углубить базовые представления студентов о характеристиках природной среды (как многокомпонентной системы), которые в дальнейшем будут служить объектом моделирования;
2. Изучить пространственное распределение и временную изменчивость характеристик природной среды, а также причинно-следственные связи, определяющие взаимодействие гидрометеорологических и гидрофизических в системе океан-атмосфера-литосфера-криосфера с динамикой атмосферы и вод Мирового океана, химическими, биологическими и геологическими факторами;
3. Дать общие сведения о замкнутой системе уравнений гидротермодинамики и граничных условиях, определяющих эволюцию природных систем;
4. Сформировать общее представление о численных методах, используемых при моделировании изменений природной среды;
5. Ознакомить студентов с современными подходами и методами, используемыми при проведении прогностических и сценарных расчетов;
6. Изучить принципы ансамблевого моделирования;
7. Дать представление о принципах и методах, лежащих в основе проведения атмосферного и океанического ре-анализа.

2. Входные требования для освоения дисциплины.

Курс Моделирования изменений природной среды» строится на знаниях, полученных по ранее изученным дисциплинам: «Математика», «Физика», «Химия», «Гидрология», «Климатология с основами метеорологии» «Океанология» и «Экология». Знания и навыки, полученные при изучении данной дисциплины, являются основой для формирования цельного представления о физико-географических условиях на Земле. Поэтому курс «Моделирование изменений природной среды» относится к числу фундаментальных, определяющих подготовку географов, гидрологов, океанологов и геоэкологов.

Данная дисциплина формирует необходимые основы для дальнейшего освоения курсов, связанных с оптимизацией использования природных ресурсов и управления природопользованием, а также для написания выпускной квалификационной работы бакалавра.

3. Результаты обучения по дисциплине.

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Знать

- основные физико-химические свойства морской воды, атмосферы, криосферы и почвы;
- основные пространственно-временные масштабы изменчивости элементов природной среды;
- базовые сведения об основных законах сохранения и замкнутой системе уравнений гидротермодинамики, определяющей эволюцию природных систем;
- численные методы, используемые при моделировании изменений природной среды;

- современные подходы и методы, используемые при проведении прогностических и сценарных расчетов;
- принципы ансамблевого моделирования;
- иметь представления о современных атмосферных и океанических ре-анализах.

Уметь:

- обрабатывать первичную информацию, необходимую для проведения модельных расчетов;
- проводить интерполяцию в узлы регулярной сетки с использованием различных методов;
- выполнять численные расчеты эволюции характеристик природной среды;
- анализировать полученные в результате расчетов диагностические и прогностические поля.

Владеть:

- общепрофессиональными знаниями теории и методов исследований природной среды, способностью понимать, критически анализировать и излагать базовую информацию;
- навыками обработки первичных наблюдений;
- численными методами решения систем дифференциальных уравнений в частных производных;
- методами анализа информации, полученной в результате диагностических и прогностических расчетов.

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

5. Объем дисциплины составляет 2 з.е., в том числе 36 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (аудиторная нагрузка), 36 академических часа 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, **Форма промежуточной аттестации по дисциплине**	**Номинальные трудозатраты обучающегося**			**Всего академических часов**	**Форма текущего контроля успеваемости** (наименование)
	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, академические часы		**Самостоятельная работа обучающегося, академические часы**		
	Занятия лекционного типа*	Занятия семинарского типа*			
Тема 1. Предмет и задачи курса «Моделирование изменений природной среды»		4	4	8	Устный опрос

Тема 2. Природная среда, как многокомпонентная система		4	4	8	Устный опрос
Тема 3. Регулярные наблюдения за характеристиками природной среды		4	4	8	Устный опрос
Тема 4. Пространственно-временные масштабы изменчивости элементов природной среды		4	4	8	Устный опрос
Тема 5. Основные законы сохранения. Замкнутая система уравнений гидротермодинамики и граничных условиях, определяющих эволюцию природных систем		4	4	8	Устный опрос
Тема 6. Численные методы, используемые при моделировании изменений природной среды		4	4	8	Устный опрос
Тема 7. Атмосферные и океанические ре-анализы		4	4	8	Устный опрос
Тема 8. Прогностические и сценарные расчеты		4	4	8	
Тема 9. Ансамблевое моделирование		4	6	10	
Промежуточная аттестация *(зачет)*				6	
Итого				72	

