Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
_____И.Н. Тимошина
«24» июня 2022 г.

Квантовая теория поля
(название дисциплины)

Программа учебной дисциплины
по научной специальности
1.3.3. Теоретическая физика

Составитель: Червон С.В.,
доктор физико-математических наук,
профессор кафедры физики и
технических дисциплин

Рассмотрено и утверждено на заседании ученого совета факультета физико-математического и технологического образования (протокол от «25» марта 2022 г. № 5).

Ульяновск, 2022

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 02F7FB69521AAD2C283301E30D456A5F
Владелец: Тимошина Ирина Назимовна
Действителен: с 09.06.2023 до 01.09.2024

1. Пояснительная записка

Рабочая программа дисциплины «Квантовая теория поля» составлена в соответствии с федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиями их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утверждёнными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 года № 951 (зарегистрировано в Минюсте России 23.11.2021 № 65943) и в соответствии с учебным планом.

Изучение курса "Квантовая теория поля" способствует формированию математических основ теоретической физики, фундаментальных знаний квантовой теории поля для проведения исследований фундаментальных физических законов

В ходе изучения дисциплины "Квантовая теория поля" аспиранты приобретают и систематизируют знания о методах континуального интегрирования и ренормализационной группы.

2. Перечень планируемых результатов обучения (образовательных результатов) по дисциплине

Цель: усвоение аспирантами математических основ теоретической физики, приобретение навыков применения математического аппарата при решении физических задач, освоение фундаментальных знаний квантовой теории поля для проведения исследований фундаментальных физических законов микро–, макромира.

Задачи:

— ознакомление с основными понятиями квантовой теории поля;

— овладение методами континуального интегрирования и ренормализационной группы.

В результате освоения дисциплины аспиранты должны:

знать: базовую терминологию, относящейся к квантовой теории поля;

уметь: вычислять вероятности процессов рассеяния и эффективного сечения;

владеть: навыками применения метода функционального усреднения.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 зачетных единицы (36 часов)

Форма контроля – зачет.

№ п/п	Раздел дисциплины	Год обучения	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)			Формы контроля успеваемости Формы промежуточной аттестации *(по итогам освоения дисциплины)*
			Лекции	Семинары Практические занятия	Самостоятельная работа	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
1.	Введение	3	**2**	**1**		
2.	Классическая теория свободных полей.	3		**1**	**3**	Устный опрос Отзыв о

						прочитанной статье по данной теме
3.	Квантовая теория свободных полей.	3		**1**	**3**	Семинар
4.	Сингулярные функции и регуляризация.	3		**1**	**3**	Устный опрос Отзыв о прочитанной статье по данной теме
5.	Матрица рассеяния и устранение расходимостей.	3	**1**	**1**	**3**	Коллоквиум
6.	Модели сильных взаимодействий.	3	**1**	**1**	**3**	Устный опрос Отзыв о прочитанной статье по данной теме
7.	Метод функционального усреднения.	3		**1**	**3**	Контрольная работа
8.	Ренормализационная группа.	3		**1**	**3**	Устный отчёт Отзыв о прочитанной статье по данной теме
	Всего		**4**	**8**	**24**	
	Форма контроля					зачет

Краткое описание содержания тем (разделов) дисциплины

Раздел 1. Введение.

Роль и место физической квантовой теории поля в теоретической физике. Математический аппарат квантовой теории поля.

Раздел 2. Классическая теория свободных полей.

Скалярные, векторные и тензорные поля: динамические уравнения, теоремы Нетер и инварианты

Раздел 3. Квантовая теория свободных полей.

Общие принципы квантования волновых полей. Перестановочные соотношения. Гамильтонов формализм и каноническое квантование.

Раздел 4. Сингулярные функции и регуляризация.

Функции Грина и их регуляризация. Приведение нормальной форме. Регуляризация Паули – Вилларса.

Раздел 5. Матрица рассеяния и устранение расходимостей.

Лагранжиан взаимодействия и S-матрица. Правила Фейнмана для вычисления матричных элементов матрицы рассеяния. Правила устранения расходимостей. Классификация ренормируемости теорий.

