

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 /
« 17 » _____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Методология физики элементарных частиц

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки:

03.04.02 Физика

Направленность (профиль) ОПОП:

Физика элементарных частиц

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. Доктор физ.-мат. наук с.н.с. Строковский Евгений Афанасьевич, профессор физического факультета МГУ по совместительству

Руководитель магистерской программы:

Доктор физ.-мат. наук, профессор академик РАН В.А. Матвеев, заведующий кафедрой физического факультета МГУ

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Методология физики элементарных частиц»

Задачей данного курса является формирование методологии в системе основных представлений о физике элементарных частиц; практика работы с базовыми понятиями физики элементарных частиц, квантовой теории поля, квантовой хромодинамики, теории электрослабого взаимодействия; обсуждение классических экспериментов по физике элементарных частиц; обсуждение связи космологии и физики элементарных частиц.

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 «Методы физики элементарных частиц» реализуется на 1-ом курсе в 1-ом семестре магистратуры и входит в состав вариативной 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-2 Способен ставить, формализовать и решать задачи в области физики элементарных частиц	ИМПК-2.1 Знает специфику организации научной деятельности в области физики элементарных частиц	З-1 Знать: основные идеи методов, используемых для решения экспериментальных и теоретических задач в физике элементарных частиц. У-1 Уметь: оценивать применимость различных методов и выбирать наилучший способ решения определенной задачи. В-1 Владеть: способностью выделить недостатки и оценить неточность для определенного метода решения задач физики элементарных частиц.
	ИМПК-2.2 Умеет анализировать литературные источники по теме физики элементарных частиц	З-1 Знать: основные проводящиеся эксперименты по физике элементарных частиц на международном уровне и внутри страны. У-1 Уметь: находить актуальную и новую информацию по исследованиям в физике элементарных частиц. В-1 Владеть: способностью работать с книгами, публикациям, статьями и препринтами по физике высоких энергий и

		анализировать их.
--	--	-------------------

2. **Форма обучения:** очная.

3. **Язык обучения:** русский.

4. **Содержание дисциплины**

- 1 *Расширение Вселенной. Реликтовое излучение.*
- 2 *Химический состав Вселенной. Первичный нуклеосинтез.*
- 3 *Темная материя. Темная энергия*
- 4 *Уравнение Клейна-Гордона. Уравнение Дирака.*
- 5 *Калибровочная инвариантность.*
- 6 *Лагранжиан КХД. Цветовой заряд. Открытие глюонов.*
- 7 *Конфайнмент.*
- 8 *Кварковый вакуумный конденсат.*

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		
Методология физики элементарных частиц	2	72	34	17	17	38	

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

Изучение курса «Методология физики элементарных частиц» 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					Само стоя тель ная 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 на р ы	Учебно-практические занятия (лабораторные или практические занятия)			
1	Расширение Вселенной. Реликтовое излучение.	8	2	2		4	Оп	
2	Химический состав Вселенной. Первичный нуклеосинтез.	8	2	2		4	Оп	
3	Темная материя. Темная энергия	8	2	2		4	Оп	
4	Уравнение Клейна- Гордона. Уравнение Дирака.	9	3	2		4	Оп	
5	Калибровочная инвариантность.	8	2	2		4	Оп	
6	Лагранжиан КХД. Цветовой заряд. Открытие глюонов.	11	2	3		6	КР	
7	Конфайнмент.	8	2	2		4	Оп	
8	Кварковый вакуумный конденсат.	8	2	2		4	Оп	
	Промежуточная аттестация	4				4	зачет	
ИТОГО:		72	17	17		38		

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

9. Текущий контроль и промежуточная аттестация.

Текущий контроль по дисциплине «Методы физики элементарных частиц» 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 ширина используемых теоретических знаний.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Методы физики элементарных частиц» проводится в первом 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
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 идеи методов, используемых для решения экспериментальных и теоретических задач в физике элементарных частиц ИМПК-2.1	Отсутствие знаний основных идей методов, используемых для решения экспериментальных и теоретических задач в физике элементарных частиц	В целом успешные, но не систематические знания основных идей методов, используемых для решения экспериментальных и теоретических задач в физике элементарных частиц	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знания основных идей методов, используемых для решения экспериментальных и теоретических задач в физике элементарных частиц	Успешные и систематические знания основных идей методов, используемых для решения экспериментальных и теоретических задач в физике элементарных частиц
ЗНАТЬ: основные проводящиеся эксперименты по физике элементарных частиц на международном уровне и внутри страны ИМПК-2.2	Отсутствие знаний основных проводящихся экспериментов по физике элементарных частиц на международном уровне и внутри страны	В целом успешные, но не систематические знания основных проводящихся экспериментов по физике элементарных частиц на международном уровне и внутри страны	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знания основных проводящихся экспериментов по физике элементарных частиц на международном уровне и внутри страны	Успешные и систематические знания основных проводящихся экспериментов по физике элементарных частиц на международном уровне и внутри страны
УМЕТЬ: оценивать применимость различных методов и выбирать наилучший способ решения определенной задачи ИМПК-2.1	Отсутствие умения оценивать применимость различных методов и выбирать наилучший способ решения определенной задачи	В целом успешное, но не систематическое умение оценивать применимость различных методов и выбирать наилучший способ решения определенной задачи	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение оценивать применимость различных методов и выбирать наилучший способ решения определенной задачи	Успешное и систематическое умение оценивать применимость различных методов и выбирать наилучший способ решения определенной задачи
УМЕТЬ: находить актуальную и новую информацию по исследованиям в физике элементарных частиц ИМПК-2.2	Отсутствие умения находить актуальную и новую информацию по исследованиям в физике элементарных частиц	В целом успешное, но не систематическое умение находить актуальную и новую информацию по исследованиям в физике элементарных частиц	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение находить актуальную и новую информацию по исследованиям в физике элементарных частиц	Успешное и систематическое умение находить актуальную и новую информацию по исследованиям в физике элементарных частиц
ВЛАДЕТЬ: способностью	Отсутствие/фрагментарное владение	В целом успешное, но не	В целом успешное,	Успешное и систематическое

