



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП  
Теоретическая физика  
Название образовательной программы

\_\_\_\_\_ Белоконов В.И.  
(подпись) (Ф.И.О.)  
«25» сентября 2015 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой теоретической и ядерной физики  
\_\_\_\_\_  
(название кафедры/ академического департамента)

\_\_\_\_\_ Ширмовский С.Э.  
(подпись) (Ф.И.О.)  
«25» сентября 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Квантовая теория поля**

Направление подготовки *03.06.01 Физика и астрономия*

Профиль «*Теоретическая физика*»

Форма подготовки (очная)

курс   2   семестр   3    
лекции  18  час.  
практические занятия  18  час.  
лабораторные работы не предусмотрены  
с использованием МАО лек.   6   / пр.   6   час.  
всего часов контактной работы  36  час.  
в том числе с использованием МАО  12  час., в электронной форме \_\_\_\_\_ час.  
самостоятельная работа  72  час.  
в том числе на подготовку к экзамену   9  час.  
курсовая работа / курсовой проект \_\_\_\_\_ семестр  
зачет \_\_\_\_\_ семестр  
экзамен   3  семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 30.07.2014 № 867

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры теоретической и ядерной физики, протокол № 1 от «28» августа 2015 г.

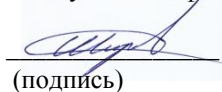
Заведующий (ая) кафедрой теоретической и ядерной физики Ширмовский С.Э.  
Составитель (ли): д-р физ.- мат. наук, профессор, профессор кафедры теоретической и ядерной физики А.В.Молочков

**Оборотная сторона титульного листа**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры теоретической и ядерной физики:**

Протокол от «07» июня 2019 г. № 16

Заведующий кафедрой /директор академического департамента



(подпись)

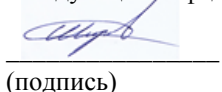
Ширмовский С.Э.

(И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/ академического департамента:**

Протокол от « 10 » января 2020 г. № 4

Заведующий кафедрой теоретической и ядерной физики



(подпись)

Ширмовский С.Э.

(И.О. Фамилия)

## Аннотация рабочей программы учебной дисциплины «Квантовая теория поля»

Дисциплина «Квантовая теория поля» предназначена для аспирантов, обучающихся по образовательной программе направления подготовки 03.06.01 – «Физика и астрономия», профиль «Теоретическая физика», форма подготовки очная и входит в вариативную часть учебного плана.

Трудоемкость – 3 з.е. (108 часов). Дисциплина включает в себя 18 часов лекций, 18 часов практических занятий и 72 часа самостоятельной работы, из которых 9 часов отводится на экзамен. Обучение осуществляется в 3 семестре. Форма промежуточной аттестации: экзамен (3 семестр).

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30.07.2014 г. № 867 и учебным планом подготовки аспирантов по профилю «Теоретическая физика».

**Цель** изучения дисциплины – дать изложение квантовой теории поля и научить аспирантов пользоваться основным аппаратом физики высоких энергий.

### **Задачи:**

- изучить коммутационные соотношения для различных типов полей;
- изучить правила Фейнмана;
- изучить каноническое квантование различных полей;
- дать формулировку квантовой теории поля на языке континуальных интегралов;
- изучить квантование на основе функциональных интегралов.

Для успешного изучения дисциплины «Квантовая теория поля» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- владение методами математического описания физических полей (ПК-1)
- владение основными методами компьютерного моделирования физических процессов (ПК-2)
- *владение основными методами исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред (ПК-3)*

В результате изучения дисциплины у аспирантов формируются следующие профессиональные компетенции:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-1 Владение методами математического описания физических полей	Знает	основные методы математического описания физических полей
	Умеет	выделять математические методы, необходимые для описания физических процессов, протекающих как на уровне элементарных частиц,

		так и на атомном уровне и в конденсированных средах
	Владеет	методами математического описания физических полей
ПК-2 Владение основными методами компьютерного моделирования различных состояний вещества и физических явлений в них	Знает	основные методы компьютерного моделирования
	Умеет	критически оценивать область применимости выбранных математических методов
	Владеет	основными методами компьютерного моделирования физических процессов
ПК-3 Владение основными методами исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред	Знает	основные методы математического описания полей и процессов, протекающих в конденсированных средах; основные методы исследования полей и физических свойств конденсированных сред
	Умеет	определять рамки применимости математического метода описания процессов, протекающих в конденсированных средах для решения конкретной задачи;
	Владеет	основными методами исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Квантовая теория поля» применяются следующие методы активного / интерактивного обучения: Аквариум, Технологию открытого пространства и «прием 1x2x4».