Раздел 6. Модели сильных взаимодействий.

Модель «фи в кубе». Псевдоскалярная модель мезон-нуклонного взаимодействия.

Раздел 7. Метод функционального усреднения.

Континуальный интеграл. Производящие функционалы и функции Грина.

Раздел 8. Ренормализационная группа.

Группа мультипликативных ренормировок; общий анализ групповых уравнений. Асимптотический анализ в ультрафиолетовой области.

4. Образовательные технологии

При реализации учебной работы по освоению курса "Квантовая теория поля" используются современные образовательные технологии:

— информационно-коммуникационные технологии;

— проектные методы обучения;
— исследовательские методы в обучении;
— проблемное обучение.

Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу аспирантов и руководство этой работой со стороны преподавателей.

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий: метод проектов, метод поиска быстрых решений в группе, мозговой штурм.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов.

Важную роль при освоении дисциплины "Квантовая теория поля" играет самостоятельная работа аспирантов. Самостоятельная работа способствует:

- углублению и расширению знаний;
- формированию интереса к познавательной деятельности;
- овладению приёмами процесса познания;
- развитию познавательных способностей.

Самостоятельная работа аспирантов имеет основную цель - обеспечить качество подготовки выпускаемых специалистов в соответствии с требованиями основной программы высшего образования - программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре профиль "Теоретическая физика"

К самостоятельной работе относятся:

- самостоятельная работа на аудиторных занятиях (лекциях, семинарах, коллоквиумах, практических занятиях);
- внеаудиторная самостоятельная работа.

В процессе обучения предусмотрены следующие виды самостоятельной работы обучающегося:

- Работа с конспектами лекций.
- Проработка пройденных лекционных материалов по конспекту лекций, учебникам и пособиям на основании вопросов, подготовленных преподавателем;
- Написание рефератов по отдельным разделам дисциплины.
- Подготовка научных докладов и творческих работ.
- Проработка дополнительных тем, не вошедших в лекционный материал, но обязательных согласно учебной программе дисциплины;
- Самостоятельное решение сформулированных задач по основным разделам курса.
- Работа над проектами.
- Подготовка к практическим и семинарским занятиям.
- Изучение обязательной и дополнительной литературы.
- Подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.
- Выполнение контрольных работ.
- Подготовка группового отчета или презентации.

В целях фиксации результатов самостоятельной работы аспирантов по дисциплине проводится аттестация самостоятельной работы.

При освоении дисциплины могут быть использованы следующие формы контроля самостоятельной работы:

- реферат,
- устный опрос,
- контрольная работа,
- другие по выбору преподавателя.

Научный руководитель организует самостоятельную работу аспиранта в соответствии с рабочим учебным планом и графиком, рекомендованным преподавателем. Аспирант

должен выполнить объем самостоятельной работы, предусмотренный рабочим учебным планом, максимально используя возможности индивидуального, творческого и научного потенциала для освоения образовательной программы в целом. Самостоятельная работа аспирантов может носить репродуктивный, частично-поисковый и поисковый характер. Самостоятельная работа, носящая репродуктивный характер, предполагает, что в процессе работы аспиранты пользуются методическими материалами и методическими пособиями, в которых указывается, в какой последовательности следует изучать материал дисциплины, обращается внимание на особенности изучения отдельных тем и разделов. Самостоятельная работа, носящая частично-поисковый характер и поисковый характер, нацеливает аспирантов на самостоятельный выбор способов выполнения работы, на развитие у них навыков творческого мышления, инновационных методов решения поставленных задач.

Для анализа организации своей самостоятельной работы, аспиранту рекомендуется в письменной форме ответить на предлагаемые вопросы и затем критически проанализировать, насколько эффективно он работает самостоятельно.

Во время самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечены доступом к базам данных и библиотечным фондам, а также доступом к сети Интернет.

