

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Филиал Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова в городе Сарове

«УТВЕРЖДАЮ»



Директор филиала МГУ в г.Сарове
Член-корреспондент РАН В.В. Воеводин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины:

КЛАССИЧЕСКИЕ КАЛИБРОВОЧНЫЕ ПОЛЯ

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки:

03.04.02 Физика

Направленность (профиль) ОПОП:

Теоретическая физика

Квалификация «Магистр»

Форма обучения: Очная

Саров 2021 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 03.04.02 Физика в редакции приказа по МГУ от 30 декабря 2020 г. №1366.

Разработчики программы:

к.ф.-м.н., Степаньянц Константин Викторович, кафедра теоретической физики МГУ;
к.ф.-м.н. Нугаев Эмин Яткярович, кафедра физики частиц и космологии МГУ;

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Классические калибровочные поля» реализуется на 1-м курсе во 2-ом семестре и является составной частью профессионального блока вариативной части (дисциплина по выбору).

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

Знание курсов “Теоретическая механика” и “Электродинамика”.

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

В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<ul style="list-style-type: none">Способность использовать знания современных проблем и новейших достижений в области теоретической физики в своей научно-исследовательской деятельности (СПК-1).	<p>ЗНАТЬ основные законы и направления современных научных исследований в области теоретической физики</p> <p>УМЕТЬ на основе фундаментальных знаний в области теоретической физики, определять возможные направления научных исследований.</p> <p>ВЛАДЕТЬ необходимой информацией из современных отечественных и зарубежных источников по тематике избранного направления исследования области теоретической физики.</p>
<ul style="list-style-type: none">Способность организовать и планировать физические исследования, ставить конкретные задачи научных исследований в области теоретической физики и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования и информационных технологий (СПК-2).	<p>ЗНАТЬ базовые принципы организации научных исследований с использованием информационных технологий, основные методики работы на современном научном оборудовании.</p> <p>УМЕТЬ используя знания в области теоретической физики проводить научные исследования.</p> <p>ВЛАДЕТЬ навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов, обобщения, оформления и публичного представления полученных результатов.</p>
<ul style="list-style-type: none">Способность определять основные направления внедрения научных результатов в области теоретической физики (СПК-3).	<p>ЗНАТЬ основные направления инновационного развития в области теоретической физики.</p> <p>УМЕТЬ проводить необходимый анализ современных тенденций научных инноваций в области теоретической физики для подготовки предложений по внедрению полученных научных результатов.</p> <p>ВЛАДЕТЬ методами обоснования возможного применения полученных научных результатов с учетом современных достижений в области теоретической физики.</p>

1. **Форма обучения:** очная, дистанционная.

2. Язык обучения: русский.

3. Содержание дисциплины

Тема 1. Полевое описание механической системы с бесконечным числом степеней свободы. Вещественное скалярное поле.

Тема 2. Массивное векторное поле. Лагранжиан и трансляционная симметрия.

Тема 3. Комплексное скалярное поле. Нерелятивистский предел. Глобальная внутренняя симметрия. Тензоры углового момента и энергии-импульса.

Тема 4. Поля, взаимодействующие с внешними источниками. Электромагнитное поле. Заряды и токи. Фиксация калибровки.

Тема 5. Взаимодействующие скалярные поля. Вакуум в теории с взаимодействием.

Тема 6. Спонтанное нарушение симметрии. Теорема Голдстоуна. Простейшие топологические солитоны (кинк).

Тема 7. Абелевы калибровочные теории. Скалярная электродинамика. Абелева модель Хиггса.

Тема 8. Неабелевы калибровочные симметрии. Теория с калибровочной группой $SU(2)$.

Тема 9. Механизм Хиггса. Неабелев случай.

Тема 10. Бозонный сектор Стандартной модели физики частиц.

Тема 11. Теории с фермионами. Свободное уравнение Дирака. Киральные фермионы.

Тема 12. Фермионный сектор Стандартной модели физики частиц.

7. Объем дисциплины

НАЗВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	Трудоемкость в зачетных единицах	объем учебной нагрузки в ак. часах				
		Общая трудоемкость	в том числе			Самостоятельная работа студентов
			ауд. занятий		Семинаров	
			Общая аудиторная нагрузка	Лекций		
Классические калибровочные поля	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 «Классические калибровочные поля» 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.

№ темы	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы					Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
		Всего часов	Лекции	Научно-практические занятия	Семинары	Самостоятельная работа	
1	Свободные скалярные и векторные поля.	4	1	-	-	3	Собеседование, опрос
2	Массивное векторное поле.	6	1	-	2	3	
3	Комплексное скалярное поле.	6	2	-	1	3	
4	Поля, взаимодействующие с внешними источниками	6	1	-	2	3	
5	Взаимодействующие	6	2	-	1	3	

	скалярные поля						
6	Спонтанное нарушение симметрии.	6	1	-	2	3	
7	Абелевы калибровочные теории.	6	2	-	1	3	
8	Неабелевы калибровочные симметрии.	6	1	-	2	3	
9	Механизм Хиггса.	6	2	-	1	3	
10	Бозонный сектор Стандартной модели.	6	1	-	2	3	
11	Теории с фермионами.	6	2	-	1	3	
12	Фермионный сектор Стандартной модели	6	1	-	2	3	
	Промежуточная аттестация	2				2	Зачет в форме письменной работы с последующим собеседованием
ИТОГО:		72	17	-	17	38	

9. Текущий контроль и промежуточная аттестация.