## I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

(18 час, в том числе 6 час с использованием методов активного обучения)

### **Раздел 1. Введение в квантовую теорию поля (6 час.)**

**Тема 1. Релятивистские обозначения. Уравнение Клейна – Гордона. Уравнение Дирака. Предсказание античастиц. Конструкция спиноров Дирака: алгебра гамма-матриц (2 час.)**

*Интерактивная форма: технология активного пространства*

*Мотивировка и обоснования квантовой теории поля. Формулировка квантовой физики на языке интеграла по траекториям. Калибровочная инвариантность.*

**Тема 2. Нерелятивистский предел и магнитный момент электрона. Роль группы Пуанкаре оператор спина и предел нулевой массы. Уравнение Максвелла и Прока (4 час.)**

*Группы и алгебры Ли. Группа Лоренца. Спин. Фейнмановские диаграммы. Рассеяние электронов. Диаграммное доказательство калибровочной инвариантности.*

**Раздел 2. Лагранжева формулировка КТП. Каноническое квантование (6 час.)**

**Тема 1. Лагранжева формулировка механики частиц. Действительное скалярное поле (2 час.)**

*Интерактивная форма: технология активного пространства*

*Лагранжес и Гамильтонов формализм. Матрицы и поля. Отождествление полей и частиц.*

**Тема 2. Вариационный принцип и теорема Нётер. Комплексные скалярные поля и электромагнитное поле. Топология и вакуум: эффект Ааронова – Бома (2 час.)**

*Интерактивная форма: технология групповой работы «Аквариум»*

*Магнитный момент электрона. Теория поля без релятивистской инвариантности. Энергия Вакуума. Поля Янга-Миллса. Геометрия калибровочных полей.*

**Тема 3. Каноническое квантование: действительное и действительное поле Клейна – Гордона. Каноническое квантование: поле Дирака. Каноническое квантование: электромагнитное поле (2 час.)**

*Массивное векторное поле. Сильное и слабое взаимодействие. Лептонные и адронные квантовые числа.*

**Раздел 3. Континуальные интегралы в КТП (6 час.)**

**Тема 1. Формулировка квантовой механики на основе функциональных интегралов (2 час.)**

*Интерактивная форма: групповая работа «прием 1x2x4»*

*Гауссово интегрирование и основное тождество квантовой теории поля. Функциональное исчисление: дифференцирование. Другие свойства функциональных интегралов.*

**Тема 2. Теория возмущений и S-матрица (2 час.)**

*Интерактивная форма: технология групповой работы «Аквариум»*

*Контрчлены и физическая теория возмущений. S-матрица и редуцированная формула.*

**Тема 3. Кулоновское рассеяние (2 час.)**

*Интерактивная форма: групповая работа «прием 1x2x4»*

*Сечение рассеяние. Пион-нуклонная амплитуда рассеяния. Фермионы и функциональные методы.*

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**(\_18\_ час, в том числе \_6\_ час с использованием методов активного обучения)**

## Практические занятия (\_18/\_6\_ час.)

### Занятие 1. Вычисление ширины распада мюона (2 час.)

*Интерактивная форма: технология групповой работы «Аквариум»*

1. Вычислить ширину  $\Gamma$  распада  $\mu \rightarrow e\nu_e^- \nu_\mu^-$
2. Вычислить ширину  $\Gamma$  распада  $\mu \rightarrow e\nu_e^- \nu_\mu^-$  в первом приближении по  $\frac{m_e}{m_\mu}$ .
3. Получить тождество Фирца.

### Занятие 2. Вычисление дифференциального сечения (2 час.)

1. Вычисление дифференциального сечения процесса  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ .
2. Показать, что в  $\psi$ -системе  $\frac{d\sigma}{d\cos\theta} = \left(\frac{\alpha^2}{4s}\right)R(1 + \cos^2\theta + A \cos\theta)$

### Занятие 3. Вычисление алгебры нетеровских зарядов слабых токов (2 час.)

1. Получить ограничения на элементы группы  $SU(2)$
2. Получить связь  $SU(2)$  группы с ее алгеброй.
3. Показать, что нетеровские заряды образуют алгебру слабого изоспина  $SU(2)$ .