6. Примерные оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств

№ п/п	КОНТРОЛИРУЕМЫЕ МОДУЛИ, РАЗДЕЛЫ (ТЕМЫ) ДИСЦИПЛИНЫ	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
1	Классическая теория свободных полей	Отзыв о прочитанной статье по данной теме
2	Квантовая теория свободных полей	Семинар
3	Сингулярные функции и регуляризация	Отзыв о прочитанной статье по данной теме
4	Матрица рассеяния и устранение расходимостей	Коллоквиум
5	Модели сильных взаимодействий	Отзыв о прочитанной статье по данной теме
6	Метод функционального усреднения	Контрольная работа
7	Ренормализационная группа	Отзыв о прочитанной статье по данной теме

Оценочное средство для темы 1.

Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»)

Кафедра физики и технических дисциплин

Оценочное средство 1.

Отзыв
о прочитанной статье по данной теме
по дисциплине КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ ПОЛЯ

Задание:
- найти статью по теме: «**Классическая теория свободных полей**

- написать отзыв
(письменно в тетради)

Составитель_____ С. В. Червон
(подпись)

«___» _____20__ г.

Оценочное средство для темы 2.

Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»)

Кафедра физики и технических дисциплин

Оценочное средство 2.

Семинар
по теме «Квантовая теория свободных полей»

по дисциплине КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ ПОЛЯ

Задание:
- ответить на вопросы
(письменно в тетради)

Составитель_____ С. В. Червон
(подпись)

«___» _____20__ г.

Оценочное средство для темы 3.

Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»)

Кафедра физики и технических дисциплин

Оценочное средство 3.

Отзыв
о прочитанной статье по данной теме
по дисциплине КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ ПОЛЯ

Задание:
- найти статью по теме: «Сингулярные функции и регуляризация»
- написать отзыв
(письменно в тетради)

Составитель_____ С. В. Червон
(подпись)

«___» _____20__ г.

Оценочное средство для темы 4.

Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»)

Кафедра физики и технических дисциплин

Оценочное средство 4.

Отзыв
о прочитанной статье по данной теме
по дисциплине КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ ПОЛЯ

Задание:
- найти статью по теме: «**Матрица рассеяния и устранение расходимостей»**

- написать отзыв
(письменно в тетради)

Составитель_____ С. В. Червон
(подпись)

«___» _____20__ г.

Оценочное средство для темы 5.

Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»)

Кафедра физики и технических дисциплин

Оценочное средство 5.

Отзыв
о прочитанной статье по данной теме
по дисциплине КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ ПОЛЯ

Задание:
- найти статью по теме: «**Модели сильных взаимодействий»**

- написать отзыв
(письменно в тетради)

Составитель_____ С. В. Червон
(подпись)

«___» _____20__ г.

Оценочное средство для темы 6.
Метод функционального усреднения

Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»)

Кафедра физики и технических дисциплин

Оценочное средство 6.

Контрольная работа
по теме **Метод функционального усреднения**

по дисциплине КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ ПОЛЯ

Задание:
- ответить на вопросы и решить задачи
(письменно в тетради)

Составитель_____ С. В. Червон
(подпись)

«___» _____20__ г.

Оценочное средство для темы 7.

Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»)

Кафедра физики и технических дисциплин

Оценочное средство 7.

Отзыв
о прочитанной статье по данной теме
по дисциплине КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ ПОЛЯ

Задание:
- найти статью по теме: **«Ренормализационная группа»**

- написать отзыв
(письменно в тетради)

Составитель_____ С. В. Червон
(подпись)

«___» _____20__ г.

Контрольные вопросы для проведения текущего контроля по освоению дисциплины «Квантовая теория поля»:

1. Схема квантования электромагнитного поля.
2. Приведение матрицы рассеяния к нормальной форме.
3. Континуальный интеграл в квантовой теории поля

Критерии формирования зачетной оценки

Зачет имеет своей целью проверить и оценить уровень полученных аспирантами знаний и умение применять их к решению практических задач, овладение практическими навыками и умениями в объеме требований учебной программы, а также качество и объем индивидуальной работы аспирантов.

Зачет принимает преподаватель, ведущий лекционные занятия по данной дисциплине.

