

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Смоленский государственный университет»

Кафедра математического анализа

«Утверждаю»
Проректор по учебно-методической работе
_____ Ю. А. Устименко
«6» сентября 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
Б1.О.07. Математические модели в естественных науках

Направление подготовки: 02.04.01 Математика и компьютерные науки
Направленность (профиль): Методы моделирования в анализе и стохастике
Форма обучения – очная
Курс – 2
Семестр – 3, 4
Всего зачетных единиц – 7, часов – 252
Форма отчетности: зачет – 3,4 семестр

Программу разработал
кандидат физико-математических наук, доцент Гомонов С.А.

Одобрена на заседании кафедры
«30» августа 2022 г., протокол № 11

Смоленск
2022

1. Место дисциплины в структуре ОП

Курс «Математические модели в естественных науках» входит в обязательную часть программы магистратуры по направлению подготовки 02.04.01 Математика и компьютерные науки (магистерская программа: Методы моделирования в анализе и стохастике). Содержание курса тесно связано с научными исследованиями, ведущимися на кафедре математического анализа, и призвано обеспечить необходимую для выпускников магистратуры фундаментальную подготовку по высшей математике.

Предполагается, что в результате освоения настоящего курса студенты получат цельное представление о существующих методах и моделях математического характера в естественных и гуманитарных науках. А это, в свою очередь, будет способствовать успешной научно-исследовательской работе магистрантов (в частности, при подготовке магистерских диссертаций), а также дальнейшей их научно-педагогической деятельности.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенции	Индикаторы достижения
ОПК-2. Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, совершенствовать и разрабатывать концепции, теории и методы	Знает: основные понятия прикладной математики, сферы их приложений; возможности создания и исследования новых математических моделей в естественных науках; применение новых математических методов, появляющихся в исследованиях предметной области; основные способы математической обработки информации и их реализации с помощью программного обеспечения. Умеет: применять математические знания в профессиональной деятельности при построении математических моделей в естественных науках, требующие углубленных профессиональных знаний; выбирать необходимые методы исследования, модифицировать существующие и разрабатывать новые методы, исходя из задач конкретного исследования; оценивать программное обеспечение и перспективы его использования с учетом решаемых профессиональных задач; расширять свои математические познания. Владеет: основными методами обработки математических моделей в естественных науках; навыками работы с программными средствами общего и профессионального назначения; способами ориентации в профессиональных источниках информации; навыками проведения экспериментов и анализом их результатов.
ПК-2. Способен применять методы стохастического и аналитического математического моделирования для решения прикладных задач	Знает: методы стохастического и аналитического математического моделирования. Умеет: выбирать методики разработки требований к модели, строить причинно-следственные связи, формулировать требования к модели и цели ее создания, исходя из анализа проблем, потребностей и возможностей, анализировать соответствие требованиям существующих моделей, алгоритмизировать деятельность. Владеет: навыками анализа проблемной ситуации, разработки требований к модели, постановки цели, разработки концепции модели, стохастического и аналитического математического моделирования для решения прикладных задач.

3. Содержание дисциплины

3 семестр

Математические методы моделирования. Прикладные науки и математическое моделирование. Стратегия моделирования.

Гидрология как источник примеров моделирования. Детерминированное моделирование.

Понятие фазовой диаграммы воды.

Проблемы: нелинейности, уникальности, неопределенности, эквививальности, масштаба и калибровки и их преодоление.

4 семестр

Математические методы моделирования (повторение, продолжение и дополнение).

Математическое моделирование в метеорологии. Математическое моделирование в геологии. Современные проблемы математического моделирования в прикладных науках.

Стратегии моделирования в метеорологии и геологии. Детерминированное моделирование в метеорологии и геологии. Аэро и космическое фото и киносъемка. Мониторинг. Проблемы: нелинейности, уникальности, неопределенности, эквививальности, масштаба и калибровки и попытки их решения.

4. Тематический план

3 семестр

№ п/п	Разделы и темы	Всего часов	Формы занятий			
			лекции	практические занятия	лабораторные занятия	самостоятельная работа
1.	Математические методы моделирования	18	4	4	–	10
2.	Прикладные науки и математическое моделирование.	14	2	2	–	10
3.	Стратегия моделирования.	14	2	2	–	10
4.	Гидрология как источник примеров моделирования.	14	2	2	–	10
5.	Детерминированное моделирование.	12	2	2	–	8
6.	Понятие фазовой диаграммы воды.	12	2	2	–	8
7.	Проблемы: нелинейности, уникальности, неопределенности, эквививальности, масштаба и калибровки и их преодоление.	24	2	2	–	20
Итого за семестр		108	16	16	–	76

