



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра теоретической физики

_____ УТВЕРЖДАЮ
Дека́н физического факультета / Н.М. Буднев
« 20 » _____ 2017 г.



Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины: Б1.В.ДВ.2.2 Введение в квантовую теорию поля

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Тип образовательной программы: академический бакалавриат

Направленность (профиль): Солнечно-земная физика

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Согласовано с УМК:
физического факультета
Протокол № 8 от « 19 » июня 2017 г.

Зам. председателя к.ф.-м.н., доцент
_____ В.В Чумак

Рекомендовано кафедрой:
теоретической физики
Протокол № 8
от « 31 » мая 2017 г.
Зав.кафедрой к.ф.-м.н., доцент
_____ С.В. Ловцов

Иркутск 2017 г.

Содержание

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	3
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы	3
5. Содержание дисциплины (модуля)	4
6. Перечень семинарских, практических занятий, лабораторных работ	5
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов)	8
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):	8
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	9
10. Образовательные технологии	9
11. Оценочные средства (ОС)	9
12. Приложение: ФОС	10

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

«Введение в квантовую теорию поля» начинает курс специальных дисциплин по теоретической физике и предполагает знание основ механики, электродинамики, квантовой механики, а также основ математического анализа, линейной алгебры и дифференциальных уравнений.

Цели курса

Целью курса «Введение в квантовую теорию поля» является ознакомление с основными идеями и методами квантовой теории поля, используемыми в физике элементарных частиц, астрофизике, физике космических лучей и составляющими основу теоретического описания широкого круга физических явлений.

Задачи курса

Данный курс призван решать следующие задачи:

- знакомство с основополагающими принципами, понятиями и гипотезами, лежащими в основе описания квантовополевых систем;
- изучение методов квантовой теории поля;
- знакомство с основными физическими явлениями, описываемыми квантовой теорией поля;

Программа ориентирована на развитие у студентов интереса к самостоятельному изучению фундаментальных основ науки.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.

«Введение в квантовую теорию поля» является дисциплиной по выбору в вариативной части общенаучного цикла ОПОП. При изучении курса «Введение в квантовую теорию поля» используются знания, приобретенные при изучении основных физических и математических курсов, а также спецкурсов по релятивистской квантовой теории и теории излучения. Курс «Введение в квантовую теорию поля» является базовым для изучения такого курса как «Квантовая электродинамика», а также курсов по физике частиц и астрофизике.

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование следующих компетенций:

- способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-3);
- способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1).

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: основные типы взаимодействий и методы вычислений в квантовой теории поля.

Уметь: делать вычисления во вторично квантованной теории.

Владеть: навыками вычисления сечений и вероятностей распадов, правилами Фейнмана при вычислении матричных элементов в КЭД.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры	
		6	
Аудиторные занятия (всего)	42 / 1,2	42	
В том числе:	-	-	-
Лекции	18 / 0,5	18	
Практические занятия (ПЗ)	18 / 0,5	18	
КСР	6/0,2	6	
Самостоятельная работа (всего)	21 / 0,6	21	

5.3 Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					Всего
			Лекц.	Практ. зан.	Семина	Лаб. Зан.	СРС	
1.	Раздел 1	Тема 1	1	1	-	-	1	3
2		Тема2	1	1	-	-	1	3
3		Тема 3	1	1	-	-	1	3
4		Тема 4	1	1	-	-	1	3
5		Тема 5	1	1	-	-	1	3
6	Раздел 2	Тема 6	1	1	-	-	2	4
7		Тема 7	1	1	-	-	1	3
8		Тема 8	1	1	-	-	1	3
9		Тема 9	1	1	-	-	1	3
10		Тема 10	1	1	-	-	1	3
11	Раздел 3	Тема 11	1	1	-	-	2	4
12		Тема 12	1	1	-	-	1	3

6. Перечень семинарских, практических занятий, лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Труд оемк ость (часы)	Оценочные средства	Формируем ые компетенци и
----------	---	--	--------------------------------	-----------------------	------------------------------------