Зачет проводится в объеме рабочей программы по билетам. При проведении зачета в каждый билет включаются два теоретических вопроса. Билетов должно быть на 20% больше числа аспирантов в учебной группе. Предварительное ознакомление аспирантов с билетами не разрешается. Кроме указанных в билете вопросов преподаватель имеет право задавать дополнительные вопросы с целью уточнения объема знаний аспирантов и оценки качества усвоения теоретического материала и практических навыков и умений.

Оценка "зачтено" ставится, если аспирант в полном объёме ответил на поставленные вопросы.

Зачет проводится в учебной аудитории. Аспиранты, не сдавшие зачет, сдают его повторно в соответствии с графиком, разработанным отделом подготовки научно-педагогических кадров.

Итоговый контроль проводится в виде зачета.

7. Методические указания для аспирантов по освоению дисциплины

Успешное изучение дисциплины требует от аспирантов регулярной и активной работы на практических занятиях, выполнения предлагаемых учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

При подготовке к практическим занятиям аспирант изучает теоретический материал по теме занятия.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, Интернет-ресурсов, необходимых для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика [Текст] : в 10 т. : [учеб. пособие для физ. спец. вузов]. Т. IV : Квантовая электродинамика / В.Б. Берестецкий, Е.М. Лифшиц, Л.П.Питаевский. - 4-е изд., испр. / Е. М. Лифшиц; под ред. Л.П. Питаевского. - Москва : Физматлит, 2002. - 719 с. : ил. - ISBN 5-9221-0058-0
2. Медведев, Б. В. Начала теоретической физики. Механика, теория поля, элементы квантовой механики. - 2. - Москва : Издательская фирма "Физико-математическая литература" (ФИЗМАТЛИТ), 2007. - 600 с. - ISBN 9785922107709. URL: http://znanium.com/go.php?id=544710
3. Соколов, А. Квантовая теория поля : (избранные вопросы) / А. Соколов; Д. Иваненко. - М.|Л. : Государственное изд-во технико-теоретической лит., 1952. - 779 с. - ISBN 978-5-4475-1955-1.
URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=255773

Дополнительная литература:

1. Боголюбов, Н. Н. Квантовые поля [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / Д. В. Ширков. - Москва : Наука, 1980. - 319 с. : ил. - Библиогр.: с. 315.

2. Ахиезер, А. И. Квантовая электродинамика / А.И. Ахиезер. - Изд. 3-е. - М. : Издательство Наука, 1969. - 625 с. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=474067
3. Мигдал, А. Б. Качественные методы в квантовой теории / А.Б. Мигдал. - Москва : Наука, 1975. - 335 с. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450072
4. Займан, Д. М. Современная квантовая теория [Текст] / пер. с англ. И. П. Звягина и А. Г. Миронова; под ред. В. Л. Бонч-Бруевича. - Москва : Мир, 1971. - 288 с. : черт.
5. Астрофизика, кванты и теория относительности [Текст] / пер. с ит. под ред. Ф. И. Федорова. - Москва : Мир, 1982. - 565 с. : ил. - Список лит. в конце глав.

Интернет-ресурсы

http//www.bank/referatov.ru – Банк рефератов
http//www.stratum.pstu.ac.ru – Электронная библиотека
http//www.rba.ru – Российская библиотека
http//www.194.226.30.32/book.htm – Фондовая библиотека президента России
http//www.limin.urc.ac.ru – Виртуальная библиотека
http//www.knigafund.ru – Электронная библиотечная система «Книга-Фонд»
http//www.polpred.com – Интернет-сервисы
http//www.edu.ru – Федеральный портал «Российское образование»

9. Материально- техническое обеспечение дисциплины

Для проведения занятий по дисциплине «Космологическая инфляция и крупномасштабная структура Вселенной», предусмотренной учебным планом подготовки аспирантов, имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

– лекционная аудитория, оснащенная мультимедийными проекторами с возможностью подключения к Wi-Fi, досками для демонстрации учебного материала;

– специализированные компьютерные классы с подключенным к ним периферийным устройством и оборудованием;

– аппаратурное и программное обеспечение (и соответствующие методические материалы) для проведения самостоятельной работы по дисциплине.