Текущий контроль по дисциплине «Классические калибровочные поля» осуществляется на лекциях и заключается в оценке ответов на вопросы и активности при обсуждении проблем, изучаемых в рамках тем лекционных занятий,

Промежуточная аттестация по дисциплине «Классические калибровочные поля» проводится во втором семестре в форме собеседования.

Результаты сдачи зачета оцениваются по шкале «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

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

Требования к структуре и содержанию фонда оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

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	Перечень тем, изучаемых в рамках дисциплины

	по определенному разделу, теме, проблеме.	
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.	Перечень тем, изучаемых в рамках дисциплины
Тестирование	Средство контроля, позволяющее получить оценку уровня фактических знаний студента по изученной теме.	Образцы тестов
Оценочные средства промежуточной аттестации		
Письменная работа	Средство, позволяющее оценить умение решать несложные задачи и проводить оценки физических величин, иллюстрирующие материал пройденных тем.,	Перечень вопросов к экзамену
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	3	4	5
ЗНАТЬ: основные области использования классической теории поля УК-1 3-1	Отсутствие знаний об основных областях использования классической теории поля	В целом успешные, но не систематические знания об основных областях использования классической теории поля	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание об основных областях использования классической теории поля	Успешные и систематические знания об основных областях использования классической теории поля
ЗНАТЬ: основные методы, построения фундаментальных взаимодействий УК-1 3-2	Отсутствие знаний или фрагментарное применение основных способов построения теорий фундаментальных взаимодействий	В целом успешное, но не систематическое применение основных способов построения теорий фундаментальных взаимодействий	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание основных способов построения теорий фундаментальных	Успешное и систематическое знание основных способов построения теорий фундаментальных взаимодействий

		й	ых взаимодействи й	
УМЕТЬ: вычислять различные величины с использовани ем методов теории поля. УК-1 У-1	Отсутствие умения вычислять различные физические величины с использованием методов теории поля.	В целом успешное, но не систематическо е умение вычислять физические величины с использование м методов теории поля.	В целом успешно е, но содержащее отдельные пробелы умение вычислять физические величины с использование м методов теории поля.	Успешная демонстрация умения вычислять физические величины в различных калибровках с использованием методов теории поля.
УМЕТЬ: извлекать информацию об элементарных частицах с использовани ем электронных баз данных и литературных источников УК-1 У-2	Отсутствие умения извлекать информацию об элементарных частицах с использованием электронных баз данных и литературных источников	В целом успешное, но не систематическо е умение извлекать информацию об элементарных частицах с использование м электронных баз данных и литературных источников	В целом успешно е, но содержащее отдельные пробелы умение извлекать информацию об элементарных частицах с использование м электронных баз данных и литературных источников	Успешное проявление умения извлекать информацию об элементарных частицах с использованием электронных баз данных и литературных источников
ВЛАДЕТЬ: современным и подходами к изучению и интерпретаци и наблюдаемых явлений и процессов в физике высоких энергий УК-1 В-1	Отсутствие/фраг ментарное владение современными подходами к изучению и интерпретации наблюдаемых явлений и процессов в физике высоких энергий	В целом успешное, но не систематическо е современными подходами к изучению и интерпретации наблюдаемых явлений и процессов в физике высоких энергий	В целом успешно е, но содержащее отдельные пробелы владение современными подходами к изучению и интерпретации наблюдаемых явлений и процессов в физике высоких энергий	Успешная демонстрация владения современными подходами к изучению и интерпретации наблюдаемых явлений и процессов в физике высоких энергий

<p>ЗНАТЬ: основные физические и математические методы теории калибровочных полей. ПК-1 З-1</p>	<p>Отсутствие знаний об основных физических и математических методах теории калибровочных полей.</p>	<p>В целом успешные, но не систематические знания об основных физических и математических методах теории калибровочных полей.</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание об основных физических и математических методах теории калибровочных полей.</p>	<p>Успешные и систематические знания об основных физических и математических методах теории калибровочных полей.</p>
<p>УМЕТЬ: решать типовые задачи в рамках тем настоящего спецкурса ПК-1 У-1</p>	<p>Отсутствие умения решать типовые задачи в рамках тем настоящего спецкурса</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое умение решать типовые задачи в рамках тем настоящего спецкурса</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение решать типовые задачи в рамках тем настоящего спецкурса</p>	<p>Успешное проявление умения решать типовые задачи в рамках тем настоящего спецкурса</p>
<p>ВЛАДЕТЬ: знаниями в области физики высоких энергий УК-1 В-1</p>	<p>Отсутствие/фрагментарное владение знаниями в области физики высоких энергий</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое владение знаниями в области физики высоких энергий</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение знаниями в области физики высоких энергий данных физики высоких энергий</p>	<p>Успешная демонстрация владения методами знаниями в области физики высоких энергий</p>

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

Примеры рассматриваемых заданий:

Пример 1: Найти симметрии лагранжиана, заданного преподавателем .

