

« 16 » марта 2021 г.



Майкоп, 2021

Факультет: Инженерно-физический

Кафедра: Теоретической физики

Составитель (разработчик) программы: д.ф.-м.н., доцент Тлячев В.Б.



Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры теоретической физики,
протокол № 8 от «16» марта 2021 г.

Заведующий кафедрой: д.ф.-м.н., доцент Тлячев В.Б.



Согласовано:

Председатель УМК факультета: ст. преподаватель Плисенко О.А.



Содержание

Пояснительная записка.....	4
1. Цели и задачи дисциплины (модуля).	4
2. Объем дисциплины (модуля) по видам учебной работы	6
3. Содержание дисциплины (модуля)	6
4. Самостоятельная работа обучающихся	6
5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)	10
6. Образовательные технологии	12
7. Методические рекомендации по дисциплине (модулю)	13
8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов	16
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	17
10. Лист регистрации изменений.....	19

Пояснительная записка

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика, направленность Фундаментальная физика.

Дисциплина «Релятивистская квантовая теория» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, Блока 1 учебного плана.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения и владения, сформированные в ходе изучения следующих дисциплин и прохождения практик: основы математического анализа, аналитическая геометрия и линейная алгебра, дифференциальные уравнения, линейные и нелинейные уравнения физики, основы функционального анализа, электродинамика, атомная и ядерная физика, квантовая теория, ознакомительная практика 2, технологическая практика 1.

Для усвоения курса по основам релятивистской квантовой теории минимально требуется владение теорией пределов, операциями дифференцирования (в том числе частными производными), интегрирования (в том числе интегрированием по поверхности и объему), основными операциями векторного анализа (взятие градиента, производной по направлению, дивергенции, ротора), методами решения простых обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, методами теории специальных функций и основами теории функций комплексного переменного, методами обобщенных функций.

Трудоемкость дисциплины: 3 з.е./ 108 ч.;

Контактная работа – 74,3 ч.:

занятия лекционного типа – 36 ч.

занятия семинарского типа (практические) – 36 ч.

контроль самостоятельной работы – 2 ч.

иная контактная работа – 0,3 ч.

Самостоятельная работа – 7 ч.

контроль – 26,7 ч.

Ключевые слова: квантование, квантовая электродинамика, уравнение Клейна-Гордона-Фока, уравнение Дирака, точные решения, матрица рассеяния, функция Грина, пропагатор, диаграммы Фейнмана.

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цель дисциплины с точки зрения компетентностного подхода состоит в формировании следующих общепрофессиональных компетенций:

– способность применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности (ОПК-1).

Цель дисциплины с точки зрения физического образования: углубить научные представления о свойствах электромагнитного поля в вакууме и веществе, полученных в курсах общей и теоретической физики, сформировать целостную картину физических представлений и явлений, связанных с электромагнитным полем.

Задачи дисциплины:

- раскрыть роль фундаментальных принципов и методов квантовой электродинамики;
- научить использовать современный математический аппарат для решения конкретных задач;
- рассмотреть основные проблемы квантовой электродинамики простейших физических систем.

Таблица 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Результаты обучения
ОПК 1	ОПК-1.1. Анализирует проблемы, процессы и явления в области физики, использует на практике базовые знания и методы физических исследований.	<i>Знает:</i> методику анализа основных проблем и процессов, происходящих в квантово-электродинамических системах, все возможные отличия решений и рассчитанных свойств, полученных в релятивистском и нерелятивистском приближениях. <i>Умеет:</i> анализировать, исследовать и модифицировать базовые математические модели в квантовой электродинамике, задаваемые релятивистскими уравнениями движения. <i>Владеет:</i> методами анализа проблем в области релятивистской квантовой теории.
	ОПК-1.2. Использует базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	<i>Знает:</i> базовую терминологию, относящуюся к различным разделам квантовой электродинамики, принципы построения квантовой электродинамики, законы и уравнения, постановку основных квантово-электродинамических задач и методы их решения. <i>Умеет:</i> использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять математические методы при моделировании и теоретическом исследовании микросистем. <i>Владеет:</i> методами решения основных квантово-электродинамических задач, навыками расчета вероятностей и сечений рассеяния элементарных частиц при электромагнитном взаимодействии.
	ОПК-1.3. Определяет, оценивает и применяет возможные методы решения физико-математических задач в своей профессиональной деятельности.	<i>Знает:</i> возможные методы решения релятивистских уравнений движения заряженных частиц в определенном типе электромагнитных полях. <i>Умеет:</i> определять, оценивать и применять известные методы решения релятивистских уравнений движения.
	ОПК-1.4. Использует математический аппарат для описания, анализа теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических систем, явлений и процессов, использования в обучении и профессиональной деятельности.	<i>Знает:</i> математический аппарат для теоретического описания и анализа однопетлевых процессов, включая эффект Комптона и аннигиляцию электрон-позитронной пары. <i>Умеет:</i> применять основные математические методы при описании и анализе однопетлевых процессов, включая эффект Комптона и аннигиляцию электрон-позитронной пары. <i>Владеет:</i> математическим аппаратом для описания, анализа теоретического и экспериментального (численного эксперимента) исследования однопетлевых процессов.