*Интерактивная форма: технология активного пространства*

### Занятие 4. Вычисление нетеровских зарядов в модели Джорджа-Глешоу (2 час.)

1. Показать, что  $[I_\mp, I_3] = \mp I_\mp$
2. Показать, что  $[I_+, I_-] = 2I_3$
3. Показать, что  $[I_+, I_-] = 2Q$ , где  $Q = \int d^3x(E^+E^- - e^+e^-)$

*Интерактивная форма: технология групповой работы «Аквариум»*

### Занятие 5. Лагранжиана поля Янга-Миллса (2 час.)

1. Получить уравнение движения для Лагранжиан поля Янга-Миллса, взаимодействующего со изотриплетом  $\phi = (\phi^\alpha)$
2. Получить явный вид Лагранжиана в унитарной калибровке.
3. Получить выражения для энергии.

### Занятие 6. Вычисление нетеровского тока скалярного поля (2 час.)

*Интерактивная форма: технология групповой работы «Аквариум»*

1. Доказать трансляционную инвариантность Лагранжиана безмассового скалярного поля
2. Показать, что нетеровский ток имеет вид  $j^\mu = d^\mu\phi \dots$
3. Через операторы рождения и уничтожения показать, что  $|\lambda\rangle = \exp\left(\frac{\lambda}{2}(a(0) + a^+(0))\right)|0\rangle$

### **Занятие 7. Модели Вайнберга-Салама (2 час.)**

*Показать, что при произвольных значениях гиперзарядов в лептонном лагранжиане модели Вайнберга-Салама возникают дополнительные слагаемые.*

1. Показать, что  $e = gg'(g^2 + g'^2)^{-\frac{1}{2}}$

### **Занятие 8. Вычисление нётеровских зарядов и нахождение коммутационных соотношений гиперзаряда со всеми генераторами группы в модели Вайнберга-Салама (2 час.)**

*Интерактивная форма: технология групповой работы «Аквариум»*

1. Показать, что  $I_+ = \int d^3x (v_{eL}^+ e_L)$

2. Показать, что  $I_3 = \frac{1}{2} \int d^3x (v_{eL}^+ v_{eL} - e_L^+ e_L)$

3. Показать, что электрический заряд  $Q = -\int d^3x (e_L^+ e_L - e_R^+ e_R)$ , коммутирует со всеми генераторами группы  $SU(2)$ .

### **Занятие 9. Вычисление ширины распадов W и Z бозонов (2 час.)**

*Интерактивная форма: технология активного пространства*

1. Вычислить ширину распада  $W \rightarrow e\nu_e^-$

2. Вычислить ширину распада  $Z \rightarrow \nu_l\nu_l^-$

3. Вычислить ширину распада  $W \rightarrow e^+e^-$

## **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Квантовая теория поля» представлено в приложении 1 и включает в себя:

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛИ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Введение в квантовую теорию поля	ПК-1 ПК-2	Знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы к экзамену 1-10
			Умеет		
			Владеет		
2	Раздел 2. Лагранжева формулировка КТП. Каноническое квантование	ПК-1	Знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы к экзамену 11-18
			Умеет		
			Владеет		
3	Раздел 3. Континуальные интегралы в КТП	ПК-2 ПК-3	Знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы к экзамену 19-26
			Умеет		
			Владеет		

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении 2.

#### V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### Основная литература

1. Блинов, В.И. Методика преподавания в высшей школе: учебно-практическое пособие для вузов по гуманитарным направлениям и специальностям / В. И. Блинов, В. Г. Виненко, И. С. Сергеев. - М. : Юрайт. Московский педагогический государственный университет, 2015. – 315 с. (3 экз.) ЭК НБ ДВФУ:

<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:785120&theme=FEFU>

2. Боровкова, Т.И. Технологии открытого образования [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Т.И. Боровкова. – М. : Инфра-М; Znanium.com, 2015. – 173 с. ЭБС «Znanium»:

