

Программа учебной дисциплины «Введение в квантовую теорию»

Утверждена Ученым Советом
факультета математики

Разработчик	В.В.Лосяков, профессор, факультет математики П.Г.Гавриленко, младший научный сотрудник, Международная лаборатория теории представлений и математической физики
Число кредитов	6
Контактная работа (час.)	72
Самостоятельная работа (час.)	156
Курс, Образовательная программа	Для студентов образовательных программ, реализуемых факультетом математики
Формат изучения дисциплины	Без использования онлайн курса

1. Цель, результаты освоения дисциплины и пререквизиты

ОПИСАНИЕ: ... У нас нет лучшего средства для описания элементарных частиц, чем квантовая теория поля. Квантовое поле — это ансамбль бесконечного числа взаимодействующих *гармонических осцилляторов*. Возбуждения этих осцилляторов отождествляются с частицами. Особая роль гармонических осцилляторов связана с аддитивностью их спектра. Если E_1 и E_2 — энергетические уровни, то $E_1 + E_2$ — тоже энергетический уровень. В точности таких свойств мы и ожидаем от элементарных частиц... Всё это очень в духе XIX столетия, когда люди пытались строить механические модели всех явлений. Я не вижу в этом ничего плохого, поскольку любая нетривиальная идея в определённом смысле верна. Мусор прошлого часто оказывается сокровищем настоящего (и наоборот). По этой причине мы будем смело прибегать к различным аналогиям при обсуждении наших основных проблем.

Александр Поляков

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА: нет.

2. Содержание учебной дисциплины

1. Классическая теория на примере электромагнитной волны. Электромагнитная волна — набор гармонических осцилляторов. Гамильтонов подход. (9ч.)
2. Gedanken эксперименты со светом — прохождение через поляризатор и фотоэффект. Вывод: наш мир не классический. Соотношения неопределенности. (9ч.)

3. Состояния физической системы в квантовой теории. Собственные состояния. Принцип суперпозиции. Вероятность перехода из одного состояния в другое (амплитуда перехода). Пространство состояний — гильбертово пространство. (9ч.)
4. Наблюдаемые в квантовой теории — операторы на гильбертовом пространстве. Действие оператора на собственные состояния. Требование самосопряженности оператора. Измерение наблюдаемой как задача на собственные значения. Определение среднего значения и дисперсии наблюдаемой. (9ч.)
5. Соотношение неопределенности и одновременная измеримость физических величин. Канонические коммутационные соотношения. Каноническое квантование в квантовой теории. Полный набор наблюдаемых. (9ч.)
6. Динамика в квантовой теории. Уравнение Шредингера. Гамильтониан как наблюдаемая, определяющая динамику в квантовой теории. Задача на собственные значения и собственные состояния гамильтониана как задача, решающая вопрос о динамике произвольного состояния в квантовой механике. (9ч.)
7. Квантование гармонического осциллятора. Операторы рождения и уничтожения. Энергетический спектр и собственные состояния. (9ч.)
8. Когерентные состояния. Когерентные состояния как минимизирующие соотношение неопределенности. Динамика когерентного состояния. Разложение единицы для когерентных состояний. Предельный переход к классической теории. (9ч.)

3. Оценивание

Оценка ставится по результату трёх письменных контрольных работ и одного коллоквиума.

4. Примеры оценочных средств

Блокирующие элементы не предусмотрены.

5. Ресурсы

5.1. Рекомендуемая основная литература

№п/п	Наименование
1.	Записки лекций В.В. Лосякова: https://math.hse.ru/qft2016

5.2. Рекомендуемая дополнительная литература

№п/п	Наименование

5.3. Программное обеспечение

№п/п	Наименование	Условия доступа/скачивания
1.	Microsoft Windows 7 Professional RUS Microsoft Windows 10 Microsoft Windows 8.1 Professional RUS	Из внутренней сети университета (договор)
2.	Microsoft Office Professional Plus 2010	Из внутренней сети университета (договор)
3.	LaTeX пакет верстки научных текстов	Свободно распространяемый программный продукт

5.4. Профессиональные базы данных, информационные справочные системы, интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)

№п/п	Наименование	Условия доступа/скачивания
1.	База препринтов Cornell University	https://arxiv.org/
2.	База данных зарубежной периодики MathSciNet	Онлайн доступ из локальной сети НИУ ВШЭ
Интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)		
1.	Открытое образование	https://openedu.ru
2.	Coursera	http://www.coursera.org
3.	edX	https://www.edx.org/course
4.	MITOPENCOURSEWARE	https://ocw.mit.edu/index.htm

5.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для лекционных занятий по дисциплине обеспечивают использование и демонстрацию тематических иллюстраций, соответствующих программе дисциплины в составе:

- ПЭВМ с доступом в Интернет (операционная система, офисные программы, антивирусные программы);
- мультимедийный проектор с дистанционным управлением.

Учебные аудитории для самостоятельных занятий по дисциплине оснащены персональными компьютерами, с возможностью подключения к сети Интернет и доступом к электронной информационно-образовательной среде НИУ ВШЭ.

6. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида, могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

6.1.1. *для лиц с нарушениями зрения:* в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

6.1.2. *для лиц с нарушениями слуха:* в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

6.1.3. *для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:* в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

7. Дополнительные сведения

По желанию разработчика в ПУД могут быть включены другие содержательные элементы, например, методические рекомендации для студента и преподавателя, описание применяемых образовательных технологий

8. Литература для углубленного изучения материала

П. Дирак, Принципы квантовой механики, 1979

Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. Фейнмановские лекции по физике

Л.Д. Фаддеев, О.А. Якубовский. Лекции по квантовой механике для студентов-математиков, 1980

Р. Фейнман, А. Хиббс, Квантовая механика и интегралы по траекториям