2. Объем дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Таблица 2. Объем дисциплины (модуля) общая трудоемкость: 3 з.е. / 108 ч.
Форма обучения очная

Виды учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах			
		VIII			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108			
Контактная работа:	74,3	74,3			
занятия лекционного типа	36	36			
занятия семинарского типа (практические занятия)	36	36			
контроль самостоятельной работы	2	2			
иная контактная работа	0,3	0,3			
контроль	26,7	26,7			
Самостоятельная работа (СР)	7	7			
Вид промежуточного контроля	экзамен				

3. Содержание дисциплины (модуля)

Таблица 3. Распределение часов по темам и видам учебной работы
Форма обучения очная Семестр VIII

Номер раздела	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Объем в часах					
		Всего	Л	ПЗ	КСР	Контроль+ИКСР	СР
1	Уравнения Кляйна-Гордона-Фока и Дирака.	26	10	10		5	1
2	Точно-решаемые модели релятивистской квантовой теории.	46	16	16	2	11	1
3	Элементы релятивистской квантовой теории поля.	36	10	10		11	5
Итого		108	36	36	2	27	7

Тематика лекционных занятий

1. Уравнения Кляйна (Клейна)-Гордона-Фока(К-Г-Ф) и Дирака

Преобразования Лоренца и симметрии, группа Лоренца. Релятивистское волновое уравнение Кляйна-Гордона-Фока (КГФ). Теория тонкой структуры спектра энергии атома водорода на основе уравнения КГФ. Решения с отрицательной энергией. Уравнение Дирака. Формулировка релятивистской квантовой теории. Свойства матриц Дирака. Решение уравнения Дирака для свободных частиц. Соотношение полноты и ортогональности. Античастицы. Движение дираковского электрона в поле центральных сил. Решение уравнения Дирака в кулоновском потенциальном поле. Формула тонкой структуры спектра энергии. Уравнение Дирака в нерелятивистском и слабoreлятивистском приближении. Преобразование Фолди-Ваутхайзена. Преобразование для свободной частицы. Общее преобразование для электрона, движущегося в

электромагнитном поле. Общее решение уравнения Дирака. Дираковская плотность вероятности и плотность тока вероятности. «Шредингеровское» дрожание (Zitterbewegung). Скорость и координата релятивистского электрона в теории Дирака. Шредингеровское дрожание как причина возникновения спина. Теория Коба аномального магнитного момента электрона.

2. Точно-решаемые модели релятивистской квантовой теории и некоторые элементарные процессы квантовой электродинамики

Движение зараженной частицы в поле плоской электромагнитной волны (Решение Волкова).

Движение зараженной частицы в постоянном и однородном магнитном поле.

Точные решения уравнений движения с центрально-симметричным потенциалом.

Точные решения релятивистских уравнений движения в поле Ааронова-Бома.

Эффект Комптона. Амплитуда электрон-фотонного взаимодействия в импульсном представлении. Вычисление вероятности комптон-эффекта. Законы сохранения энергии импульса. Усреднение и суммирование по поляризациям начального и конечного электрона. Суммирование по поляризациям фотонов. Дифференциальное эффективное сечение комптоновского рассеяния. Формула Клейна-Нишины-Тамма. Полное сечение комптоновского рассеяния. Угловое распределение неполяризованных фотонов. Рассеяние электронов в кулоновском поле. Амплитуда рассеяния. Фурье-образ потенциала электромагнитного поля. Вероятность перехода в единицу времени. Дифференциальное эффективное сечение рассеяния – сечение Мотта. Формула Резерфорда. Экспериментальная проверка формул Мотта и Резерфорда. Превращение электрон-позитронной пары в два фотона. Диаграммы Фейнмана в импульсном представлении. Закон сохранения энергии-импульса. Рождение и уничтожение электрон-позитронных пар. Вычисление дифференциального эффективного сечения аннигиляции в системе центра масс.