<http://znanium.com/go.php?id=504867>

3. Боголюбов Н.Н, Логунов А.А., Оксак А.И., Тодоров И.Т. Общие принципы квантовой теории поля / Суханов А.Д. – М.: Физматлит, 2006. – 657 с. ЭБС «Elanbook.com»:

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=48239](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=48239)



4. Вайнберг, С. Квантовая теория поля. Т.1. Общая теория [Электронный ресурс] / С. Вайнберг; под ред. В.Ч. Жуковского ; пер. с англ. В.Ч. Жуковского. — Электрон.дан. — Москва: Физматлит, 2015. — 648 с.  
ЭБС «Elanbook.com»: <https://e.lanbook.com/book/91164>

### Дополнительная литература

1. Цвелик, А.М. Квантовая теория поля в физике конденсированного состояния [Электронный ресурс] / А.М. Цвелик. — Москва: Физматлит, 2004. — 320 с. ЭБС «Elanbook.com»: <https://e.lanbook.com/book/2714>.

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. База данных полнотекстовых академических журналов Китая <http://oversea.cnki.net/>
4. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://diss.rsl.ru/>
5. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

### Перечень информационных технологий и программного обеспечения

№ п/п	Место расположения компьютерной техники, на которой установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
1.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L560. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30.
2.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L556. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30.
3.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L557. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30.

	индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	
4.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус А, ауд. А1017. Аудитория для самостоятельной работы аспирантов.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18. Photoshop CC for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription Renewal №ЭА-667-17 от 08.02.2018. 07, Adobe Creative Cloud for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription New Контракт №ЭА-667-17 от 08.02.2018. ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018. AutoCAD Electrical 2015. Срок действия лицензии 10.09.2020. № договора 110002048940 в личном кабинете Autodesk. +2 Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Содержание методических указаний включает:

1. Эффективное изучение курса предполагает регулярное посещение занятий и систематическое повторение материала, излагаемого преподавателем на лекции;
2. Алгоритм изучения данной дисциплины состоит в методическом изучении материала курса его регулярном повторении в часы самостоятельной работы, а также посещение консультаций с преподавателем;
3. Работа с указанной литературой должна осуществляться прежде всего в рамках лекционного курса;
4. Подготовка к зачёту должна проходить регулярно в течении семестра отведённых для занятий.

### **Подготовка к сдаче коллоквиумов в формате устный опрос**

При подготовке к сдаче коллоквиумов воспользуйтесь материалами лекций и рекомендованной литературой.

### **Подготовка к практическим занятиям**

При подготовке к практическим занятиям рекомендуется пользоваться рекомендованной литературой и ресурсами интернет. Вопросы, которые вызывают затруднение при подготовке, должны быть заранее сформулированы и озвучены во время занятий в аудитории для дополнительного разъяснения преподавателем. Ответы, выносимые на обсуждение, должны быть тщательно подготовлены и по ним составлена схема (план), которой аспирант пользуется на занятии. При ответе надо

логически грамотно выражать и обосновывать свою точку зрения, свободно оперировать понятиями и категориями. При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса.

### **Подготовка к экзамену**

В процессе подготовки к экзамену, следует ликвидировать имеющиеся пробелы в знаниях, углубить, систематизировать и упорядочить знания. Особое внимание следует уделить организации подготовки к экзаменам. Для этого важны следующие моменты – соблюдение режима дня: сон не менее 8 часов в сутки; занятия заканчивать не позднее, чем за 2-3 часа до сна; прогулки на свежем воздухе, неустойчивые занятия спортом во время перерывов между занятиями. Наличие полных собственных конспектов лекций является необходимым условием успешной сдачи экзамена. Если пропущена какая-либо лекция, необходимо ее восстановить, обдумать, устранить возникшие вопросы, чтобы запоминание материала было осознанным. Следует помнить, что при подготовке к экзаменам вначале надо просмотреть материал по всем вопросам сдаваемой дисциплины, далее отметить для себя наиболее трудные вопросы и обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

