

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
ФИЛИАЛ МГУ В Г. ДУБНЕ



УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора
филиала МГУ в г.Дубне
/ Э.Э. Боос /
«14» 09 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Современные проблемы физики

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки:

03.04.02 Физика

Направленность (профиль) ОПОП:

Физика элементарных частиц, Фундаментальная и прикладная ядерная физика

Форма обучения: Очная форма обучения

Дубна 2022 г.

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 программы магистратуры 03.04.02 «Физика».

Год (годы) приема на обучение _____

Авторы–составители:

1. Аллахвердян Владимир Артурович, аспирант физического факультета МГУ
2. Кандидат физ.-мат.наук Леонтьев Владимир Викторович, доцент физического факультета МГУ

Руководители магистерских программ

1. Доктор физ.-мат. наук, профессор академик РАН В.А. Матвеев, заведующий кафедрой физического факультета МГУ
2. Доктор физ.-мат. наук, академик РАН Г.В. Трубников, по совместительству заведующий кафедрой физического факультета МГУ

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Современные проблемы физики»

В рамках дисциплины “Современные проблемы физики” данный курс посвящён элементам теории вероятности и методам Монте-Карло. Первая часть курса посвящена описанию случайных величин, дискретных и непрерывных распределений, их свойствам. Вторая часть курса посвящена непосредственно самим методам Монте-Карло и решениям физических задач с их помощью. Лекционный материал сопровождается большим количеством задач, которые необходимо будет решить для полного освоения материалом. Материал курса рассчитан на широкий круг обучающихся.

Разделы рабочей программы

1. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО).
2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (при наличии)
3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с формируемыми компетенциями
4. Формат обучения.
5. Язык обучения.
6. Содержание дисциплины.
7. Объем дисциплины
8. Структурированное по темам (разделам) содержание дисциплины (модуля) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий
9. Текущий контроль и промежуточная аттестация.
10. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).
11. Шкала оценивания.
12. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.
13. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.
14. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Современные проблемы физики» реализуется на 1-ом курсе в 1-ом семестре и 2-ом семестре магистратуры и входит в состав вариативной(обязательной?) части.

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

Базовые знания в области общей и теоретической физики в объеме классических университетских курсов

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

В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции | Результаты обучения |
|--|---|--|
| МПК-3 Способен самостоятельно (или) в составе научного коллектива применять математические методы для исследования физических явлений и процессов в области физики элементарных частиц при решении задач профессиональной деятельности | ИМПК-3.2 Способен использовать численные методы при анализе экспериментальных данных, при моделировании работы экспериментальных установок физики элементарных частиц | З-1 Знать: основные методы и инструменты, используемые для моделирования процессов физики элементарных частиц. У-1 Уметь: использовать некоторые программные инструменты для моделирования процессов физики элементарных частиц. В-1 Владеть: навыками программирования на C, C++, Python, достаточными для создания программ по заданным инструкциям и работы с уже готовыми программными проектами, связанными с моделированием процессов физики элементарных частиц. |

3. **Форма обучения:** очная.

4. **Язык обучения:** русский.

5. **Содержание дисциплины**

Тема 1. Основные понятия теории вероятностей.

- Случайные величины и случайные вектора.

- Их способы получения.
- Основные распределения в теории вероятности.
- Псевдослучайные числа.

Тема 2. Методы генерации случайных чисел с различными плотностями.

- Метод обратных функций (для дискретных величин, для непрерывных величин)
- Преобразования общего вида, замена переменных и использование их для разыгрывания различных плотностей.
- Метод отбора
- Генерация интегральных плотностей
- Моделирование многомерных случайных величин
- Метод суперпозиций

Тема 3. Вычисление интегралов с помощью методов Монте-Карло.

- Интегралы как математическое ожидание.
- Простейшие методы вычисления интегралов. Оценка дисперсии.
- Способы уменьшения дисперсии.
- Интегралы, зависящие от параметра.
- Случайные квадратурные формулы.

Тема 4. Линейные уравнения и их решения с помощью Монте-Карло методов

- Неоднородные и однородные интегральные уравнения.
- Система алгебраических линейных уравнений.
- Использование статистических весов для решения интегральных уравнений.
- Применение к физике элементарных частиц

Тема 5. Применение методов Монте-Карло в статистической физике

- Методы отжиг
- Генетические алгоритмы
- Метод Метрополиса.