3. Элементы релятивистской квантовой теории поля

Принцип действия и уравнения движения. Глобальные симметрии классических полей. Пространственно-временные и внутренние симметрии. Теорема Нетер. Тензор энергии-импульса. Тензор момента импульса. Токи и заряды, отвечающие внутренним симметриям.

Понятие модели теории поля. Модели теории скалярного поля, сигма-модель. Лагранжианы спинорного поля. Модели теории векторного поля. Модели взаимодействующих скалярных, спинорных и электромагнитных полей. Поле Янга-Миллса.

Принципы канонического квантования, координатное и импульсное представления, шредингера и гейзенбергова картины динамики. Процедура канонического квантования в теории поля.

Матрица рассеяния, определение S -матрицы, представление взаимодействия, T -произведение, формула Дайсона, n -точечные функции Грина, функции Грина в представлении взаимодействия. Пропагатор скалярного поля. Представление матричного элемента оператора эволюции функциональным интегралом. Функции Грина.

Ряд теории возмущений для функций Грина и фейнмановские диаграммы. Фейнмановские диаграммы в импульсном представлении.

Тематика практических занятий

1. Преобразования Лоренца, однородная группа Лоренца. Инвариантность уравнения Шредингера относительно преобразований Галилея и не инвариантность относительно преобразований Лоренца.
2. Уравнение Клейна (Кляйна)-Гордона-Фока для свободной релятивистской частицы, получение и решение. Анализ физических проблем, связанных с

- уравнением К-Г-Ф (инвариантность относительно преобразований Лоренца, ток и плотность тока вероятности).
3. Уравнение Клейна (Кляйна)-Гордона-Фока для релятивистской частицы в электромагнитном поле, получение и решение его для движения частицы в постоянном и однородном магнитном поле. Анализ физических проблем, связанных с уравнением К-Г-Ф.
 4. Уравнение Дирака для свободной релятивистской частицы, получение и решение. Ковариантность уравнения Дирака. Математические аспекты уравнения Дирака.
 5. Уравнение Дирака для частицы в электромагнитном поле, получение и решение его для движения частицы в постоянном и однородном магнитном поле.
 6. Точные решения уравнений движения с центрально-симметричным потенциалом. Точные решения релятивистских уравнений движения в поле Ааронова-Бома.
 7. Эффект Комптона. Амплитуда электрон-фотонного взаимодействия в импульсном представлении. Вычисление вероятности комптон-эффекта.
 8. Превращение электрон-позитронной пары в два фотона. Диаграммы Фейнмана в импульсном представлении. Закон сохранения энергии-импульса. Рождение и уничтожение электрон-позитронных пар. Вычисление дифференциального эффективного сечения аннигиляции в системе центра масс.
 9. Матрица рассеяния, определение S -матрицы, представление взаимодействия, T -произведение, формула Дайсона, n -точечные функции Грина, функции Грина в представлении взаимодействия. Пропагатор скалярного поля. Представление матричного элемента оператора эволюции функциональным интегралом. Функции Грина.
 10. Метод описания взаимодействий частиц в квантовой теории поля – диаграммы Фейнмана, их построение для простейших процессов (рассеянии двух электронов за счёт электромагнитного взаимодействия).

4. Самостоятельная работа обучающихся

Цели самостоятельной работы – освоить те разделы дисциплины, которые не были затронуты в процессе аудиторных занятий, но предусмотрены рабочей программой, а также расширить границы получаемых знаний, умений и навыков (владений) в процессе дополнительного изучения отдельных тем, решении практических задач, исследования отдельных вопросов дисциплины с помощью учебно-методической литературы; подготовиться к занятиям лекционного и семинарского типа.

Таблица 3. Содержание самостоятельной работы обучающихся

№, п/п	Вид самостоятельной работы	Разделы рабочей программы	Форма отчетности
1	<u>Внеаудиторная:</u> - изучение теоретического материала по конспектам лекций; конспектирование вопросов, оговоренных на лекции, по учебной литературе; - выполнение домашних заданий и подготовка к практическим занятиям; - подготовка рефератов, докладов для выступления	1-3	Конспекты лекций, письменные и устные ответы на вопросы. Тексты решенных заданий и ответы на вопросы. Тексты рефератов, докладов, выступление с презентацией.