1	2	3	4	5	6
1.	Раздел 1, Тема 1	Теорема Нетер и сохраняющиеся величины.	1	Задание на семинаре в виде задачи	ПК-1, ОПК-3
2.	Раздел 1, Тема 2	Вычисление энергии-импульса скалярного поля	1	Задание на семинаре в виде задачи	ПК-1, ОПК-3
3.	Раздел 1, Тема 3	Векторное поле, дополнительные условия.	1	Задание на семинаре в виде задачи	ПК-1, ОПК-3
4.	Раздел 1, Тема 4	Классическое электромагнитное поле и его динамические величины.	1	Задание на семинаре в виде задачи	ПК-1, ОПК-3
5.	Раздел 1, Тема 5	Энергия-импульс поля Дирака	1	Задание на семинаре в виде задачи	ПК-1, ОПК-3
6.	Раздел 2, Тема 6	Представление Шредингера, Гайзенберга	1	Задание на семинаре в виде задачи	ПК-1, ОПК-3
7.	Раздел 2, Тема 7	Различные схемы квантования	1	Задание на семинаре в виде задачи	ПК-1, ОПК-3
8.	Раздел 2, Тема 8	Типы перестановочных соотношений	1	Задание на семинаре в виде задачи	ПК-1, ОПК-3
9.	Раздел 2, Тема 9	Квантование массивного векторного поля, электромагнитного поля.	1	Задание на семинаре в виде задачи	ПК-1, ОПК-3
10.	Раздел 2, Тема 10	Квантованное поле Дирака, связь спина и статистики	1	Задание на семинаре в виде задачи	ПК-1, ОПК-3
11.	Раздел 3, Тема 11	Абелева калибровочная симметрия и электромагнитное поле.	1	Задание на семинаре в виде задачи	ПК-1, ОПК-3
12.	Раздел 3, Тема 12	Неабелева калибровочная симметрия.	1	Задание на семинаре в виде задачи	ПК-1, ОПК-3
13.	Раздел 3, Тема 13	Неабелева калибровочная симметрия и возникновение массы.	1	Задание на семинаре в виде задачи	ПК-1, ОПК-3
14.	Раздел 3, Тема 14	Простые системы со смешиванием и взаимодействием.	1	Задание на семинаре в виде задачи	ПК-1, ОПК-3
15.	Раздел 4, Тема 15	Матрица рассеяния и лагранжиан взаимодействия.	1	Задание на семинаре в виде задачи	ПК-1, ОПК-3
16.	Раздел 4, Тема 16	Теоремы Вика и вычисление матричных элементов.	1	Задание на семинаре в виде задачи	ПК-1, ОПК-3

17.	Раздел 5, Тема 17	Различные функции Грина и граничные условия.	1	Задание на семинаре в виде задачи	ПК-1, ОПК-3
18.	Раздел 5, Тема 18	Диаграммы Фейнмана и вычисление матричных элементов.	1	Задание на семинаре в виде задачи	ПК-1, ОПК-3

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	Теорема Нетер	Внеаудиторная, решение задач	Момент импульса	Источники из основной и дополнительной литературы по теме практических занятий; Образовательные ресурсы, доступные по логину и паролю, предоставляемые Научной библиотекой ИГУ и Сторонние сайты	1
2	Энергия-импульс скалярного поля	Внеаудиторная, решение задач	Вектор тока и заряд. Решение уравнения Клейна-Гордона.		1
3	Векторное поле	Внеаудиторная, решение задач	Диагонализация энергии-импульса.		1
4	Электромагнитное поле	Внеаудиторная, решение задач	Обобщенный лагранжиан, калибровки.		1
5	Поле Дирака	Внеаудиторная, решение задач	Решение уравнения Дирака, спиновые степени свободы.		1
6	Каноническое квантование	Внеаудиторная, решение задач	Гамильтонов подход и вторичное квантование		2
7	Релятивистская схема квантования	Внеаудиторная, решение задач	Представление Фока и законы сохранения.		1
8	Перестановочные соотношения	Внеаудиторная, решение задач	Зарядовая симметрия и типы перестановочных соотношений.		1
9	Электромагнитное поле	Внеаудиторная, решение задач	Вычисление динамических величин квантованного поля.		1
10	Квантование поля Дирака	Внеаудиторная, решение задач	Динамические величины дираковского поля.		1
11	Калибровочная симметрия	Внеаудиторная, решение задач	Обобщенный лагранжиан, квантование и условия калибровки.		2
12	Неабелева калибровочная симметрия	Внеаудиторная, решение задач	Лагранжиан КХД, основные свойства.		1

13	Слабые взаимодействия и массивный переносчик.	Внеаудиторная , решение задач	Спонтанное нарушение симметрии и возникновение массы.		1
14	Вторично квантованная теория	Внеаудиторная , решение задач	Гамильтонов подход, модель статического источника.		1
15	Матрица рассеяния	Внеаудиторная , решение задач	Хронологическое произведение, хронологическая экспонента.		2
16	Теоремы Вика	Внеаудиторная , решение задач	Приведение к нормальной форме		1
17	Функции Грина	Внеаудиторная , решение задач	Причинная функция Грина, свойства. Особенности на световом фокусе.		1
18	Диаграммы Фейнмана	Внеаудиторная , решение задач	Диаграммы Фейнмана в различных теориях.		1

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

В разделе 6.1. студентам для самостоятельного углубленного изучения дисциплины предлагаются задачи по изучаемым разделам и график их изучения. Предполагается, что студент самостоятельно изучит дополнительные параграфы по пройденной теме, представленные в литературе из п. 8, а затем решит предложенные в п. 6.1 задачи, методы решения которых частично обсуждаются на семинарах. Оценка самостоятельной работы студентов проводится в виде контрольных опросов на практических занятиях.

7. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Учебным планом не предусмотрено написание курсовых работ (проектов)

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):

а) основная литература

1. Боголюбов, Н. Н. Собрание научных трудов в 12 т.: Квантовая теория: [в 4 т.] / Н. Н. Боголюбов; Рос. акад. наук. - М. : Наука, 2005. - Т. 10 : Введение в теорию квантовых полей / Н. Н. Боголюбов, Д. В. Ширков ; ред.-сост. А. Д. Суханов. - 2008. - 736 с. - ISBN 978-5-02-035721-1 (3)
2. Киселев, В. В. Квантовая механика [Текст] : курс лекций / В. В. Киселев. - М. : Изд-во МЦНМО, 2009. - 560 с. - ISBN 978-5-94057-497-2 (4 экз.)

б) дополнительная литература:

сверено с ФБ ИГУ

1. Боголюбов, Н. Н. Квантовые поля: учеб. пособие для вузов / Н. Н. Боголюбов, Д. В. Ширков ; Московский гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. - 3-е изд., доп. - М.: Физматлит, 2005. - 383 с. - ISBN 5-9221-0580-9 (1)
2. Бьёркен Д.Д. Релятивистская квантовая теория / Д. Д. Бьеркен. - Т.1 (1 экз.)
3. Петрина, Д. Я. Квантовая теория поля / Д. Я. Петрина. - 2-е изд. - М.: Либроком, 2014. - 247 с. - ISBN 978-5-397-04311-3 (1)

в) базы данных, поисково-справочные и информационные системы

<http://library.isu.ru/> - Научная библиотека ИГУ;

Образовательные ресурсы, доступные по логину и паролю, предоставляемым Научной библиотекой ИГУ:

- <https://isu.bibliotech.ru/> - ЭЧЗ «БиблиоТех»;
- <http://e.lanbook.com> - ЭБС «Издательство «Лань»;
- <http://rucont.ru> - ЭБС «Рукопт» - межотраслевая научная библиотека, содержащая оцифрованные книги, периодические издания и отдельные статьи по всем отраслям знаний, а также аудио-, видео-, мультимедиа софт и многое другое;
- <http://ibooks.ru/> - ЭБС «Айбукс» - интернет ресурсы в свободном доступе.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

Учебная аудитория с доской для проведения занятий. Использование глобальной компьютерной сети позволяет обеспечить доступность Интернет-ресурсов и реализовать самостоятельную работу студентов. На лекциях могут использоваться мультимедийные средства: проектор, переносной экран, ноутбук.

10. Образовательные технологии

При изучении данной дисциплины используются следующие образовательные технологии:

1. Практические занятия, направленные на активизацию познавательной деятельности студентов и приобретения ими навыков решения практических и проблемных задач;
2. Консультации – еженедельно для всех желающих студентов; Компьютерные симуляции для демонстрации различных механических процессов.
3. Текущий контроль за деятельностью студентов осуществляется в основном на практических занятиях при дискуссии о результатах выполненных практических работ.

11. Оценочные средства (ОС).

Фонд оценочных средств представлен в приложении.

Перечень контрольных вопросов по СРС

1. Примеры преобразований, сохраняющих действие.
2. Каноническое квантование, как оно связано с классической механикой?
3. Релятивистская схема квантования – суть подхода.
4. Квантование скалярного поля.
5. Квантование массивного векторного поля.
6. Квантование электромагнитного поля, индефинитная метрика.
7. Квантование поля Дирака.
8. Лагранжианы взаимодействия.
9. Калибровочная инвариантность, лагранжиан квантовой электродинамики.
10. Неабелева калибровочная инвариантность, лагранжиан КХД.
11. Матрица рассеяния.
12. Теоремы Вика.
13. Правила Фейнмана вычисления матричных элементов в импульсном представлении.
14. Калибровочная инвариантность матричных элементов.
15. Какова размерность лагранжиана?

Разработчики:



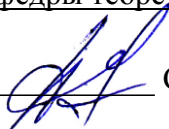
профессор кафедры теоретической физики

А.Е. Калошин

Программа рассмотрена на заседании кафедры теоретической физики

«31» мая 2017 г.

Протокол № 8 Зав. кафедрой



С.В. Ловцов

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.