4 семестр

№ п/п	Разделы и темы	Всего часов	Формы занятий			
			лекции	практические занятия	лабораторные занятия	самостоятельная работа
1.	Математические методы моделирования	28	4	4	–	20
2.	Математическое моделирование в метеорологии	14	2	2	–	10
3.	Математическое моделирование в геологии	24	2	2	–	20
4.	Современные проблемы математического моделирования в прикладных науках	14	2	2	–	10
5.	Стратегии моделирования в метеорологии и геологии	24	2	2	–	20
6.	Детерминированное моделирование в метеорологии и геологии	14	2	2	–	10
7.	Проблемы: нелинейности, уникальности, неопределенности, эквивифинальности, масштаба и калибровки и попытки их решения.	26	2	2	–	22
Итого за семестр		144	16	16	–	112

5. Виды учебной деятельности

Занятия лекционного типа

3 семестр

Лекция 1-2. Математические методы моделирования.

Лекция 3. Прикладные науки и математическое моделирование.

Лекция 4. Стратегия моделирования.

Лекция 5. Гидрология как источник примеров моделирования.

Лекция 6. Детерминированное моделирование.

Лекция 7. Понятие фазовой диаграммы воды.

Лекция 8. Проблемы: нелинейности, уникальности, неопределенности, эквивифинальности, масштаба и калибровки и их преодоление.

4 семестр

Лекция 1-2. Математические методы моделирования (повторение, продолжение и дополнение).

Лекция 3. Математическое моделирование в метеорологии.

Лекция 4. Математическое моделирование в геологии.

Лекция 5. Современные проблемы математического моделирования в прикладных науках.

Лекция 6. Стратегии моделирования в метеорологии и геологии.

Лекция 7. Детерминированное моделирование в метеорологии и геологии. Аэро и космическое фото и кино съемка. Мониторинг

Лекция 8. Проблемы: нелинейности, уникальности, неопределенности, эквививальности, масштаба и калибровки и попытки их решения.

Занятия семинарского типа – практические занятия

3 семестр

Практическое занятие №1-3.

Примеры конструирования и проектирования моделей. Стратегия моделирования.

Практическое занятие №4-5.

Работа с фазовыми диаграммами воды (График Хелланд-Хансена, кислотности, солёности и жёсткости).

Практическое занятие №6.

Уравнение проводимости и диффузии.

Практическое занятие №7-8.

Основные проблемы математического моделирования в естественных науках.

4 семестр

Практическое занятие №1-2.

Примеры конструирования и проектирования моделей. Стратегия моделирования.

Практическое занятие №3-4

Работа с информацией, получаемой о процессах в атмосфере и литосфере дистанционно (фотосъемка с околоземных спутников).

Практическое занятие №5-6.

Уравнение проводимости и диффузии.

Практическое занятие №7-8.

Основные проблемы математического моделирования в естественных науках.

Самостоятельная работа

Текущая самостоятельная работа студента направлена на углубление и закрепление знаний студентов и развитии практических умений. Она заключается в работе с лекционными материалами, поиске и обзоре литературы и электронных источников, информации по заданным темам курса, опережающей самостоятельной работе, в изучении тем и подготовке к занятиям.

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов состоит в:

- проработке лекционного материала;
- выполнении домашних заданий.

6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины (модуля)

6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации

Текущая аттестация осуществляется на каждом практическом занятии в процессе фронтального опроса, выполнения заданий для аудиторной работы, в процессе проверки домашней самостоятельной работы.

Оценочные средства

I. Контрольные вопросы для проверки теоретической подготовки к практическому занятию.

Перечень вопросов приводится в методических разработках, рекомендованных к каждому практическому занятию.

Критерии оценивания ответа на теоретический вопрос

Оценка	Критерии
отлично	полностью раскрывает содержание вопроса, приводит примеры ситуаций, демонстрирующих теоретические положения, рассмотренные в вопросе
хорошо	допускает неточности при изложении теоретического материала, приводит примеры ситуаций, демонстрирующих теоретические положения, рассмотренные в вопросе
удовлетворительно	допускает ошибки при изложении теоретического материала, с трудом приводит примеры ситуаций, демонстрирующих теоретические положения, рассмотренные в вопросе
неудовлетворительно	допускает грубые ошибки при изложении теоретического материала, с трудом приводит примеры ситуаций, демонстрирующих теоретические положения, рассмотренные в вопросе

II. Задания для самостоятельной работы.

Список задач для практических занятий и для самостоятельной работы находится на кафедре.