выделить недостатки и оценить неточность для определенного метода решения задач физики элементарных частиц ИМПК-2.1	способностью выделить недостатки и оценить неточность для определенного метода	систематическое владение способностью выделить недостатки и оценить неточность для определенного метода	но содержащее отдельные пробелы владение способностью выделить недостатки и оценить неточность для определенного метода	владение способностью выделить недостатки и оценить неточность для определенного метода
ВЛАДЕТЬ: способностью работать с книгами, публикациям, статьями и препринтами по физике высоких энергий и анализировать их ИМПК-2.2	Отсутствие/фрагментарное владение способностью работать с книгами, публикациям, статьями и препринтами по физике высоких энергий и анализировать их	В целом успешное, но не систематическое владение способностью работать с книгами, публикациям, статьями и препринтами по физике высоких энергий и анализировать их	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение способностью работать с книгами, публикациям, статьями и препринтами по физике высоких энергий и анализировать их	Успешное и систематическое владение способностью работать с книгами, публикациям, статьями и препринтами по физике высоких энергий и анализировать их

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

Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Пример:

Вопросы по теории:

- 1) Какие части полного эффективного гамильтониана слабого взаимодействия отвечают за переходы типа Ферми? Какие части этого гамильтониана отвечают за переходы Гамова-Теллера?
- 2) Почему ядра, испытывающие бета-распад, имеют разные времена жизни?
- 3) Чем отличаются слабые распады типа Ферми от распадов типа Гамова-Теллера?
- 4) В чем состоит физический смысл упругих электромагнитных формфакторов нуклона?
- 5) Сохраняются ли токи, входящие в эффективный гамильтониан слабого взаимодействия?

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. Сколько структурных функций нуклона можно измерить при инклюзивных измерениях неупругого электрон-нуклонного рассеяния, когда начальные частицы неполяризованы, и при этом не измеряется поляризация регистрируемых частиц конечного состояния?

2. Почему было ясно с самого начала, что 4-фермионная теория слабого взаимодействия является «эффективной», т.е. приближенной? (Подсказка: вспомните материал предыдущего семестра.)
3. Чем отличается «дираковский» упругий электромагнитный формфактор от «паулиевского»?
4. Как связан среднеквадратический электрический радиус нуклона с поведением соответствующего (какого?) формфактора?
5. Почему было ясно с самого начала, что нейтральные «слабые» токи обязаны существовать?
6. В чем состоит главная идея векторной доминантности?
7. В чем различие между двумя главными методами определения отношения электрического и магнитного формфакторами нуклона? Как эти методы называются?
8. В чем разница между структурными функциями и функциями фрагментации?
9. Какие из перечисленных далее реакций имеют порог? $Kp \rightarrow p; N(\pi, \pi)N; \pi N \rightarrow \pi N$
10. Имеется 2 частицы с массами m_1 и m_2 , 4-импульсы которых есть P_1 и P_2 . Когда эффективная масса такой системы максимальна, и когда она минимальна, если энергии и массы частиц не меняются, но вы можете все-таки варьировать нечто иное? Обоснуйте ответ.

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

Основная литература

1. Л.Б.Окунь Физика элементарных частиц. М., Наука., 1988
2. Д.Перкинс, Введение в физику высоких энергий, М., Энергоатомиздат, 1991
3. М.Е.Пескин, Д.В.Шредер, Введение в квантовую теорию поля., Ижевск, НИЦ РХД, 2001
4. Г.И.Копылов, Основы кинематики резонансов, М., Наука, 1970

Дополнительная литература

1. Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц, Теоретическая физика, Том 2, М. Наука, 1988
2. Е. Бюклинг, К. Каянти, Кинематика элементарных частиц, М., Мир, 1975

При реализации дисциплины может быть использовано следующее программное обеспечение:

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

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- База данных РИНЦ (российский индекс научного цитирования) <http://www.elibrary.ru>
- Сайт кафедры <https://msu-dubna.ru/hep>
- Открытая база данных Particle Data Group
- поисковая система INSPIRE (<http://inspirehep.net/>)
- Электронные версии журналов Phys. Lett., Phys. Rev., Eur. Phys. J., Nucl. Phys., Nucl. Instrum and Meth.

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.