4.1. Темы рефератов

Предусмотрено написание рефератов по следующим вопросам:

1. Условие унитарности для амплитуды рассеяния.
2. Аналитические свойства фотонного пропагатора.
3. Вычисление поляризационного оператора в калибровке Фейнмана с помощью размерной регуляризации.
4. Точное решение уравнения Дирака с кулоновским потенциалом и в поле Ааронова-Бома.

Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы:

а) контрольные вопросы:

1. Уравнения движения Эйлера-Лагранжа.
2. Уравнение движения свободного действительного скалярного поля.
3. Уравнения движения для операторов в картине Гейзенберга для свободного действительного скалярного поля.
4. Коммутационные соотношения для операторов рождения и уничтожения в теории действительного скалярного поля.
5. Оператор Гамильтона действительного скалярного поля.
6. Операторы энергии и импульса действительного скалярного поля.
7. Свойства функциональных интегралов.
8. Производящий функционал функций Грина.
9. Дифференцирование и интегрирование по антикоммутирующим переменным.
10. Индекс расходимости фейнмановских диаграмм.

б) задания для самостоятельной работы:

1. Ортогональность и полнота решений уравнения Дирака.
2. Уравнение движения для пропагатора скалярного поля.

4.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

Учебно-методические пособия

1. Елютин, П. В. Квантовая механика с задачами [Электронный ресурс] / П. В. Елютин, В. Д. Кривченков. - М.: Физматлит, 2001. - 300 с. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68967>
2. Киселёв, В.В. Квантовая механика : курс лекций / В.В. Киселёв. - М. : МЦНМО, 2009. - 560 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=62965>
3. Ведринский, Р.В. Квантовая теория рассеяния : учебник / Р.В. Ведринский ; Федеральное агентство по образованию Российской Федерации, Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Южный федеральный университет". - Ростов-н/Д : Издательство Южного федерального университета, 2008. - 192 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240938>
4. Боголюбов, Н. Н. Квантовые поля [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. Н. Боголюбов, Д. В. Ширков. - М.: Физматлит, 2005. - 385 с. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=75464>

Электронные ресурсы

1. Статьи Р.Фейнмана, Ю.Швингера, Г.Бете, Э.Солпитера, Г.Брейта и др. по квантовой электродинамике, доступные с помощью электронной системы PROLA: <http://prola.aps.org>
2. Bagrov, V.G., Gitman, D.M. The Dirac Equation and its Solutions. Series:De Gruyter Studies in Mathematical Physics. (De Gruyter Studies in Mathematical Physics) Engelska, 2014.

Exact Solutions of Relativistic Wave Equations / V.G. Bagrov, D. Gitman. Springer, 1990. 323p.
<http://books.google.ru/>

Самостоятельная работа взаимосвязана с аудиторной и контролируется преподавателем. На лекциях предлагаются для самостоятельного исследования некоторые задачи. На практических занятиях даются задания для самостоятельного исследования.

Каждому обучающемуся выдаются индивидуальные семестровые задания, для выполнения которых требуется самостоятельная работа.

5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

Таблица 5.1. Основная литература

№ п/п	Наименование, библиографическое описание
1	Берестецкий, В. Б. Теоретическая физика. В 10 тт. Т. 4. Квантовая электродинамика: учебное пособие / В. Б. Берестецкий, Л. П. Питаевский, Е. М. Лифшиц. - М.: Физматлит, 2006. - 716 с. ЭБС: Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82963
2	Блохинцев, Д. И. Избранные труды. Том 2 [Электронный ресурс] / Д. И. Блохинцев. - М.: Физматлит, 2009. - 741 с. ЭБС: Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=67770
3	Фейнман Р. Квантовая электродинамика: Пер. с англ. А.А. Рухадзе / Под ред. В.П. Силина. - Новокузнецк: Новокузнец. Физ.-мат. ин-т, 2000. - 216 с.
4	Киселёв, В.В. Квантовая механика : курс лекций / В.В. Киселёв. - М. : МЦНМО, 2009. - 560 с. ЭБС: Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=62965
5	Дирак, П. Собрание научных трудов. В 4 тт. Т. 1. Квантовая теория (монографии, лекции) [Электронный ресурс] / П. Дирак. - М.: Физматлит, 2002. - 699 с. ЭБС: Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=83033
6	Соколов, А.А. Релятивистский электрон / А.А. Соколов, И.М. Тернов. – М.: Наука, 1974. – 393 с. ЭБС: Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483322

