

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

УТВЕРЖДАЮ



Директор
Филиала МГУ в г. Севастополе
О.А. Шпырко
20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины (модуля)

Статистические методы анализа данных

код и наименование дисциплины (модуля)

Уровень высшего образования:

специалитет

Направление подготовки:

03.05.02 Фундаментальная и прикладная физика

(код и название направления/специальности)

Направленность (профиль) ОПОП:

общий

(если дисциплина (модуль) относится к вариативной части программы)

Форма обучения:

очная

очная, очно-заочная

Рабочая программа рассмотрена
на заседании кафедры физики и геофизики
протокол №4 от «21» июня 2023 г.

Заведующий кафедрой

_____ (К.В. Показеев)

(подпись)

Рабочая программа одобрена

Методическим советом

Филиала МГУ в г. Севастополе

Протокол №6 от «28» июня 2023 г.

_____ (Л.И. Теплова)

(подпись)

Севастополь, 2023

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 03.05.02 «Фундаментальная и прикладная физика» в редакции приказа МГУ №1780 от 29 декабря 2018 г.

Год (годы) приема на обучение: с 2020



курс – 4

семестры – 8

зачетных единиц – 4

академических часов – 68, в т.ч.

лекций – 17 часов

практических занятий – 51 час

Форма промежуточной аттестации:

экзамен в 8 семестре

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО.

Целью курса является изложение и доказательство основных современных методов статистической обработки данных. В курсе изучаются основные виды данных, напоминаются основы теории вероятности и математической статистики, на основе многочисленных физических задач, включая такие ультра - современные постановки как проблема детекции гравитационных волн, показывается что большинство реальных данных имеет смешанный стохастико-аналитический характер. Так, например, упомянутая выше задача детекции требует рассмотрения некоторых операторов, с одной стороны, как аналитических объектов, а с другой, как объектов математической статистики. В этой связи в курсе излагается новый смешанный метод анализа данных, носящий название метода стохастической аппроксимации, а также дается детальное описание построенного на его базе алгоритма.

Структурно-методическое место дисциплины: Курс статистических методов анализа данных является вспомогательным курсом, целью которого является приобретение практических навыков решения конкретных задач современной физики. Перед курсом статистических методов анализа данных студентам необходимо изучить базовый курс математического анализа, интегральных уравнений и основ вариационного исчисления, а также курс теории вероятности и математической статистики.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть).

- владение методологией научных исследований в профессиональной области;
- способность к поиску, критическому анализу, обобщению и систематизации научной информации, к постановке целей исследования и выбору оптимальных путей и методов их достижения;
- способность к самостоятельному обучению и разработке новых методов исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля деятельности; к инновационной научно-образовательной деятельности;
- владение современными профессиональными знаниями в области физики, математики, современных информационных технологий, компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернета и использование их для решения задач профессиональной деятельности.

3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

Знать:

- основные определения и понятия курса,
- основные принципы и теоремы из области статистических методов анализа данных,
- доказательства базовых теорем и фактов.

Уметь:

- находить основные характеристики конкретных случайных величин,
- получать стандартные стохастико-аналитические оценки,
- интерпретировать объекты дуальной природы в аналитическом и вероятностном смыслах.

Владеть:

- профессиональными знаниями касательно основных теоретических положений, принципов и методов теории интегральных уравнений и вариационного исчисления, способностью понимать, критически анализировать и излагать базовую информацию.

Иметь опыт:

- применения стохастико-аналитических оценок к практически ставящимся задачам физики и геофизических моделей.

4. Формат обучения – контактный.

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 4 з. е., в том числе 68 академических часов на аудиторную работу, 76 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

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

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

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Номинальные трудозатраты обучающегося		Самостоятельная работа обучающегося, академические часы	Всего академических часов	Форма текущего контроля успеваемости (наименование)
	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, академические часы				
	Занятия лекционного типа*	Занятия семинарского типа*			
Введение (основные типы данных)	Консультации, 4	Опрос, 6	7	10	-
Случайные величины и их характеристики	Консультации, 3	Опрос, 6	6	9	-
Пространства с интегральными метриками	Консультации, 3	Опрос, 6	7	9	-
Метод интерполяции непрерывных сигналов	Консультации, 3	Опрос, 6	6	9	-
Неравенство Чебышева и закон больших чисел	Консультации, 3	Опрос, 6	7	9	-
Семейства интерполяционных операторов и их свойства	Консультации, 3	Опрос, 6	6	9	Контрольная работа
Метод и алгоритм стохастиче-	Консультации	Опрос, 6	7	9	-

ской аппроксимации	ции, 3				
Систематизация выученного материала курса перед экзаменом.	Консультации, 3	Опрос, 6	6	9	Контрольная работа
Другие виды самостоятельной работы (при наличии): например, курсовая работа, творческая работа (эссе)	-	-	-	-	-
	17	51	32	100	
Промежуточная аттестация (экзамен)			8	8	
Итого				108	

**В таблице должно быть зафиксировано проведение текущего контроля успеваемости, который может быть реализован, например, в рамках занятий семинарского типа.*

*** Часы, отводимые на проведение промежуточной аттестации, выделяются из часов самостоятельной работы обучающегося. (зачет – 6 часов, экзамен – 8 часов)*

6.2. Содержание разделов (тем) дисциплины.

