

**Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования Московской области
«Международный университет природы, общества и человека «Дубна»
(университет «Дубна»)
Факультет естественных и инженерных наук
Кафедра теоретической физики**

УТВЕРЖДАЮ

проректор по учебной работе

_____ С.В. Моржухина

« _____ » _____ 2011 г.

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория калибровочных полей»

Магистерская программа 010700.68

«Теоретическая и математическая физика»

Форма обучения: очная

Уровень подготовки: магистр

Курс 5, семестр 10

г. Дубна, 2011 г.

Автор программы:

Теряев Олег Валерианович,

профессор кафедры теоретической физики _____

(подпись)

Программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования и учебным планом магистерской программы «Теоретическая и математическая физика» **010700.68 ФИЗИКА.**

Программа рассмотрена на заседании кафедры теоретической физики

Протокол заседания _____ от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / Фурсаев Д.В. /

профессор (подпись)

Рецензент:

Трунин Михаил Рюрикович

(Фамилия, имя, отчество)

Доктор физико-математических наук

(ученая степень, звание)

Декан факультета общей и прикладной физики

(должность, кафедра или иное подразделение, организация)

Московского физико-технического института

СОГЛАСОВАНО

Декан ФЕИН

доцент

« ____ » _____ 20__ г.

_____ /Деникин А. С. /

(подпись)

Руководитель библиотечной системы _____ / Черепанова В.Г. /

(подпись)

(ФИО)

1. Выписка из ГОС ВПО

Относится к дисциплинам по выбору цикла СД(М). Знания, умения и навыки определяются ООП ВУЗа

2. Аннотация

Программа дисциплины «Теория калибровочных полей» составлена в соответствии ГОС ВПО магистерской программы 010700.68 «Теоретическая и математическая физика». Дисциплина «Теория калибровочных полей» входит в цикл специальных дисциплин магистерской подготовки СД(М).

Место курса в профессиональной подготовке магистров.

Спецкурс служит продолжением дисциплины „Квантовой теории поля”. Для понимания материала курса студенту необходимы знания в объеме дисциплин бакалавриата: „Электродинамика”, „Физика фундаментальных взаимодействий”, „Теория групп”. Полученные знания необходимы студентам при подготовке, выполнении и защите выпускной квалификационной работы и при решении научно-исследовательских задач в будущей профессиональной деятельности.

Формы работы студентов

При изучении курса «Теория калибровочных полей» студенты должны прослушать лекции, прочесть рекомендованную литературу, решить задачи.

Виды текущего контроля: опрос на лекциях, проверка домашних работ.

Форма промежуточного контроля

Зачет, экзамен.

3. Цели и задачи дисциплины

Целью курса - изучение избранных вопросов классической и квантовой теории калибровочных полей. Задача курса научить студента применять основные методы и технические приемы теории калибровочных полей.

4. Требования к уровню освоения содержания дисциплины (знания, умения, навыки)

В результате изучения курса студент должен

понимать, что такое калибровочная инвариантность, **знать** отличие абелевой калибровочной теории от неабелевой, геометрический смысл ковариантной производной, **иметь представление** об эффекте Боме-Ааронова, о монополе Дирака, дуальных полях, квантовании магнитного потока, **уметь** рассчитывать уровни Ландау в различных калибровках, **уметь** вычислять дисперсионные интегралы, аксиальную аномалию, **уметь** находить инстантонное решение, **владеть** методом дисперсионных соотношений.

5. Объем дисциплины и виды учебной работы (в часах)

Вид занятий	10-й семестр	
	Всего часов	
Общая трудоемкость	110	110
Аудиторные занятия:	52	52
Лекции	26	26
Семинары	26	26
Самостоятельная работа:	58	58
Виды итогового контроля		Зачет, экзамен

6. Разделы дисциплины

	Разделы дисциплины	Л	С	СР
1	Абелевы калибровочные поля	14	12	29
2	Неабелевы калибровочные поля	12	14	29
	Всего	26	26	58

Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Абелевы калибровочные поля

1. Абелева калибровочная инвариантность. Ковариантная производная. Геометрический смысл ковариантной производной.
2. Заряженная частица в электромагнитном поле. Калибровочно-инвариантная волновая функция.
3. Заряженная частица в поле тонкого соленоида. Эффект Бома-Ааронова. Квантование магнитного потока.
4. Дуальность электрического и магнитного полей. Монополю Дирака. Нити. Квантование магнитного заряда.
5. Независимость напряженности магнитного поля от направления нити. Швингеровское удвоение кванта магнитного заряда
6. Угловой момент электромагнитного поля, создаваемого электрическим и магнитным зарядами. Квантование магнитного заряда и квантование спина.
7. Релятивистский электрон в электромагнитном поле.
8. Модель вакуума заряженных фермионов в магнитном поле. Уровни Ландау.
9. Движение вакуумных уровней Ландау в электрическом поле. Аксиальная аномалия.
10. Классические законы сохранения для векторного и аксиального тока в киральном пределе.
11. Квантовые законы сохранения для операторов и матричных элементов. Мнимые части матричных элементов и их связь с действительными. Дисперсионные соотношения.
12. Дисперсионные соотношения для матричного элемента аксиального тока и его дивергенции. Аксиальная аномалия в дисперсионном подходе.
13. Операторное соотношение для аксиальной аномалии в КЭД, его представление в виде 4-мерной дивергенции.

Раздел 2. Неабелевы калибровочные поля

14. Представление аксиальной аномалии в теории Янга-Миллса в виде 4-мерной дивергенции. Топологический ток. Связь пространственной и внутренней симметрии.
15. Евклидова теория поля, ее физическая интерпретация. Неравенство для оценки действия снизу, инстантоны.
16. Топологический заряд в теории Янга-Миллса. Представление в виде поверхностного интеграла от чисто калибровочного вклада.

17. Тензоры Тхуфта. Инстантонные решения. Понятие об инстантонном вакууме. Монополь Тхуфта-Полякова
 18. Преобразование Бэклунда

Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)
1	1	Ковариантная производная.
2	1	Заряженная частица в поле тонкого соленоида. Эффект Бомма-Ааронова
3	1	Швингеровское удвоение кванта магнитного заряда
4	1	Аксиальная аномалия.
5	1	Квантовые законы сохранения для операторов и матричных элементов
6	1	Дисперсионные соотношения для матричного элемента аксиального тока и его дивергенции.
7	2	Представление операторного соотношения для аксиальной аномалии в КЭД в виде 4-мерной дивергенции.
8	2	Аксиальная аномалия в теории Янга-Миллса
9	2	Неравенства Шварца
10	2	Топологический заряд в теории Янга-Миллса.
11	2	Монополь Тхуфта-Полякова.
12	2	Преобразования Бэклунда
13	2	Зачетная неделя

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Вайнберг С. Квантовая теория поля: Пер. с англ. Т.2 : Современные приложения / Вайнберг Стивен; Под ред. В.Ч.Жуковского. - М.: Физматлит, 2003.

2. Пескин М, Шредер Д. Введение в квантовую теорию поля.- Ижевск-Москва:РХД, 2002.

3. Славнов А.А. Введение в квантовую теорию калибровочных полей / Славнов Андрей Алексеевич, Фаддеев Людвиг Дмитриевич. - М.: Наука, 1978.

Дополнительная литература

4. Вайнберг С. Квантовая теория поля. Т.1 : Общая теория / Вайнберг Стивен; Пер. с англ. Я.А.Уржумова и др.; Под ред. В.Ч.Жуковского. - М.: Физматлит, 2003.

5. Боголюбов Н.Н. Квантовые поля: Учебное пособие для вузов / Боголюбов Николай Николаевич, Ширков Дмитрий Васильевич. - 3-е изд., доп. - М.: Физматлит, 2005.

6. Румер Ю.Б. Теория групп и квантовые поля / Румер Юрий Борисович, Фет Абрам Ильич. - 2-е изд. - М.: ЛИБРОКОМ, 2010.

Обзоры в периодических изданиях

7. Вайнштейн А И, Захаров В И, Новиков В А, Шифман М А "Инстантонная азбука" *УФН*

136 553–591 (1982)

8. Иоффе Б Л "Аксиальная аномалия в квантовой электро- и хромодинамике и структура вакуума в квантовой хромодинамике" *УФН* **178** 647–653 (2008)