Таблица 5.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование, библиографическое описание
1	Боголюбов, Н. Н. Квантовые поля [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. Н. Боголюбов, Д. В. Ширков. - М.: Физматлит, 2005. - 385 с. ЭБС: Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=75464
2	Гейзенберг, В. Современная квантовая механика / В. Гейзенберг, Э. Шредингер, П. Дирак ; пер. Д. Иваненко. - Москва; Ленинград : Государственное технико-теоретическое изд-во, 1934. - 75 с. ЭБС: Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=45428
3	Соколов А.А., Тернов И.М., Жуковский В.Ч., Борисов А.В. Квантовая электродинамика, Издательство Московского университета, 1983
4	Ахиезер, А.И. Квантовая электродинамика / А.И. Ахиезер. – Изд. 3-е. – Москва : Наука, 1969. – 625 с. ЭБС: Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=474067
5	Дайсон Ф. Релятивистская квантовая механика = Advanced Quantum Mechanics / пер. с англ. Е.Н. Смирновой; под ред. Д.В. Ширкова. - М. ; Ижевск : Ин-т компьютер. исслед. : R&C Dynamics, 2009. - 248 с.
6	Елютин, П. В. Квантовая механика с задачами [Электронный ресурс] / П. В.

	Елютин, В. Д. Кривченков. - М.: Физматлит, 2001. - 300 с. ЭБС: Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68967
7	Бьёркен, Д.Д. Релятивистская квантовая теория / Д.Д. Бьёркен, С.Д. Дрелл. – 1978. – Том 1. Релятивистская квантовая механика. – 297 с. ЭБС: Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495579
8	Ведринский, Р.В. Квантовая теория рассеяния : учебник / Р.В. Ведринский ; Федеральное агентство по образованию Российской Федерации, Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Южный федеральный университет". - Ростов-н/Д : Издательство Южного федерального университета, 2008. - 192 с. ЭБС: Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240938
9	Шварц, Л. Применение обобщенных функций к изучению элементарных частиц в релятивистской квантовой механике / Л. Шварц ; авт. предисл. Н.Н. Боголюбов ; под ред. А.А. Кириллова. – М.: Мир, 1964. – 180 с. ЭБС: Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=454819

Таблица 5.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

№ п/п	Название (адрес) ресурса
1	Препринты по физике http://arxiv.org
2	Exact Solutions of Relativistic Wave Equations / V.G. Bagrov, D. Gitman. Springer, 1990. 323 p. http://books.google.ru/

Таблица 5.4. Периодические издания

№ п/п	Наименование
1.	http://jetf.ru Журнал экспериментальной и теоретической физики
2.	http://journals.tsu.ru/physics Журнал «Известия высших учебных заведений. Физика»
3.	nauka.relis.ru ежемесячный научно-популярный журнал «Наука и Жизнь».
4.	virlib.eunnet.net/mif (Математика, Информатика, Физика) Журнал «МИФ»
5.	www.ufn.ru Журнал «Успехи физических наук».

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Базы данных ИНИОН РАН <http://inion.ru/resources/bazy-dannykh-inion-ran/>
 ЭБС «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru

Ресурс содержит учебники, учебные пособия, монографии, периодические издания, справочники, словари, энциклопедии. В настоящее время включает более 130 тыс. наименований. Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

ЭБС АГУ на платформе аппаратно-программного комплекса ООО КДУ <http://adynet.bibliotech.ru>

Ресурс содержит электронные аналоги трудов преподавателей АГУ. Обеспечивает доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям. Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

ООО «Научная электронная библиотека» (НЭБ) www.elibrary.ru

Российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии и образования, в том числе электронные версии более 3900 российских научно-технических журналов, из которых более 2800 журналов в открытом доступе.

Международные базы данных научных изданий

Web of Science <https://apps.webofknowledge.com> Наукометрическая реферативная база данных журналов и конференций. Режим доступа: IP адреса университета

Scopus <https://www.scopus.com/search/> – это наукометрическая реферативная база данных, входящая в базу данных SciVerse компании Elsevier. SciVerse объединяет в себе материалы из коллекции рецензированной литературы SciVerse Scopus, собрания полнотекстовых статей SciVerse ScienceDirect. Режим доступа: IP адреса университета.

zbMATH <https://zbmath.org/> Реферативная база данных по чистой и прикладной математике.