№ п/п	Наименование разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплин
Лекции		
2.	Тема 2.	Введение
3.	Тема 3.	Случайные величины и их основные характеристики. Понятие случайного процесса
4.	Тема 4.	Пространства с интегральными метриками и их применение к обработке разрывных и сильно осциллирующих данных
5.	Тема 5.	Ядро Дирихле и их свойства
6.	Тема 6.	Полином тригонометрической интерполяции и его структура. Оценка типа Лебега о качестве представления сигнала
7.	Тема 7.	Неравенство Чебышева и закон больших чисел
8.	Тема 8.	Семейства интерполяционных операторов и их интерпретация как одного оператора, действующего в пространство функций удвоенного числа переменных
9.	Тема 9.	Оценка типа Лебега для семейств, теорема о стохастической аппроксимации
10.	Тема 10.	Алгоритм стохастической аппроксимации, проблема оптимального выбора его параметров
11.	Тема 11.	Линейное уравнение Вольтерра
Семинары		

	Тема 1.	Подсчет характеристик случайных величин
	Тема 2.	Вычисление функций распределения и плотностей
	Тема 3.	Неравенство Чебышева и его различные формы
	Тема 4.	Выведение формул для ядра Дирихле
	Тема 5.	Определение мажоранты ядра Дирихле и подсчет его нормы
	Тема 6.	Определение принадлежности функций пространствам с интегральной метрикой
	Тема 7.	Вывод основных стохастико – аналитических оценок
	Тема 8.	Блок-схемы процедур, входящих в алгоритм стохастической аппроксимации
	Тема 9.	Вывод формул для оптимальных параметров

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

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

Система контроля знаний включает две контрольных работы (текущая аттестация) и экзамен (промежуточная аттестация). Контрольные работы состоят из 5-7 задач по темам, изученным на занятиях. Результаты контрольных работ служат основой для допуска к экзамену. Экзамен также включает в себя решение задач и ответы на вопросы преподавателя. Экзамен проводится в устной форме и оценивается по четырехбалльной системе: «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

Наряду с классической технологией, связанной с чтением лекции, решением упражнений и задач, а также самостоятельной работой студента по ее проработке и последующим опросом, предполагается использование смешанной формы занятия, проводимому по принципу «лекция-семинар», при которой изложение преподавателем лекционного материала сочетается с решением студентами тех или иных задач, возникающих по ходу лекции и органично встроенных в курс.

ВАРИАНТЫ ПРИМЕРОВ

1. Вычислить математическое ожидание и дисперсию равномерного распределения.
2. Найти явную формулу для ядра Дирихле.
3. Определить принадлежность степенных функций p -пространствам в зависимости от показателя степени.
4. Нарисовать графики функций распределения дискретных случайных величин исходя из их законов распределения,
5. Вычислить норму интерполяционного оператора в терминах ядра.
6. Оценить норму ядра Дирихле сверху.
7. Вывести формулу для оптимального количества случайных сдвигов в зависимости от метрики.

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

Вопросы экзаменационных билетов:

1. Понятие случайной величины, математического ожидания и дисперсии.
2. Основные законы распределения.
3. Независимые случайные величины и их свойства.
4. Неравенство Чебышева и его разные формы.
5. Закон больших чисел.
6. Пространства с интегральной метрикой и типы сходимости.
7. Задача интерполяции и ее корректность.
8. Ядро Дирихле и его основные свойства.
9. Формула для интерполяционного полинома.
10. Понятие наилучшего приближения и оценка Лебега для оператора интерполяции.
11. Семейства интерполяционных операторов и их основные свойства.
12. Понятие нормы и сходимости семейств.
13. Оценка Лебега для семейств.
14. Теорема о стохастической аппроксимации.
15. Алгоритм стохастической аппроксимации обработки данных.
16. Параметры алгоритма и их оптимальный выбор.
17. Основные процедуры алгоритма.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю)				
Оценка	2	3	4	5
РО и соответствующие виды оценочных средств				
Знания <i>(контрольные работы)</i>	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения <i>(контрольные работы)</i>	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) <i>(экзамен)</i>	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.**

1. Трухин В.И., Показеев К.В., Куницын В.Е. Общая и экологическая геофизика / В.И. Трухин, К.В. Показеев, В.Е. Куницын. – М.: Физматлит, 2005. – 576 с.

– **Описание материально-технического обеспечения.**

Учебный кабинет №173, (40,71м²)
 Учебных столов – 9 шт., стульев – 19 шт.,
 3-х створчатая доска для мела – 1 шт.,
 Стол для преподавателя – 1 шт.
 Стационарный экран для проектора – 1 шт.

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

10. Язык преподавания русский.

11. Преподаватель (преподаватели).

Доцент кафедры физики и геофизики, кандидат физико-математических наук Николай Борисович Косых.

12. Автор (авторы) программы.

Профессор кафедры вычислительной математики, доктор физико-математических наук Константин Всеволодович Руновский.