



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»

(ДВФУ)

ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ (ШКОЛА)

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП ДТФИТ

(подпись)

Нефедев К.В.

(ФИО)

И.о. зам. директора по учебной и

методической работе ИНТПМ



(подпись)

Красицкая С.Г.

(ФИО.)

«21» января 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы функционального интегрирования в квантовой теории

Программа бакалавриата

по направлению подготовки 03.03.02 Физика,

профиль «Цифровые технологии в физике»

Форма подготовки очная

Форма подготовки очная

курс 4 семестр 8

лекции 30 час.

практические занятия 50 час.

лабораторные работы 0 час.

в том числе с использованием МАО лек. _____ / пр. _____ / лаб. 0 час.
всего часов аудиторной нагрузки 80 час.
в том числе с использованием МАО _____ час.
самостоятельная работа 28 час.
в том числе на подготовку к экзамену _____ час.
контрольные работы (количество) 36
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены
зачет _____
экзамен 8 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями

Федерального государственного образовательного стандарта

по направлению подготовки **03.03.02 Физика,**

утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования РФ

от 7 августа 2020 г. № 891.

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий, протокол № 4 от «25» ноября 2021 г.

Директор Департамента: Нефедев К.В.

Составитель: проф. Белоконь В.И.

Владивосток,

2022

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий департаментом _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий департаментом _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий департаментом _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

Цели и задачи освоения дисциплины:

В квантовой механике метод, основанный на использовании операторов физических величин, является замкнутым, хорошо разработанным математическим аппаратом. Однако при дальнейшем изучении менее разработанных направлений (квантовая теория поля, квантовая физика конденсированного состояния) преимущества метода континуального интегрирования становятся очевидными. В свою очередь, возможности использования аппарата континуального интеграла обрисовывается уже в рамках квантовой механики.

Главной целью излагаемого ниже метода континуального интеграла является выражение основных объектов квантовой механики в терминах классического гамильтониана, или лагранжиана, без обращения к операторам и состояниям в гильбертовом пространстве. Под основными объектами квантовой механики понимаются амплитуда перехода, матричные элементы физических операторов, в частности S – матрицы в квантовой задаче рассеяния.

Задачи:

1. Изложить основные положения квантовой теории применительно к «чистым» состояниям, уделив особое внимание принципу суперпозиции и проблеме квантовых измерений.
2. Рассмотреть возможность перехода от классического описания движения частицы в рамках Лагранжева формализма к квантовомеханическому вычислению амплитуды перехода.
3. Рассмотреть применение подхода на основе интегралов по траекториям к решению некоторых известных задач и сопоставить результаты с обычным методом, основанным на использовании уравнения Шредингера.

Для успешного изучения дисциплины «Методы функционального интегрирования в квантовой теории» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

Научно-исследовательский		
	ПК-2.3 Выбирает методы исследования и технические средства и для решения поставленных задач НИР	ПК-3.2 Проводит первичный поиск информации по заданной тематике (в том числе, с использованием патентных баз данных)

2. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы, 144 академических часов.

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам).

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
ПР	Практические работы
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Формы промежуточной аттестации	
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР		Контроль
1.	Операторы, волновая функция, суперпозиция.	8	6		10	-	6	8	УО-2, ПР-2
2.	Континуальный интеграл в квантовой механике	8	18		25	-	16	20	УО-2, ПР-2
3.	Решение задач с использованием метода континуальных интегралов	8	6		15	-	6	8	УО-2, ПР-2
	Итого:		30		50	-	28	36	

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционные занятия (30 час.)

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел I. Операторы, волновая функция, суперпозиция (6 час.)

Тема 1. Уравнение Шредингера, волновая функция, «чистые» состояния, теория представлений (6 часов.)

Нормировка волновой функции свободно движущейся частицы. Операторы физических величин. Соотношение неопределенностей и возможность одновременного измерения разных физических величин. Операторы и матрицы.

Раздел II. Континуальный интеграл в квантовой механике. (18 часов)

Тема 1. Квантовомеханический закон движения

Действие в классической механике. Квантовомеханическая амплитуда вероятности. Сумма по траекториям. Последовательные события.

Тема 2. Дальнейшее развитие идей на конкретных примерах

Дифракция при прохождении через щель. Результаты в случае щели с резкими краями. Интегралы Гаусса. Интеграл по траекториям как функционал. Взаимодействие частицы с гармоническим осциллятором.

Тема 3. Вычисление интегралов по траекториям с помощью рядов Фурье.

Вычисление интегралов. Метод теории возмущений в квантовой механике. Ряд теории возмущений. Интегральное уравнение для ядра K_V . Возмущения, зависящие от времени, и амплитуды переходов.