Интернет-ресурсы открытого доступа (Open Access) (Информационно-поисковые (справочные) системы)

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/> Ресурс обеспечивает свободный доступ к интегральному каталогу образовательных интернет-ресурсов, к электронной библиотеке учебно-методических материалов для общего и профессионального образования и к ресурсам системы федеральных образовательных порталов, объединяет в единое информационное пространство электронные ресурсы свободного доступа для всех уровней образования в России.

Университетская информационная система Россия uisrussia.msu.ru

6. Образовательные технологии

Таблица 6. Образовательные технологии

№ п/п	Наименование раздела	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1	2	3	4
1.	Уравнения Кляйна-Гордона-Фока и Дирака.	Лекции 1-6. Семинары 1-6. Самостоятельная работа	Лекции с использованием презентационных материалов. Информационно – коммуникационная технология. Развернутая беседа с обсуждением вопросов. Консультирование и проверка домашних заданий.
2	Точно-решаемые модели релятивистской квантовой теории.	Лекции 7-12. Семинары 7-12. Самостоятельная работа	Проблемная лекция (проблемы перехода от жесткой к мягкой модели и определения коэффициентов-параметров) Развернутая беседа с обсуждением вопросов. Консультирование и проверка домашних заданий.
3	Элементы релятивистской квантовой теории поля.	Лекции 13-18.	Лекции с использованием видеоматериалов (презентация). Информационно – коммуникационная технология. Технология развития критического мышления.

		Семинары 13-18.	Технологии групповых дискуссий и развития критического мышления.
		Самостоятельная работа	Консультирование и проверка домашних заданий.

7. Методические рекомендации по дисциплине (модулю)

Методические рекомендации преподавателю

Изучив содержание учебной дисциплины, целесообразно разработать матрицу наиболее предпочтительных методов обучения и форм самостоятельной работы студентов, адекватных видам лекционных и семинарских занятий.

Необходимо предусмотреть развитие форм самостоятельной работы, выводя студентов к завершению изучения учебной дисциплины на её высший уровень. По учебному плану предусмотрено проведение разного типа занятий.

При подготовке лекционного материала преподаватель обязан руководствоваться рабочей программой для данного направления подготовки. При чтении лекций преподаватель имеет право самостоятельно выбирать формы и методы изложения материала, которые будут способствовать качественному его усвоению. При этом преподаватель в установленном порядке может использовать технические средства обучения, имеющиеся на кафедре и в университете.

Вместе с тем, всякий лекционный курс является в определенной мере авторским, представляет собой творческую переработку материала и неизбежно отражает личную точку зрения лектора на предмет и методы его преподавания. В этой связи представляется целесообразным привести некоторые общие методические рекомендации по построению лекционного курса и формам его преподавания.

1. Проведение занятий с аудиторией студентов является публичным видом деятельности, определяющим ряд специфических требований к преподавателю:

- Преподаватель должен иметь опрятный внешний вид;
- Преподаватель обязан владеть культурой речи;
- Поведение преподавателя при любых ситуациях должно быть корректным и достойным.

2. Внимательно ознакомиться с методическими рекомендациями, приведенными в учебной литературе по изучаемому материалу.

3. Тема лекции должна быть ясно и четко сформулирована.

4. Перед началом подробного изложения материала целесообразно кратко обозначить, о чем пойдет речь в целом.

5. План (конспект) лекции должен быть заранее тщательно продуман (проработан) с тем, чтобы изложение материала было системным и строгим.

6. Изложение должно вестись ясным и четким языком, фразы и предложения не должны быть перегружены причастными, деепричастными и другими оборотами, затрудняющими восприятие смысла.

7. Определения и формулировки должны соответствовать современным представлениям о предмете и не должны противоречить представленным определениям в рекомендуемой учебной литературе.

8. Изложение материала должно сопровождаться обратной связью со слушателями. Особо важные места следует выделить или повторить. Некоторые вопросы сопровождать задиктовыванием материала.

9. Рисунки, выполненные от руки мелом или маркером на доске, должны быть ясными и хорошо видимыми с дальних рядов аудитории.