№ п/п	Место расположения компьютерной техники, на которой установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
1.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L560. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Парты и стулья, экран проекционный SENSSCREEN ES-431150 150* настенно-потолочный моторизированный, покрытие Matte White, 4:3, размер рабочей поверхности 305*229 , проектор BenQ MW 526 E.
2.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L556. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Парты и стулья, экран проекционный SENSSCREEN ES-431150 150* настенно-потолочный моторизированный, покрытие Matte White, 4:3, размер рабочей поверхности 305*229 , проектор BenQ MW 526 E.
3.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L557.	Парты и стулья, экран проекционный SENSSCREEN ES-431150 150* настенно-потолочный моторизированный, покрытие Matte White, 4:3, размер рабочей поверхности 305*229 ,

	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	проектор BenQ MW 526 E.
4.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус А, ауд. А1017. Аудитория для самостоятельной работы аспирантов.	Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.
5.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L539a помещение для хранения и профилактического обслуживания оборудования	

### **Методические указания по работе с литературой**

Надо составить первоначальный список источников. Основой может стать список литературы, рекомендованный в рабочей программе курса. Для удобства работы можно составить собственную картотеку отобранных источников (фамилия авторов, заглавие, характеристики издания) в виде рабочего файла в компьютере. Такая картотека имеет преимущество, т.к. она позволяет добавлять источники, заменять по необходимости одни на другие, Первоначальный список литературы можно дополнить, используя электронный каталог библиотеки ДВФУ, при этом не стесняйтесь обращаться за помощью к сотрудникам библиотеки.

Работая с литературой по той или другой теме, надо не только прочитать, но и усвоить метод ее изучения: сделать краткий конспект, алгоритм, схему прочитанного материала, что позволяет быстрее его понять, запомнить. Не рекомендуется дословно переписывать текст.

### **Методические рекомендации к самостоятельной работе студента**

Текущий контроль результатов самостоятельной работы осуществляется в ходе проведения практических занятий (устный опрос), коллоквиумов и тестирования. На основании этих результатов студент получает текущие и экзаменационные оценки, по которым выводится итоговая оценка. Промежуточная (семестровая) аттестация проводится в форме устного экзамена.

### **Методические указания по подготовке к практическим занятиям и их выполнению**

Поскольку семинар является коллективной формой рассмотрения и закрепления учебного материала, к нему должны готовиться все студенты, хотя и не у всех будут доклады. На каждый семинар заранее объявляется тема и перечень вопросов для устных сообщений (докладов) – на 5-7 минут на каждый вопрос. К докладу надо проработать соответствующий материал из учебника, конспекта лекций, дополнительной литературы и интернет-источников. Необходимо заранее продумать схемы для иллюстрации на

доске или приготовить их в форме компьютерной презентации. В докладе обязательно использовать термины и ключевые слова по данной теме. После доклада проводится обсуждение с дополнениями и поправками. Оценивается как качество доклада, так и активность участников дискуссии.

Семинарские занятия могут проводиться в форме развернутой беседы, дискуссии, пресс-конференции. Подготовка к ним проводится по тем же требованиям.

### **Методические указания по подготовке к коллоквиумам**

Поскольку коллоквиум является коллективной формой рассмотрения и закрепления учебного материала, к нему должны готовиться все студенты. Коллоквиум обычно проводится в форме развернутой беседы, диспута, пресс-конференции. На каждый коллоквиум заранее объявляется тема и перечень вопросов для устных сообщений. По всем вопросам надо проработать соответствующий материал из учебника, конспекта лекций, дополнительной литературы и соответствующей лабораторной работы. Преподаватель объявляет вопрос и предлагает сделать сообщение на 5-7 минут одному из студентов – либо по их желанию, либо по своему выбору. После сообщения преподаватель и студенты задают вопросы и выступают с дополнениями и комментариями.

Ответы на вопросы, выступления и активность студентов на занятии оцениваются текущей оценкой.

### **Методические указания по подготовке доклада**

По отдельным темам на коллоквиумах могут делаться более емкие и глубокие доклады – до 15-20 минут. Тема доклада может быть предложена преподавателем или выбрана студентом самостоятельно.

При подготовке к докладу проводится подбор литературных источников по теме из рекомендуемой основной и дополнительной литературы, а также работа с ресурсами информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», указанными в рабочей программе.