Тема 4. Матричные элементы перехода.

Определение матричных элементов перехода. Функциональные производные. Матричные элементы перехода для некоторых специальных функционалов. Общие соотношения для квадратичной функции действия.

Раздел III. Решение задач с использованием метода континуальных интегралов. (6 часов)

Тема 1. Гармонические осцилляторы.

Простой гармонический осциллятор. Многоатомная молекула. Одномерный кристалл. Приближение непрерывной среды. Квантовомеханическое рассмотрение цепочки атомов.

Тема 2. Квантовая электродинамика

Классическая электродинамика. Взаимодействие поля с веществом. Электрон в поле излучения. Лэмбовский сдвиг. Излучение света.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Практические занятия (50 часов)

Раздел I. Операторы, волновая функция, суперпозиция (10 часов)

1. Волновая функция. Свободно движущаяся частица. Суперпозиция. Результаты измерения импульса и энергии. Редукция волнового пакета и связь с результатами измерений. Операторы физических величин. **6 часов.**

2. Элементы теории представлений. Матрицы. (4 часа)

Раздел II. Континуальный интеграл в квантовой механике (25 часов)

1. Метод теории возмущений и интегралы по траекториям.
2. Интегральное уравнение для ядра.
3. Разложение волновой функции.
4. Рассеяние электронов на атоме.
5. Возмущения, зависящие от времени и амплитуды переходов

Раздел III. Решение задач с использованием метода континуальных интегралов.

1. Функциональные производные.
2. Матричные элементы перехода для некоторых специальных функций.
3. Разложения по возмущениям для векторного потенциала.

Задания для самостоятельной работы

Перед каждым практическим занятием обучающемуся необходимо изучить соответствующий теоретический материал.

Самостоятельная работа №1. Подготовка к практическому занятию
Свободно движущаяся частица. Суперпозиция. Результаты измерения импульса и энергии. Редукция волнового пакета и связь с результатами измерений.

Самостоятельная работа №2.

Подготовка к практическому занятию

Метод теории возмущений и интегралы по траекториям. Интегральное уравнение для ядра.

Самостоятельная работа №3. Подготовка к занятию

Разложение волновой функции. Рассеяние электронов на атоме.

Самостоятельная работа №4. Подготовка к занятию

Возмущения, зависящие от времени и амплитуды переходов.

Самостоятельная работа №5. Подготовка к занятию

Функциональные производные.

Самостоятельная работа №6. Подготовка к занятию

Матричные элементы перехода для некоторых специальных функций.

Самостоятельная работа №7. Подготовка к занятию

Разложения по возмущениям для векторного потенциала

Самостоятельная работа №8. Подготовка к занятию

Общая дискуссия по проблеме континуального интегрирования.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1 неделя	Подготовка к занятию 1	3 часа	УО-2
2	3 неделя семестра	Подготовка к занятию 2	3 часа	УО-2
3	5 неделя семестра	Подготовка к занятию 3	4 часа	УО-2
4	7 неделя семестра	Подготовка к занятию 4	4 часа	УО-2
5	9 неделя семестра	Подготовка к занятию 5	3 часа	УО-2
6	11 неделя семестра	Подготовка к занятию 6	3 часов	УО-2
7	13 неделя семестра	Подготовка к занятию 7	4 часа	УО-2
8	15 неделя семестра	Подготовка к занятию 8	4 часа	УО-2

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Планирование и организация времени, отведенного на выполнение заданий самостоятельной работы.

Изучив график выполнения самостоятельных работ, следует правильно её организовать. Рекомендуется изучить структуру каждого задания, обратить внимание на график выполнения работ, отчетность по каждому заданию предоставляется в последнюю неделю согласно графику. Обратит внимание, что итоги самостоятельной работы влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины.

Работа с литературой.

При выполнении ряда заданий требуется работать с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

В процессе выполнения самостоятельной работы рекомендуется работать со следующими видами изданий:

а) Научные издания, предназначенные для научной работы и содержащие теоретические, экспериментальные сведения об исследованиях. Они могут публиковаться в форме: монографий, научных статей в журналах или в научных сборниках;

б) Учебная литература подразделяется на:

- учебные издания (учебники, учебные пособия, тексты лекций), в которых содержится наиболее полное системное изложение дисциплины или какого-то ее раздела;

- справочники, словари и энциклопедии – издания, содержащие краткие

сведения научного или прикладного характера, не предназначенные для сплошного чтения. Их цель – возможность быстрого получения самых общих представлений о предмете.