10. По возможности следует сопровождать изложение фундаментального материала примерами, имеющими прикладное значение.

11. Стараться избегать неоднозначной трактовки рассматриваемых величин: следить за тем, чтобы разные по смыслу величины обозначались по-разному.

12. При использовании технических средств обучения (видеопроекторов, средств мультимедиа и т.п.) давать возможность студентам делать необходимые записи и рисунки в конспектах или предусматривать возможность предоставления материала в электронном или другом виде.

13. Акцентировать внимание студентов на том, какие величины являются векторными, а какие – скалярными.

14. Изложение материала предпочтительнее вести в системе СИ.

15. В конце лекции кратко подвести итоги и выводы.

Одной из задач преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «Релятивистская квантовая теория», является выработка у студентов понимания важности и полезности знания дисциплины для профессионального образования с точки зрения фундаментального мировоззренческого аспекта.

Методическая модель преподавания дисциплины «Релятивистская квантовая теория» основана на применении активных методов обучения. Принципами организации учебного процесса являются:

- выбор методов преподавания в зависимости от различных факторов, влияющих на организацию учебного процесса;
- объединение нескольких методов в единый преподавательский модуль в целях повышения эффективности процесса обучения;
- активное участие слушателей в учебном процессе;
- проведение практических занятий, определяющих приобретение навыков решения проблемы;
- приведение примеров применения изучаемого теоретического материала к реальным практическим ситуациям.

По учебному плану предусмотрено проведение лекционных и лабораторных занятий. Лекции читаются с использованием наглядных пособий и электронных презентаций, с применением проблемного метода, стимулирующего познавательную активность. В начале каждого практического занятия преподаватель организует повторение изученного на лекции материала по контрольным вопросам к данному практическому занятию, вспоминает со студентами понятийный аппарат, основные технологии по теме практического занятия.

По уровню сложности предусматриваются самые различные вопросы, предполагающие воспроизведение и закрепление теоретического материала, проверку его осмысления, вопросы на обобщение, анализ и синтез и др. Обязательно предусматриваются контрольные вопросы на проверку усвоения определений ключевых понятий, знание основных теоретических и практических вопросов.

Вопросы и задания для контроля должны позволить студентам самостоятельно определить уровень усвоения учебного материала по теме, представленного в лекции, на практическом занятии и указанной учебной и научной литературе.

Вопросы для самоконтроля могут быть заменены многоуровневыми заданиями.

Цель оценочных средств - определить уровень усвоения материала:

1 уровень – репродуктивный, предполагающий лишь воспроизведение материала и выполнение заданий по образцу;

2 уровень – репродуктивно-практический, предполагающий осмысление знаний и их использования на практике;

3 уровень – творческий, дающий возможность использовать знания не только в стандартных ситуациях и известных видах деятельности, но и в новых, ранее незнакомых.

Методические указания обучающимся по дисциплине

Профессиональная подготовка в современных вузах строится по принципу «от теории к практике», что создает базу для формирования умений и навыков на основе усвоения теоретического материала. Именно поэтому следует особое внимание уделять качеству усвоения теоретического материала.

Материал каждой лекции должен быть проработан: должны быть выделены определения, понятия, законы, теоремы и их доказательства. Должна быть усвоена логическая связь элементов изученного материала. Полезно делать опорный конспект каждой лекции.

При параллельной работе с учебной литературой необходимо конспектировать прорабатываемый материал с обязательным указанием источника информации (автор, название учебника, номер страницы). Все непонятные моменты следует обязательно разобрать с преподавателем на занятии или в рамках КСР.

После выполнения практических заданий, обучающийся должен знать структуру соответствующего программного обеспечения, его основные функции, правила использования его по назначению.

Технология выполнения заданий единообразна и включает в себя следующие этапы:

- теоретическое усвоение материала в объеме данных методических указаний и соответствующих разделов курса лекций;
- практическая работа (выполнение заданий работ);
- получение задания на самостоятельную работу, осмысление его и проведение необходимых подготовительных работ;
- выполнение задания с использованием вычислительной системы;
- оформление отчета;
- защиту выполненной работы.

Каждое практическое задание рассчитано на два или три аудиторных часа.