Работа с текстом научных книг и учебников состоит не только в прочтении материала, необходимо провести анализ, сравнить изложение материала в разных источниках, подобрать материал таким образом, чтобы он раскрывал тему доклада. Проанализированный материал конспектируют, при этом надо избегать простого переписывания текстов без каких либо комментариев и анализа. Прямое заимствование текстов других авторов в науке не допускается, оно определяется как плагиат и является наказуемым. Цитирование небольших фрагментов (со ссылкой на автора) допускается, если надо подчеркнуть стиль или сущность авторского определения, но злоупотреблять чужими текстами нельзя. Доклад должен быть выстроен логично, материал излагается цельно, связно и последовательно, делаются выводы. Желательно, чтобы студент мог выразить своё мнение по обсуждаемой проблеме. Необходимо заранее продумать схемы для иллюстрации на доске или приготовить их в форме компьютерной презентации. В докладе обязательно необходимо использовать термины и

ключевые слова по данной теме. После доклада проводится обсуждение с дополнениями и поправками. Оценивается как качество доклада, так и активность участников дискуссии.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**По дисциплине «Квантовая теория поля»**  
Направление подготовки *03.06.01 Физика и астрономия*  
Профиль *«Теоретическая физика»*  
Форма подготовки (очная)

**Владивосток  
2015**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№* п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-2 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к лабораторной работе и тестированию. Подготовка к коллоквиуму и тестированию	12 часов	Устный ответ, работа на практическом занятии
2	3-6 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к лабораторной работе и тестированию. Подготовка к коллоквиуму и тестированию	12 часов	Устный ответ, работа на практическом занятии
3	7-10 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к лабораторной работе и тестированию. Подготовка к коллоквиуму и тестированию	12 часов	Устный ответ, работа на практическом занятии
4	11-13 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к лабораторной работе и тестированию. Подготовка к коллоквиуму и тестированию	12 часов	Устный ответ, работа на практическом занятии
5	14-15 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к лабораторной работе и тестированию. Подготовка к коллоквиуму и тестированию	12 часов	Устный ответ, работа на практическом занятии
6	15-17 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к лабораторной работе и тестированию. Подготовка к коллоквиуму и тестированию	12 часов	Устный ответ, работа на практическом занятии
	18 неделя	Подготовка к экзамену	9 часов	Сдача экзамена





МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**По дисциплине «Квантовая теория поля»**

Направление подготовки *03.06.01 Физика и астрономия*

Профиль *«Теоретическая физика»*

Форма подготовки (очная/заочная)

**Владивосток**  
**2015**

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
	ПК-1 Владение методами математического описания физических полей	Знает
Умеет		Выделять математические методы, необходимые для описания физических процессов, протекающих как на уровне элементарных частиц, так и на атомном уровне и в конденсированных средах
Владеет		Методами математического описания физических полей
ПК-2 Владение основными методами компьютерного моделирования различных состояний вещества и физических явлений в них	Знает	Основные методы компьютерного моделирования
	Умеет	Критически оценивать область применимости выбранных математических методов
	Владеет	Основными методами компьютерного моделирования физических процессов
ПК-3 Владение основными методами исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред	Знает	Основные методы математического описания полей и процессов, протекающих в конденсированных средах; Основные методы исследования полей и физических свойств конденсированных сред
	Умеет	Определять рамки применимости математического метода описания процессов, протекающих в конденсированных средах для решения конкретной задачи;
	Владеет	Основными методами исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация	
1	Раздел 1. Введение в квантовую теорию поля	ПК-1 ПК-2	Знает	УО-1 (Собеседование)	Вопросы к экзамену 1-10
			Умеет		
			Владеет		
2	Раздел 2. Лагранжева формулировка КТП. Каноническое квантование	ПК-1	Знает	УО-1 (Собеседование)	Вопросы к экзамену 11-18
			Умеет		
			Владеет		

3	Раздел 3. Континуальные интегралы в КТП	ПК-2 ПК-3	Знает	УО-1 (Собеседование)	Вопросы к экзамену 19-26
			Умеет		
			Владеет		