Тезисы – это основные положения научного труда, статьи или другого произведения, а возможно, и устного выступления; они несут в себе больший объем информации, нежели план. Простые тезисы лаконичны по форме; сложные – помимо главной авторской мысли содержат краткое ее обоснование и доказательства, придающие тезисам более весомый и убедительный характер. Тезисы прочитанного позволяют глубже раскрыть его содержание; обучаясь излагать суть прочитанного в тезисной форме, вы сумеете выделять из множества мыслей авторов самые главные и ценные и делать обобщения.

Конспект – это способ самостоятельно изложить содержание книги или статьи в логической последовательности. Конспектируя какой-либо источник, надо стремиться к тому, чтобы немногими словами сказать о многом. В тексте конспекта желательно поместить не только выводы или положения, но и их аргументированные доказательства (факты, цифры, цитаты).

Писать конспект можно и по мере изучения произведения, например, если прорабатывается монография или несколько журнальных статей.

Составляя тезисы или конспект, всегда делайте ссылки на страницы, с которых вы взяли конспектируемое положение или факт, – это поможет вам сократить время на поиск нужного места в книге, если возникает потребность глубже разобраться с излагаемым вопросом или что-то уточнить при написании письменных работ.

Методические рекомендации по выполнению заданий для самостоятельной работы и критерии оценки.

Самостоятельная работа по дисциплине «Методы функционального интегрирования в квантовой теории» заключается в подготовке к практическим и лабораторным занятиям в соответствии с их программой. Необходимые данные можно найти в рекомендованной литературе. По каждому пункту самостоятельной работы должен быть представлен краткий конспект, в котором кратко изложено содержание вопросов, вынесенных на практическое занятие. Содержание отчета о самостоятельной работе оценивается по пятибалльной системе. Для получения допуска к экзаменам необходимо предоставление всех конспектов. Содержание отчета докладывается одним из авторов и обсуждается совместно.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Операторы, волновая функция, суперпозиция	ПК-2.3	Знает методики проведения экспериментальных исследований характеристик приборов, схем, устройств прикладной физики Умеет выбирать методы исследования и технические средства для решения поставленных задач Владеет навыками и методами проведения НИР	УО-2 ПР-2	
2	Континуальный интеграл в квантовой механике	ПК-3.2	Знает способы поиска информации по заданной тематике Умеет работать с базами данных Владеет навыками поиска информации по заданной тематике в том числе, с использованием патентных баз данных.	УО-2 ПР-2	
3	Решение задач с использованием метода континуальных интегралов.	ПК-3.2	Знает способы поиска информации по заданной тематике Умеет работать с базами данных Владеет навыками поиска информации по заданной тематике в том числе, с использованием патентных баз данных.	УО-2	

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе VIII.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Шпольский Э.В. Атомная физика. Том 2. Основы квантовой механики и строение электронной оболочки. 6-е изд, стер. М.: Лань, 2010. - 448 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=443
2. Давыдов А. С. Квантовая механика: учеб. пособие. 3 изд., стер. СПб.: БХВ-Петербург, 2011. - 704 с. <http://znanium.com/catalog.php?item=booksearch&code=квантовая%20механика#none>
3. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики. 7-е изд., стер. М.: Лань, 2004. - 672 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=619
4. Карлов Н.В., Кириченко Н.А. Начальные главы квантовой механики. М.: Физматлит, 2006. - 360 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2193
5. Савельев И.В. Основы теоретической физики. В 2-х тт. Том 2. Квантовая механика. 3-е изд., М.: Лань, 2005. - 928 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=621
6. Демидович Б.П. Математические основы квантовой механики. 2-е, стер. М.: Лань, 2005. - 200 с.
7. Фейнман, Р. Квантовая механика и интегралы по траекториям / Р. Фейнман, А. Хиббс. — М.: ИО НФМИ, 1998 — 380 с.
8. Фейнман, Р. Статистическая механика / Р. Фейнман. — М.: Платон, 2000 — 408 с.
9. Берёзин, Ф.А. Метод вторичного квантования / Ф.А. Берёзин. — М.: Наука, 1986 — 318 с.
10. Ициксон, К. Квантовая теория поля в 2 т. / К. Ициксон, Ж. -Б. Зюбер. — М.: Мир, 1984 — 448 с.
- 5 Васильев, А.Н. Функциональные методы в квантовой теории поля и статистике / А.Н. Васильев. — Л.: ЛГУ, 1976 — 295 с.