Критерии оценивания выполнения практических заданий

Оценка	Критерии
отлично	студент добросовестно выполняет предложенные задания, анализирует полученные результаты, делает содержательные выводы, активно участвует в обсуждении результатов
хорошо	студент добросовестно выполняет предложенные задания, анализирует полученные результаты, делает выводы, но допускает неточности, не участвует в обсуждении результатов
удовлетворительно	студент выполняет предложенные задания, с трудом проводит анализ результатов, затрудняется в выводах, не участвует в обсуждении результатов
неудовлетворительно	студент не выполняет задания

III. Контрольные работы по дисциплине.

3 семестр

Образец контрольной работы

1. Изложить проблему масштабирования и проиллюстрировать ее примерами.
2. Укажите простейшие модели для описания стоков.
3. Эффект Адлера и противоречия, возникающие в связи с этим эффектом.

Критерии оценивания контрольной работы

1. Нормы оценивания работы

№ п/п	Структурная часть контрольной работы	Количество баллов (*)
1	Правильно реализован каждый метод решения	1 балл
2	Анализ результатов	2 балла

(*) Возможна градация в 0,25 балла.

2. Шкала оценивания работы:

п/п	Оценка	Количество баллов
1	Отлично	4,75-5
2	Хорошо	3,75-4,5
3	Удовлетворительно	3-3,5
4	Неудовлетворительно	менее 3

4 семестр

Образец контрольной работы

1. Приведите по два примера сосредоточенных и распределенных математических моделей.
2. Опишите процесс краткосрочных метеорологических предсказаний.
3. Существующие методы предсказания вулканической деятельности (на двух конкретных примерах).
4. Проблема калибровки и попытки ее преодоления.

Критерии оценивания контрольной работы

1. Нормы оценивания работы

№ п/п	Структурная часть контрольной работы	Количество баллов (*)
1	Правильно реализован каждый метод решения	1 балл
2	Анализ результатов	2 балла

(*) Возможна градация в 0,25 балла.

2. Шкала оценивания работы:

п/п	Оценка	Количество баллов
1	Отлично	4,75-5
2	Хорошо	3,75-4,5
3	Удовлетворительно	3-3,5
4	Неудовлетворительно	менее 3

6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация в 3 и 4 семестре осуществляется посредством проведения зачета.

Критерий получения зачета

Зачет выставляется по результатам работы студента в течение семестра согласно Положению о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Смоленский государственный университет».

Для получения зачета студент должен:

- уметь отвечать на теоретические вопросы, рассмотренные на лекциях;
- выполнить контрольную работу не менее чем на 3 балла;
- уметь решать задачи, предложенные на практических занятиях.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

7.1. Список основной литературы

1. Бордовский Г. А. Физические основы математического моделирования : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Г. А. Бордовский, А. С. Кондратьев, А. Чоудери. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 319 с. [электронный ресурс: <https://urait.ru/book/fizicheskie-osnovy-matematicheskogo-modelirovaniya-414602>].

2. Ризниченко Г. Ю. Математические методы в биологии и экологии. Биофизическая динамика продукционных процессов в 2 ч. Часть 1 : учебник для бакалавриата и магистратуры / Г. Ю. Ризниченко, А. Б. Рубин. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 253 с. [электронный ресурс: <https://urait.ru/book/matematicheskie-metody-v-biologii-i-ekologii-biofizicheskaya-dinamika-produkcionnyh-processov-v-2-ch-chast-1-421523>]

7.2. Список дополнительной литературы

1. Попов Е.Г. Гидрологические прогнозы.- Ленинград.: Гидрометеорологическое из-во, 1970.

2. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: идеи, методы, примеры. – М.: Физматлит, 2005.

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронная библиотека <https://urait.ru/>
2. Электронно-библиотечная система <http://znanium.com>
3. Электронная библиотека механико-математического факультета Московского государственного университета - www.lib.mexmat.ru/books/41
4. Математическое бюро: решение задач по высшей математике - www.matburo.ru
5. Российская Государственная Библиотека: <http://www.rsl.ru/>
6. Научная электронная библиотека: <http://txt.elibrary.ru/>
7. Научная библиотека Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова: <http://www.lib.msu.ru/index.html>
8. Открытая русская электронная библиотека: <http://orel.rsl.ru/index.shtml>
9. Научная электронная библиотека: <http://elibrary.ru>

8. Материально-техническое обеспечение

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная стандартной учебной мебелью, интерактивной доской, мультимедиапроектором, ноутбуком и колонками.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная стандартной учебной мебелью.

Помещение для самостоятельной работы – компьютерный класс с доступом к сети «Интернет» и ЭИОС СмолГУ.

9. Программное обеспечение

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный АО «Лаборатория Касперского», лицензия 1FB6-161215-133553-1-6231.

Microsoft Open License, лицензия 49463448 в составе:

1. Microsoft Windows Professional 7 Russian;
2. Microsoft Office 2010 Russian.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 03B6A3C600B7ADA9B742A1E041DE7D81B0

Владелец: Артеменков Михаил Николаевич

Действителен: с 04.10.2021 до 07.10.2022