**Шкала оценивания уровня сформированности компетенций**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели
(ПК-1) Владение методами математического описания физических полей	Знает (пороговый уровень)	Знает о возможности использования основных естественно-научных законов в области теории поля.	Понимание основной терминологии и законов.	Умение использовать знания в области КТП для объяснения физических процессов
	Умеет (продвинутый)	Умение пользоваться математическим аппаратом квантовой теории поля	Уверенное использование математическим аппаратом, возможность произвести главные принципы и законы	Умение выявлять различия и математические ошибки
	Владеет (высокий)	Умение читать и анализировать различную терминологию в области КТП	Умение использовать терминологию, научно излагать свои мысли, идеи.	Способность самостоятельно предоставлять результаты работы
(ПК-2) Владение основными методами компьютерного моделирования различных состояний вещества и физических явлений в них	Знает (пороговый уровень)	Основные языки программирования	Способность различать разные языки программирования	Знание базовых функций отдельных языков программирования
	Умеет (продвинутый)	Знание основных алгоритмов программирования физических процессов	Умение подсчитать вычислительные требования для поставленной задачи	Владение навыками параллельного программирования
	Владеет (высокий)	Владение методами анализа результатов, полученными при помощи компьютерного моделирования	Умение пользоваться графическими средствами, для визуализации своих результатов	Способность объяснять природу возникновения ошибок.

(ПК-3) Владение основными методами исследования физических свойств и функциональных характеристик конденсированных сред	Знает (пороговый уровень)	Свойства физических полей, основные законы	Знает основные законы и рамки их применимости	Количество самостоятельно организованных и проведенных исследований
	Умеет (продвинутый)	Ограниченность законов, умение описывать результаты экспериментов.	Умение самостоятельно пользоваться математическим аппаратом для описания результатов исследования	Самостоятельно полученные и обработанные результаты исследования, представленные руководителю
	Владеет (высокий)	Способность организовать исследование, получить, обработать и проанализировать полученные результаты	Способность принимать чужой опыт исследований и грамотно излагать свой.	Исследования, которые можно представить в виде доклада или иной публикации

### Оценочные средства для промежуточной аттестации

#### Вопросы к экзамену:

1. Релятивистские обозначения.
2. Уравнение Клейна – Гордона
3. Уравнение Дирака
4. Предсказание античастиц
5. Конструкция спиноров Дирака: алгебра гамма-матриц
6. Нерелятивистский предел и магнитный момент электрона
7. Роль группы Пуанкаре оператор спина и предел нулевой массы
8. Уравнение Максвелла и Прока
9. Лагранжева формулировка механики частиц
10. Действительное скалярное поле
11. Вариационный принцип и теорема Нётер
12. Комплексные скалярные поля и электромагнитное поле
13. Топология и вакуум: эффект Ааронова – Бома
14. Каноническое квантование: действительное поле Клейна – Гордона
15. Каноническое квантование: комплексное поле Клейна – Гордона
16. Каноническое квантование: поле Дирака
17. Каноническое квантование: электромагнитное поле
18. Формулировка квантовой механики на основе функциональных интегралов
19. Теория возмущений и S-матрица
20. Кулоновское рассеяние

21. Уравнение Максвелла и дифференциальная геометрия
22. Поле Янга – Миллса
23. Геометрия калибровочных полей
24. Каноническое квантование: массивное векторное поле
25. Функциональное исчисление: дифференцирование
26. Другие свойства функциональных интегралов

### Экзаменационные билеты

#### *БИЛЕТ №1*

1. Вариационный принцип и теорема Нётер.
2. Формулировка квантовой механики на основе функциональных интегралов.
3. Вычислить ширину  $\Gamma$  распада  $\mu \rightarrow e\nu_e^- \nu_-$

#### *БИЛЕТ №2*

1. Уравнение Клейна – Гордона.
2. Уравнение Максвелла и дифференциальная геометрия
3. Получить явный вид Лагранжиана Янга-Миллса в унитарной калибровке.

### Критерии оценки вопросов к экзамену

#### *Отметка "Отлично"*

1. Глубокое и прочное усвоение материала, все предоставленные задания выполняются правильно.
2. Ответ сформирован полно, правильно обоснован ход суждения.
3. Материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком.
4. Ответ самостоятельный.

#### *Отметка "Хорошо"*

- 1, 2, 3 – аналогично отметке "Отлично".
4. Допущены 1-2 несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя.

#### *Отметка "Удовлетворительно"*

1. Знание только основного материала, но не деталей.
2. Допущены ошибки и неточности в ответах.

#### *Отметка "Неудовлетворительно"*

1. Незнание или непонимание наиболее существенной части учебного материала.
2. Не выполнена значительная часть задания, имеются существенные ошибки.