7. Объем дисциплины

| НАЗВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ | Трудоемкость в зачетных единицах | объем учебной нагрузки в ак. часах | | | | | Самостоятельная работа студентов |
|-----------------------------|----------------------------------|------------------------------------|---------------------------|--------|-----------|-----------------------------|----------------------------------|
| | | Общая трудоемкость | в том числе ауд.занятий | | | Учебно-практические занятия | |
| | | | Общая аудиторная нагрузка | Лекций | Семинаров | | |
| Современные проблемы физики | 2 | 72 | 36 | 18 | 18 | 36 | |

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

Изучение курса «Современные проблемы физики» включает в себя лекции, на которых рассматривается теоретическое содержание курса; семинарские занятия, предусматривающие углубленное изучение и обсуждение вопросов, обозначенных в темах дисциплины; самостоятельную работу, заключающуюся в подготовке к лекционным и семинарским занятиям. Темы, рассматриваемые на лекциях и изучаемые самостоятельно,

закрепляются на семинарских занятиях, по вопросам, вызывающим затруднения, проводятся консультации.

| № тем ы | | Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы | | | | | Са мо ст оя те ль на я ра бо та | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации |
|---------------|--------------------------|--|----------------------------|--------------------------------------|---|----|---|--|
| | | Вс его ча со в | Л е к ц и и | С е м и н а р ы | Учебно- практичес кие занятия (лаборато рные или практичес кие занятия) | | | |
| 1 | | 4 | 1 | 1 | | 2 | Оп | |
| 2 | | 4 | 1 | 1 | | 2 | Оп | |
| 3 | | 4 | 1 | 1 | | 2 | Оп | |
| 4 | | 4 | 1 | 1 | | 2 | Оп | |
| 5 | | 4 | 1 | 1 | | 2 | Т | |
| 6 | | 4 | 1 | 1 | | 1 | Оп | |
| 7 | | 4 | 1 | 1 | | 2 | Оп | |
| 8 | | 4 | 1 | 1 | | 2 | Т | |
| 9 | | 4 | 1 | 1 | | 1 | Оп | |
| 10 | | 4 | 1 | 1 | | 2 | Оп | |
| 11 | | 4 | 1 | 1 | | 2 | Оп | |
| 12 | | 4 | 1 | 1 | | 2 | Оп | |
| 13 | | 4 | 1 | 1 | | 2 | Оп | |
| 14 | | 4 | 1 | 1 | | 2 | Т | |
| 15 | | 4 | 2 | 2 | | 2 | Оп | |
| 16 | | 8 | 2 | 2 | | 2 | Оп | |
| | Промежуточная аттестация | 4 | | | | 4 | зачет | |
| ИТОГО: | | 72 | 1 8 | 1 8 | | 36 | | |

ДЗ- домашнее задание, Оп- опрос, КР- контрольная работа, Т- тестирование, Реф - реферат

9. Текущий контроль и промежуточная аттестация.

Текущий контроль по дисциплине «Современные проблемы физики» осуществляется на лекциях и семинарских занятиях и заключается в оценке активности и качества участия в опросах и собеседованиях по проблемам, изучаемых в рамках тем лекционных занятий, аргументированности позиции; оценивается широта используемых теоретических знаний.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Современные проблемы физики» проводится во втором семестре в форме зачета в виде письменной работы.

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

Перечень оценочных средств, применяемых на каждом этапе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, представлены в таблице

| Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|--|---|---|
| Оценочные средства текущего контроля | | |
| Тематический опрос (в форме ответов на вопросы) | Средство контроля, организованное как специальная беседа по тематике предыдущей лекции и рассчитанное на выяснение объема и качества знаний, усвоенных обучающимися по определенному разделу, теме, проблеме. | Перечень тем, изучаемых в рамках дисциплины |
| Собеседование (в форме беседы, дискуссии по теме) | Средство контроля, организованное как свободная беседа, дискуссия по тематике изучаемой дисциплины, рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по всем изученным разделам, темам; свободного использования терминологии для аргументированного выражения собственной позиции. | Перечень тем, изучаемых в рамках дисциплины |
| Тестирование | Средство контроля, позволяющее получить оценку уровня фактических знаний аспиранта по изученной теме. | Образцы тестов |
| Оценочные средства промежуточной аттестации | | |
| Письменная работа | Средство, позволяющее оценить сформированность систематических представлений о методах научно-исследовательской деятельности. | Перечень вопросов к зачету |
| Собеседование | Средство, позволяющее получить экспертную оценку знаний, умений и навыков по для оценивания и анализа различных фактов и явлений в своей профессиональной области. | Требования к порядку проведения собеседования |

11. Шкала оценивания.

| Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения | | | |
|--|---|--|---|---|
| | 2/ не зачтено | 3/ зачтено | 4/ зачтено | 5/ зачтено |
| ЗНАТЬ: основные методы и инструменты, используемые для моделирования процессов физики элементарных частиц ИМПК-3.2 | Отсутствие знаний основных методов и инструментов, используемых для моделирования процессов физики элементарных частиц | В целом успешные, но не систематические знания основных методов и инструментов, используемых для моделирования процессов физики элементарных частиц | В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы знания основных методов и инструментов, используемых для моделирования процессов физики элементарных частиц | Успешные и систематические знания основных методов и инструментов, используемых для моделирования процессов физики элементарных частиц |
| УМЕТЬ: использовать некоторые программные инструменты для моделирования процессов физики элементарных частиц ИМПК-3.2 | Отсутствие умения использовать некоторые программные инструменты для моделирования процессов физики элементарных частиц | В целом успешное, но не систематическое умение использовать некоторые программные инструменты для моделирования процессов физики элементарных частиц | В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы умение использовать некоторые программные инструменты для моделирования процессов физики элементарных частиц | Успешное и систематическое умение использовать некоторые программные инструменты для моделирования процессов физики элементарных частиц |
| ВЛАДЕТЬ: навыками программирования на С, С++, Python, достаточными для создания программ по заданным инструкциям и работы с уже готовыми | Отсутствие/фрагментарное владение навыками программирования на С, С++, Python, достаточными для создания программ по заданным инструкциям и | В целом успешное, но не систематическое владение навыками программирования на С, С++, Python, достаточными для создания программ по | В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы владение навыками программирования на С, С++, Python, достаточными | Успешное и систематическое владение навыками программирования на С, С++, Python, достаточными для создания программ по заданным инструкциям и |

| | | | | |
|--|--|---|--|--|
| программными проектами, связанными с моделированием процессов физики элементарных частиц ИМПК-3.2 | работы с уже готовыми программными проектами, связанными с моделированием процессов физики элементарных частиц | заданным инструкциям и работы с уже готовыми программными проектами, связанными с моделированием процессов физики элементарных частиц | для создания программ по заданным инструкциям и работы с уже готовыми программными проектами, связанными с моделированием процессов физики элементарных частиц | работы с уже готовыми программными проектами, связанными с моделированием процессов физики элементарных частиц |
|--|--|---|--|--|

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

Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Пример:

Вопросы по теории:

1. Критерий Колмогорова для равномерно распределенных случайных
2. величин.
3. Метод сравнений для получения последовательности равномерно распределённых псевдослучайных величин.
4. Два подхода для моделирования случайных величин с заданным законом распределения.
5. Стандартный метод Монте-Карло для вычисления интегралов.
6. Сравнительная трудоемкость при решении систем линейных алгебраических уравнений методами Монте-Карло

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

Зачет проводится в форме письменной работы.

Материалы промежуточной аттестации обучающихся

Вопросы к зачету:

1. Основные методы получения псевдослучайных чисел.
2. Генерация СЧ с помощью метода обратных функций.
3. Метод отбора и его эффективность. Физический и геометрический смысл метода.
4. Вычисление интегралов с помощью стандартного метода Монте-Карло.
5. Способы повышения точности стандартного метода Монте-Карло и их смысл.
6. Случайные квадратурные формулы.
7. Оценка скалярного произведения с помощью методов Монте-Карло.
8. Оценка функционалов, их степеней и сверток с помощью метода Монте-Карло.
9. Решение интегральных уравнений с помощью методов Монте-Карло.

10. Обращение матриц и решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).
11. Генетические алгоритмы.

14. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

Основная литература

1. И. М. Соболев «Численные методы Монте-Карло»
2. С. М. Ермаков, Г. А. Михайлов «Статистическое моделирование»
3. Г. А. Михайлов, А. В. Войтишек «Численное статистическое моделирование. Методы Монте-Карло»
4. С. М. Ермаков. Методы Монте-Карло в вычислительной математике.
5. В. М. Замалин, Г. Э. Норман, В. С. Филинов «Методы Монте-Карло в статистической термодинамике»
6. David P. Landau, Kurt Binder “A guide to Monte-Carlo simulations in statistical physics”

Дополнительная литература

1. С. М. Ермаков. Методы Монте-Карло в вычислительной математике.

При реализации дисциплины может быть использовано следующее программное обеспечение:

1. Операционная система Astra Linux (<https://astralinux.ru/>) или аналог, с офисным пакетом.

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. База данных РИНЦ (российский индекс научного цитирования) <http://www.elibrary.ru>
2. <https://nica.jinr.ru/ru/>
3. <https://twiki.cern.ch/twiki/bin/view/AtlasPublic>

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Particle Data Group (<http://pdg.lbl.gov>)

Материально-техническое обеспечение

В соответствии с требованиями п. 5.3. образовательного стандарта МГУ по направлению подготовки «Физика», курс может быть прочитан в поточной аудитории при наличии: работающих электрических розеток, компьютера, проектора, экрана, учебной доски.