



## Программа учебной дисциплины "Дополнительные главы квантовой механики"

Утверждена Академическим руководителем  
образовательной программы "Физика"  
Протокол № 1 от 20.08.2019 года

Разработчик	ученая степень, фамилия имя отчество, должность
Дата составления программы	20.08.2019
Число кредитов	3 заполняется <u>на факультете</u> по учебному плану
Контактная работа (час.)	60 заполняется <u>на факультете</u> по учебному плану
Самостоятельная работа (час.)	54 заполняется <u>на факультете</u> по учебному плану
Курс, Образовательная программа	1 курс, 1 и 2 модули для какого курса, в каких модулях (семестрах) читается ОП "Физика"
Формат изучения дисциплины	без использования онлайн курса С использованием онлайн курса/ без использования онлайн курса/иное



## 1. Цель, результаты освоения дисциплины, пререквизиты

Целями освоения дисциплины «Дополнительные главы квантовой механики» являются:

- формирование продвинутых знаний в области «квантовая механика» как базовой дисциплины, используемой во всех современных областях физики,
- ознакомление с разнообразными математическими методами используемые в теоретической физике,
- формирование у студентов подходов к решению теоретических задач,
- формирование понимания квантовой механики, развитие интуиции в данной области.

## 2. Содержание учебной дисциплины

№ п/п	Название темы	Число часов		
		контактная работа (лекции, семинары, практикумы)	онлайн компонента	самост. работа
1.	Основные принципы квантовой механики. 1.1. Как возникла квантовая механика. 1.2. «Правила игры» в квантовой механике. 1.3. Смена базиса: различные представления. 1.4. Непрерывный спектр. 1.5. Дираковские обозначения. 1.6. Одновременная измеримость величин и коммутация. 1.7. Предельный переход к классике. 1.8. Гамильтониан. 1.9. Производная оператора по времени. 1.10. Оператор импульса. 1.11. Уравнение Шрёдингера. 1.12. Оператор эволюции и представление Гейзенберга. 1.13. Вариационный принцип. 1.14. Двухуровневая система. 1.15. Осцилляции Раби. 1.16. Запутанные состояния. 1.17. Проблема измерений в квантовой механике.			
2.	Одномерное движение. 2.1. Одномерное движение частицы. 2.2. Плотность потока. 2.3. Одномерное рассеяние. 2.4. Обращение времени. 2.5. Квазистационарные состояния. 2.6. Соотношение неопределённости для энергии. 2.7. Гармонический осциллятор. 2.8. Когерентные состояния. 2.9. Движение в периодическом потенциале			



	(теорема Блоха).			
3.	Квазиклассика. 3.1. Волновая функция в квазиклассическом приближении. 3.2. Граничные условия. 3.3. Правило квантования Бора-Зоммерфельда. 3.4. Прохождение под барьером (туннелирование). 3.5. Надбарьерное отражение.			
4.	Теория возмущений. 4.1. Стационарная теория возмущений. 4.2. Стационарная теория возмущений: невырожденное собственное значение. 4.3. Стационарная теория возмущений: вырожденное собственное значение. 4.4. Нестационарная теория возмущений. 4.5. Периодическое возмущение. 4.6. Вероятности переходов. 4.7. Вероятность ионизации под действием периодического возмущения. 4.8. Золотое правило Ферми.			
5.	Движение в центрально-симметричном поле. 5.1. Момент импульса. 5.2. Собственные значения момента. 5.3. Движение в центрально-симметричном поле. 5.4. Атом водорода.			
6.	Спин 6.1. Оператор спина. 6.2. Сложение моментов.			

### 3. Оценивание

Итоговая оценка состоит из сдачи оценки за домашнее задание, промежуточной контрольной работы и письменного экзамена в конце курса согласно формуле:

$$O_{\text{итоговая}} = 0.5 * O_{\text{дз}} + 0.2 * O_{\text{крп}} + 0.3 * O_{\text{экз}}$$

#### Оценка за домашнее задание.

Домашнее задание предоставляется в избытке, при решении от 80 процентов задач и выше (получении 80 процентов баллов) студент получает максимальную оценку за домашнее задание. Если балл за задание  $x$  меньше 80 процентов, то оценка вычисляется согласно формуле:

$$O_{\text{дз}} = 10 * x / 80$$

Домашнее задание принимается лично преподавателем в дополнительные часы после пары и на специально отведенной для этой задачи паре.

#### Оценка за контрольную работу.



Промежуточная контрольная работа проводится после прохождения темы 1 и состоит из базовых задач этой темы.

Оценка за экзамен.

Экзамен проводится в письменном виде. Если студент не справился с работой, ему предоставляется возможность ответить на дополнительные устные вопросы и решить дополнительные задачи в личном общении с преподавателем.

## 4. Примеры оценочных средств

Контрольная работа 1. Примеры задач

**Задача 1**

К частице массы  $m$  в потенциале гармонического осциллятора  $U(x) = m\omega^2 x^2/2$  прикладывают возмущение  $\delta U(x) = -a\delta(x)$ . Найдите сдвиги основного и первого возбужденного состояния осциллятора, считая возмущение слабым.

**Задача 2**

Рассмотрите спин-1/2, взаимодействующий с магнитным полем  $B(t)$ :

$$H = -\mu * B(t) * \sigma$$

вращающимся в плоскости  $y$ - $z$ :

$$B(t) = B(0, 1/\cosh \omega t, \tanh \omega t)$$

В начальный момент времени  $t \rightarrow -\infty$  спин и поле направлены по оси  $z$ . Оцените вероятность  $p$  того, что спин останется смотреть по оси  $z$  после того, как поле завершит вращение при  $t \rightarrow +\infty$ , считая частоту  $\omega$  малой.

Экзаменационная работа. Примеры задач

**Задача 1**

Рассмотрите систему из  $N$  бесспиновых фермионов в одномерной потенциальной яме длины  $L$  с бесконечно высокими стенками. Найдите плотность фермионов как функцию координаты  $x$  в яме.

**Задача 2**

Спин-1/2 находится в магнитном поле, направленном вдоль оси  $z$ . В результате взаимодействия с окружающей средой, магнитное поле испытывает случайные флуктуации:  $B = B_0 + \delta B(t)$  которые мы предполагаем гауссовыми с нулевым средним и коррелятором  $\langle \delta B(t_1) \delta B(t_2) \rangle = \Gamma \delta(t_1 - t_2)$ . Пусть в начальный момент времени, матрица плотности была самого общего вида. Определите зависимость усредненной по таким флуктуациям матрицы плотности от времени  $\langle \rho(t) \rangle$ .

«Блокирующие элементы не предусмотрены».

## 5. Ресурсы

### 5.1. Рекомендуемая основная литература

№ п/п	Наименование
1.	Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц, Квантовая механика (нерелятивистская теория). — М.: Физматлит, 2004. («Теоретическая физика», том III) (и более поздние издания)



## **5.2. Рекомендуемая дополнительная литература**

№ п/п	Наименование
1.	В.Б. Берестецкий, Е.М. Лифшиц, Л.П. Питаевский, Квантовая электродинамика, — М.: Физматлит, 2002. («Теоретическая физика», том IV) (и более поздние издания)

## **5.3. Программное обеспечение**

№ п/п	Наименование
1.	

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

Материалы курса, посвящённого углублённому разбору некоторых тем квантовой механики.

<http://chair.itp.ac.ru/index.php?sub=curriculum/qseminar>

## **5.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекционная аудитория с доской и проектором.

## **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. 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.



- 6.2. для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.
- 6.3. для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

## **7. Дополнительные сведения**