6.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

№ п/п	Наименование разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплин.
1	Предмет и задачи курса «Моделирование изменений природной среды»	Природная среда как составная часть географической оболочки Земли. Содержание курса «Моделирование изменений природной среды». Основные этапы развития знаний об окружающей среде и методов ее исследования.
2	Природная среда, как многокомпонентная система	Главные компоненты природной среды. Их географическая широтная поясность и зональность. Антропогенное воздействие на природную среду.
3	Регулярные наблюдения за характеристиками природной среды	Контактные и дистанционные наблюдения. Стандартные мониторинговые наблюдения. Специализированные измерения характеристик природной среды. Спутниковые методы контроля состояния природной среды.
4	Пространственно-временные	Суточная, синоптическая, сезонная, межгодовая и междесятилетняя изменчивость параметров окружающей

	масштабы изменчивости элементов природной среды	природной среды. Долгопериодные тренды.
5	Основные законы сохранения. Замкнутая система уравнений гидротермодинамик и и граничных условиях, определяющих эволюцию природных систем	Законы сохранения массы, энергии, импульса и заряда. Замкнутая система уравнений гидротермодинамики. Граничные условия. Различия между компонентами природной среды с точки зрения строгости замыкания системы уравнений, описывающих их эволюцию. Перераспределение вещества и энергии в природных системах. Роль прямых и обратных связей.
6	Численные методы, используемые при моделировании изменений природной среды	Конечноразностная аппроксимация. Точность аппроксимации. Сходимость и устойчивость разностных схем. Явные и неявные схемы. Абсолютно устойчивые алгоритмы. Спектральные модели.
7	Атмосферные и океанические ре-анализы	Атмосферные ре-анализы (NCEP2, MERRA2, ERA5, JRA40 и др.). Океанические ре-анализы (ORAS5, SODA3 и др.). Ре-анализы климатической системы. Пространственно-временное разрешение. Проблема неоднородности усваиваемой информации.
8	Прогностические и сценарные расчеты	Прогностические модели и их реализация. Неопределенность естественных и антропогенных источников воздействия на окружающую среду. Сценарные расчеты.
9	Ансамблевое моделирование	Ансамблевое осреднение прогностических и сценарных оценок. Мультимодельный ансамбль.

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

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

Примерная тематика семинарских работ:

1. Применение математических методов в эколого-географических исследованиях.
2. Статические детерминированные модели, статические стохастические модели.
3. Динамические детерминированные модели, динамические стохастические модели.
4. Применение моделей различного класса в исследованиях природных систем.
5. Три уровня агрегации моделировании природной среды.
6. Локальный уровень агрегации моделирования природной среды.
7. Региональный уровень агрегации моделирования природной среды.
8. Глобальный уровень агрегации моделирования природной среды.
9. Методика получения количественных зависимостей изменения биотического компонента экосистемы локального уровня.
10. Модель изменения численности популяции. Факторы воздействия на численность популяций.
11. Расчет коэффициентов рождаемости, смертности, миграций. Модель (кривая) Ферхюльста.
12. Исследования Гаузе, Лесли, Феллера.

13. Сравнения детерминистической и стохастической моделей роста.
14. Методика построения математических моделей для описания взаимодействия компонентов экосистем.
15. Методология построения моделей Лотки-Вольтерра.
16. Исследование мировых процессов на основе математических моделей.
17. Деятельность А. Печчеи. Создание «Римского клуба». Цели и задачи, основные направления деятельности клуба.
18. Методология построения моделей глобального развития.
19. Методика Форрестера.
20. Этапы моделирования сложных систем. Понятия «Мировая система», «качество жизни».
21. Схемы составления уравнений по Форрестеру. Блок-схемы компонентов уравнений моделируемой системы.
22. Анализ решения уравнений модели Форрестера.
23. Сценарии развития. Кризисные сценарии – истощение ресурсов, глобальное загрязнение окружающей среды, перенаселение, нехватка продуктов питания.
24. Сценарии глобального равновесия. Условия оптимистического сценария.
25. Проекты, выполненные под эгидой «Римского клуба».
26. Модели «Мир-2» и «Мир-3».
27. «Стратегия выживания», «Новый взгляд на развитие».
28. «Энергия, обратный счет», «Третий мир: Три четверти мира».
29. «Маршруты, ведущие в будущее».
30. Модель «ядерной зимы».