Дополнительная литература

(электронные и печатные издания)

1. Дирак П.А. Принципы квантовой механики. М. Физматгиз. 1960.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. М. Физматгиз. 1974.
3. Соколов А.А., Лоскутов Ю.М., Тернов Ю.М. Квантовая механика. М. Просвещение. 1965.
4. О.Д.Тимофеевская, О.А.Хрусталева Лекции по квантовой механике М. РХД. 2007.
5. Боум А. Квантовая механика, основы и приложения. М. Мир. 1990.
6. Галицкий В.М., Карнаков Б.М., Коган В.И. Задачи по квантовой механике, М.1981.
7. Флюгге З. Задачи по квантовой механике, Т 1,2. М. 1974.
8. Коган В.И., Галицкий В.М. Сборник задач по квантовой механике. М.Гостехиздат, 1956.
9. Гольдман И.И., Кривченков В.Д. Сборник задач по квантовой механике. М.Гостехиздат, 1957.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://www.physbook.ru/>
2. <http://hep.phys.msu.ru>
3. <http://elementy.ru/trefil/20>
4. http://www.femto.com.ua/articles/part_1/1557.html
5. <http://www.quantumintro.com/>
6. <http://phys.org/physics-news/quantum-physics/>
7. http://www.bbc.co.uk/science/space/universe/questions_and_ideas/quantum_mechanics

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используются следующие информационно справочные системы: ЭБС ДВФУ, библиотеки, ресурсы и порталы по естествознанию.

I. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Планирование и организация времени, отведенного на изучение дисциплины. Приступить к освоению дисциплины следует незамедлительно в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения Рабочей программы дисциплины. Обратит внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, практические занятия) планируется самостоятельная работа, итоги которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все задания (аудиторные и самостоятельные) необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с графиком.

В процессе изучения материалов учебного курса предлагаются следующие формы работ: чтение лекций, практические занятия, задания для самостоятельной работы.

Лекционные занятия ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов.

Практические занятия акцентированы на наиболее принципиальных и проблемных вопросах курса и призваны стимулировать выработку практических умений и навыков решения задач по термодинамике и статистической физике.

Особо значимой для профессиональной подготовки студентов является *самостоятельная работа* по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. Студентам необходимо ознакомиться с основными источниками, без которых невозможно полноценное понимание проблематики курса.

Работа с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ и электронные библиотеки (<http://www.dvfu.ru/library/>), а также доступные для использования другие научно-библиотечные системы.

Подготовка к экзамену. К сдаче экзамена допускаются обучающиеся, выполнившие все задания (практические, самостоятельные), предусмотренные учебной программой дисциплины, посетившие не менее 85% аудиторных занятий.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 30) Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 ССВА – 1 шт. Доска аудиторная.	Лицензионное и свободное программное обеспечение – MS PowerPoint 2007, MiKTeX и Acrobat Reader XI.
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. А (Лит. П), Этаж 10, каб. А1017. Аудитория для самостоятельной работы	Оборудование: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.)	Лицензионное и свободное программное обеспечение – MS PowerPoint 2007, MiKTeX и Acrobat Reader XI.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Для дисциплины «Методы функционального интегрирования в квантовой теории» используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

1. Коллоквиум (УО-2)

Письменные работы:

1. Контрольная работа (ПР-2)

Коллоквиум

Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.

Контрольная работа

Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Вопросы к экзамену.

1. Линейное векторное пространство и его свойства. Скалярное произведение. Норма вектора.
2. Линейные операторы в гильбертовом пространстве. Коммутирующие и не коммутирующие операторы.
3. Свойства собственных векторов и собственных линейных самосопряженных операторов.
4. Матрицы операторов и представления волновой функции. Эквивалентность любого представления гильбертова пространства матричному.
5. Переход от одного представления к другому как унитарное преобразование. Координатное и импульсное представления.
6. Волновая функция, ее вероятностная интерпретация.
7. Временное уравнение Шредингера. Причинность. Плотность потока вероятности.
8. Метод теории возмущений и интегралы по траекториям.
9. Интегральное уравнение для ядра.
10. Разложение волновой функции.
11. Рассеяние электронов на атоме.
12. Возмущения, зависящие от времени и амплитуды переходов
13. Функциональные производные.
14. Матричные элементы перехода для некоторых специальных функций.
15. Разложения по возмущениям для векторного потенциала.

**Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине
«Отдельные главы квантовой механики в приложении к квантовым вычислениям»**

Баллы (рейтингов ой оценки)	Оценка зачета/ экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
100-85	<i>«отлично»</i>	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
75-84	<i>«хорошо»</i>	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос,

		правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
61-74	<i>«удовлетворительно»</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
60 и менее	<i>«неудовлетворительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Оценочные средства для текущей аттестации

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий (собеседования, практических работ) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.