Пример 2: Найти спектр частиц модели, предложенной преподавателем.

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

Материалы промежуточной аттестации обучающихся

Вопросы к экзамену и зачету содержатся на сайте http://ppc.inr.ac.ru/troitsky6-7_2020.php

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

Основная литература

1. Рубаков В. А. Классические калибровочные поля. Бозонные теории. 5-е изд. М.: Ленанд, 2020.
2. Рубаков В. А. Классические калибровочные поля. Теории с фермионами. Некоммутативные теории. М.: URSS, 2018.
3. Рубаков В. А. Классические калибровочные поля. Теории с фермионами. Некоммутативные теории. Ч. 2. 6-е изд. М.: URSS, 2020.
4. Волобуев И. П., Кубышин Ю. А. Дифференциальная геометрия и алгебры Ли и их приложения в теории поля. М.: URSS, 2020.

Дополнительная литература

1. К. В. Степаньянц. Классическая теория поля. М., ФИЗМАТЛИТ, 2009.
2. Fradkin E. General Field Theory (Department of Physics, University of Illinois at Urbana-Champaign, 2021), <http://eduardo.physics.illinois.edu/phys582/physics582.html>
3. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теория поля. 9-е изд. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2017.
4. Исаев А. П., Рубаков В. А. Теория групп и симметрий: Конечные группы. Группы и алгебры Ли. М.: URSS, 2018.
5. Наймарк М. А. Линейные представления группы Лоренца. М.: URSS, 2016.

11. Перечень ресурсов Интернет, необходимых для освоения дисциплины:

- http://theorphys.phys.msu.ru/education/klass_t_p.html
- <http://inspirehep.net/help/easy-search>
- http://adsabs.harvard.edu/abstract_service.html

Перечень лицензионного программного обеспечения, в том числе отечественного производства

При реализации дисциплины может быть использовано следующее программное обеспечение:

1. Программный продукт Red Hat Enterprise Linux Server for HPC Compute Node for Power, LE, Self-support 4 шт. №5540331
2. Программный продукт Red Hat Enterprise Linux Server for HPC Head Node for Power, LE, Standard 1 шт. №5540332
3. Операционная система SUSE Linux Enterprise Server 11 SP4 for x86_64 16 шт.
4. Операционная система Red Hat Enterprise Linux Server 5.0 for x86_64 14шт.
5. Операционная система SUSE Linux Enterprise Server 10 SP3 for ppc64 7 шт.
6. Операционная система Ubuntu 18.04.
7. Программное обеспечение для виртуализации Oracle VM VirtualBox

8. Операционная система ALTLinuxMATEStarterkit 9 лицензияGPL
9. Программный продукт JetBrains IntelliJ IDEA Community Edition Free Educational Licenses
10. Программный продукт JetBrainsPyCharm Community Edition Free Educational Licenses
11. Программный продукт JetBrainsCLion Community Edition Free Educational Licenses
12. Программный продукт UPPAAL (<http://www.uppaal.org/>) академическая лицензия
13. Программный продукт Java 8 (64-bit)Oracle Corporation
14. Программный продукт Java SE Development Kit 8(64-bit) Oracle Corporation
15. Программный продукт NetBeans IDE 8.2 NetBeans.org
16. Программный продукт Dev-C++ Bloodshed Software
17. Программный продуктCodeBlocksThe Code::Blocks Team
18. Программный продукт Free Pascal 3.0.0Free Pascal Team
19. Программный продукт Python 3.5.1 (64-bit)Python Software Foundation
20. Программный продукт R for Windows 3.2.2 R Core Team
21. Программный продуктHaskell Platform 7.10.3 Haskell.org
22. Операционная система Microsoft Windows 7 корпоративная академическая лицензия
23. Операционная система Microsoft Windows 10 Educationакадемическая лицензия
24. Программный продукт Microsoft ProjectProfessional 2013 академическая лицензия
25. Программный продукт Microsoft VisioProfessional 2013 академическая лицензия
26. Программный продуктMicrosoft VisualStudioProfessional 2013 - RUS [Русский (Россия)] академическая лицензия

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. <http://www.edu.ru> – портал Министерства образования и науки РФ
2. <http://www.ict.edu.ru> – система федеральных образовательных порталов «ИКТ в образовании»
3. <http://www.openet.ru> - Российский портал открытого образования
4. <http://www.mon.gov.ru> - Министерство образования и науки Российской Федерации
5. <http://www.fasi.gov.ru> - Федеральное агентство по науке и инновациям

Материально-техническое обеспечение

В соответствии с требованиями п. 5.3. образовательного стандарта МГУ по направлению подготовки «Физика».

Курс может быть прочитан в учебной аудитории на 15 мест при наличии: работающих электрических розеток, компьютера, проектора, экрана, учебной доски и мела. В случае дистанционного проведения занятий требуется подключение к сети «интернет» и программа zoom для организации видеоконференции.