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

Список вопросов к зачету:

31. Предмет и задачи курса «Моделирование изменений природной среды»
32. Природная среда, как многокомпонентная система.
33. Контактные и дистанционные наблюдения за характеристиками природной среды.
34. Стандартные мониторинговые наблюдения. Специализированные измерения характеристик природной среды.
35. Квазипериодическая изменчивости элементов природной среды.
36. Долгопериодные тренды.
37. Законы сохранения массы, энергии, импульса и заряда.
38. Замкнутая система уравнений гидротермодинамики для различных компонент природной среды (на примере атмосферы и Мирового океана).
39. Различия между компонентами природной среды с точки зрения строгости замыкания системы уравнений, описывающих их эволюцию.
40. Конечноразностная аппроксимация. Точность аппроксимации. Сходимость и устойчивость разностных схем.
41. Явные и неявные схемы. Абсолютно устойчивые алгоритмы.
42. Атмосферные ре-анализы (NCEP2, MERRA2, ERA5, JRA40 и др.).
43. Океанические ре-анализы (ORAS5, SODA3 и др.).
44. Прогностические модели и их реализация.
45. Сценарные расчеты.
46. Ансамблевое осреднение прогностических и сценарных оценок.
47. Мультимодельный ансамбль.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю)		
Оценка	Не зачтено	Зачтено

РО и соответствующие виды оценочных средств				
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 работы, отчет по практике, отчет по НИР и т.п.)*	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

8. Ресурсное обеспечение.

– **Перечень основной и дополнительной литературы:**

а) основная литература:

1. Светлосанов В. А. Применение системного анализа в исследовании природных систем, М.: 2008
2. Светлосанов В. А. Устойчивость природных систем к антропогенным и природным воздействиям, М.: 2009.
3. Медоуз Д., Рандерс Й., Медоуз Д. Пределы роста. 30 лет спустя. М.: ИКЦ«Академкнига», 2007.

б) дополнительная литература:

4. Аношко В. С., Трофимов А. М., Широков В. М. Основы географического прогнозирования. Мн., 1985. 212 с.
5. Вишнев С. М. Основы комплексного прогнозирования. М., 1977.
6. Емельянов А. Г. Теоретические основы комплексного физико-географического прогнозирования. Калинин, 1982. 136 с.
7. Зайдис И. М., Симонов Ю. Г., Трофимов А. М. Теория и методы прогнозирования экзогенных процессов. Климат, рельеф, деятельность человека. М., 1981.
8. Миханков Ю. М., Фёдоров Б. Г. Прогнозирование изменений геоморфологических систем при техногенном воздействии. Л., 1984. 144 с.
9. Саркисян С. А. Прогнозирование развития больших систем. М., 1975. 216 с.
10. Архипкин В.С., Добролюбов С.А. Океанология. Физические свойства морской воды: Учебное пособие. – М.: МАКС Пресс, 2005. – 216 с.: 44 ил.
11. Толстых М.А. Модели глобальной атмосферы и Мирового океана: алгоритмы и суперкомпьютерные технологии: учебное пособие / М.А. Толстых, Р.А. Ибраев. — Москва: МГУ имени М.В.Ломоносова, 2013. — 144 с. — ISBN 978-5-211-06481-2. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/99341 (дата обращения: 02.11.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
12. Иванов В.А. Загрязнение мирового океана: Учеб. пособие/ В.А. Иванов, К.В. Показеев, Е.Е. Совга; Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Физический факультет. - М.: МАКС-Пресс, 2006. - 164 с.

– **Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем**:

1. Геопортал GoogleEarth http://www.googleearth.com

– **Описание материально-технического обеспечения:**

Освоение дисциплины предполагает использование учебной аудитории для проведения лекционных занятий с необходимыми техническими средствами (компьютер, проектор, экран, демонстрационная доска) и использование компьютерного класса с установленным программным обеспечением (QGIS, ARC GIS SAS.Планета).

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

10. Язык преподавания - русский

11. Преподаватель: член-корреспондент РАН, доктор геогр. наук, профессор Полонский А.Б.

12. Автор программы: член-корреспондент РАН, доктор геогр. наук, профессор Полонский А.Б.