В начале занятия в устной форме проводится контроль на допуск обучающихся к выполнению задания. После выполнения задания обучающиеся предъявляют преподавателю результаты работы, представленные в виде рисунков, схем, программ, таблиц и графиков, иных записей. Преподаватель оценивает выполнение работы по шкале от 0 до 5 баллов. Защита состоит в индивидуальном собеседовании по теоретической и практической части. Если обучающийся выполнил и защитил все задания в полном объеме, то максимальное количество баллов, которое он может получить, составляет 30 баллов.

Под самостоятельной работой студентов понимают учебную деятельность студентов, которая организована преподавателями, но осуществляется студентом без непосредственного участия преподавателя в учебной деятельности студента. Все виды самостоятельной работы студентов по дисциплине представлены в фонде оценочных средств. Четкая организация самостоятельной работы студентов делает ее эффективной. Это обеспечивается предоставлением студентам: учебных и учебно-методических пособий; тематических планов лекций, практических занятий, образцов контрольных работ, тестов, кейсов и др.; перечня знаний и умений, которыми они должны овладеть при изучении дисциплины; информации о процедуре сдачи зачета и экзамена и др. Ответы представляются в письменной форме (печатной, непосредственно преподавателю, или электронной).

Самостоятельная работа студента является основным средством овладения учебным материалом во время, свободное от обязательных учебных занятий. Она

включает в себя выполнение различного рода заданий, которые ориентированы на более глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины. По каждой теме учебной дисциплины студентам предлагается перечень заданий для самостоятельной работы.

К выполнению заданий для самостоятельной работы предъявляются следующие требования: задания должны исполняться самостоятельно и представляться в установленный срок, а также соответствовать установленным требованиям по оформлению. Студентам следует: руководствоваться графиком самостоятельной работы, выполнять все плановые задания, выдаваемые преподавателем для самостоятельного выполнения, и разбирать на семинарах и консультациях неясные вопросы; при подготовке к экзамену параллельно прорабатывать соответствующие теоретические и практические разделы дисциплины, фиксируя неясные моменты для их обсуждения на консультации с преподавателем.

Самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом образовательного процесса, так как она обеспечивает закрепление получаемых на лекционных занятиях знаний путем приобретения навыков осмысления и расширения их содержания, навыков решения актуальных проблем формирования общекультурных и профессиональных компетенций, научно-исследовательской деятельности, подготовки к семинарам, лабораторным работам, сдаче зачетов и экзаменов.

Подготовка к промежуточной аттестации ведется на основе полученного лекционного материала и рекомендованной литературы, осмысления работы на практических занятиях и самостоятельной работы.

8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- для слепых и слабовидящих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
 - обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
 - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
 - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
 - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.
- для глухих и слабослышащих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
 - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
 - экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
 - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на

компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- для слепых и слабовидящих:
 - в печатной форме увеличенным шрифтом;
 - в форме электронного документа;
 - в форме аудиофайла.
- для глухих и слабослышащих:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.
- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа;
 - в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Лекционные занятия проводятся в аудиториях, предоставляемых деканатом факультета в соответствии с расписанием. Лекции сопровождаются презентациями, представляемыми через медиапроектор и интерактивную доску или телевизор с выходом в сеть Интернет.

Отдельные занятия проводятся в специализированных лабораториях - лабораториях кафедры теоретической физики для демонстрации экспериментов.

Специализированные лаборатории - лаборатории кафедры теоретической физики (для демонстрации необходимого оборудования):

- ✓ лаборатория методики и техники физического эксперимента;
- ✓ лаборатория компьютерного моделирования.

На отдельных занятиях необходимы видеопроектор с экраном (или компьютерный класс), оборудование лабораторий и компьютеры.

Для обработки данных используются электронные таблицы из пакетов MS Office (Excel) и OpenOffice (Calc). По желанию обучающегося также могут применяться для этих целей Matlab (Scilab), Maxima или Maple.

Комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Программное обеспечение ПК ауд. 323б, 329 и ноутбука для презентаций:

Лицензионное программное обеспечение

- операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN. Microsoft Open License No 48824880;
- офисный пакет программ Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN. Microsoft Open License No 45084044.

Свободно-распространяемое программное обеспечение:

- TeXworks - рабочая среда системы компьютерной верстки физико-математических текстов;
- Free Pascal - универсальный компилятор Pascal с открытым исходным кодом;
- Python (x, y) - бесплатное программное обеспечение для научных и инженерных разработок, численных расчетов;
- OpenOffice Impress пакет офисных приложений.

10. Лист регистрации изменений

[illegible]