

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы _____ **М.Х. Хоконов**

« ____ » _____ 20 ____ г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор института
_____ **Б.И. Кунижев**

« ____ » _____ 20 ____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ»

Направление подготовки (специальность)

03.03.02 Физика

(наименование направления подготовки)

Профиль подготовки

«Медицинская физика»

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

очная

Нальчик 2022

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Квантовая теория». /сост. А.Х. Кяров – Нальчик: ФГБОУ КБГУ, 2022. – 35 с.

Рабочая программа предназначена для преподавания студентам очной формы обучения по направлению подготовки 03.03.02 Физика 6-7 семестры, 3 и 4 курса.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта ФГОС 3++ высшего образования по направлению 03.03.02 Фи-зика (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 7 августа 2020 г. № 891, который зарегистрирован в Минюсте РФ 24 августа 2020 г., регистрационный № 59412.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цели и задачи освоения дисциплины	4
2.	Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО	4
3.	Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	4
4.	Содержание и структура дисциплины (модуля)	5
5.	Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации	9
6.	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	17
7.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)	19
7.1.	Нормативно-законодательные акты	19
7.2.	Основная литература	19
7.3.	Дополнительная литература	20
7.4.	Периодические издания (газета, вестник, бюллетень, журнал)	20
7.5.	Интернет-ресурсы	20
7.6.	Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы	20
8.	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	24
9.	Приложения	25

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель преподавания спецкурса «Квантовая теория» заключается в формировании у студентов правильных представлений об основных разделах квантовой механики и квантовой теории поля, используемых в квантовой теории и физике конденсированных сред, которые позволят им воспринимать последующие курсы теоретической физики и получить конкретные расчетные навыки.

Задачи:

- познакомить студентов с фундаментальными положениями квантовой теории;
- в рамках нерелятивистской теории познакомить студентов с математическим аппаратом теории и уравнением Шредингера;
- познакомить студентов с элементарной теорией представлений квантовой теории;
- познакомить студентов с принципом соответствия и предельным переходом к классической механике;
- познакомить студентов с проблематикой релятивистской теории и решении ее в рамках теории Дирака;
- продемонстрировать применение рассмотренных методов к решению конкретных задач квантовой теории.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Квантовая теория» входит в вариативную часть Блока 1 «Модуль: Теоретическая физика» учебного плана ФГОС ВО 3++ направления подготовки 03.03.02 Физика, профиль «Медицинская физика».

Вне зависимости от уровня программы, в результате изучения квантовой теории обучающиеся должны приобрести знания, умения и навыки, применяемые в их последующем обучении и профессиональной деятельности.

Для ее успешного изучения необходимы знания и умения, приобретенные (или приобретаемые параллельно) в результате освоения предшествующих дисциплин: курсов модуля математика: «Математический анализ», «Аналитическая геометрия», «Линейная алгебра», «Векторный и тензорный анализ», «Дифференциальные уравнения», «Интегральные уравнения и вариационное исчисление», «Методы математической физики», а также курсов «Механика» и «Теоретическая механика».

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)

Изучение дисциплины «Квантовая теория» направлена на формирование следующих компетенций:

ОПК-1.1 Способен применять базовые знания, полученные в области математических и (или) естественных наук

ОПК-1.2 Способен использовать при решении профессиональных задач знания, полученные в области математических и (или) естественных наук

ОПК-1.3 Способен выбирать физические модели и методы решения задач профессиональной деятельности

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:•

- основные понятия квантовой теории;
- основные законы квантовой механики, эволюцию квантовых состояний с течением времени;
- связь квантовой теории с классической механикой;
- элементарную теорию представлений;
- основы квазирелятивистской теории движения частицы во внешнем поле;
- квантовую теорию систем тождественных частиц.

Уметь:•

- применять основные понятия и законы теории при решении задач;
- исследовать полученные результаты на приближенных моделях;

- применять методы теории возмущений;
- применять квазиклассический метод решения задач квантовой механики;
- применять вариационный метод при решении задач.

Владеть:•

- навыками работы в рамках изучаемых методов;
- математическим аппаратом квантовой теории

4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Таблица 1. Содержание дисциплины (модуля), перечень оценочных средств и контролируемых компетенций

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Форма текущего контроля
1	2	3	4	5
1	Физические основы квантовой теории. Наблюдаемые и состояния в квантовой механике. Симметрии в квантовой механике.	Введение в квантовую механику. Ограниченность классической теории. Экспериментальные предпосылки квантовой механики. Атомные спектры и закон композиции Ритца. Опыты Резерфорда. Гипотезы Планка, Эйнштейна, Бора, де-Бройля. Дуализм явлений микромира. Понятие о наблюдаемых. Принцип неопределенностей. Волновая функция и принцип суперпозиции. Принцип причинности. Пространство состояний как гильбертово пространство. Линейные операторы и наблюдаемые. Операторы координаты и импульса. Описание состояний физических систем. Чистые и смешанные состояния, матрица плотности. Полный набор наблюдаемых. Эволюция физических величин во времени. Представление Гейзенберга и Шредингера, уравнение Шредингера. Интегралы движения. Стационарные состояния. Координатное и импульсное пространство. “Парадоксы” квантовой механики. Парадоксы Эйнштейна – Подольского – Розена. Скрытые переменные. Неравенство Белла. Многомировая интерпретация квантовой механики. Симметрии и законы сохранения. Линейные представления групп и их роль в квантовой механике. Теорема Вигнера. Импульс. Квазиимпульс. Момент количества движения. Спин. Сложение моментов. Неприводимые тензора, их матричные элементы в базисе	ОПК-1	ДЗ, КР, К, РК, Т

		полного момента.		
2	Простейшие задачи квантовой механики. Частицы со спином. Приближенные методы в квантовой теории.	Уровни энергии одномерных систем. Метод факторизации. Гармонический осциллятор, когерентные состояния. Уровни энергий трехмерных систем. Симметрия потенциала и вырождение уровней. Сферически симметричные и аксиально симметричные системы. Разделение переменных. Задача двух тел. Атом водорода. Приближение кристаллического поля. Периодические потенциалы и зонная структура энергетических спектров. Решетки и супер решетки. Уравнение Клейна – Фока – Гордона. Уравнение Дирака для свободной частицы. Спин частицы из уравнения Дирака. Частицы и античастицы. Уравнение Дирака во внешних полях. Квазирелятивистское приближение гамильтониана Дирака. Релятивистские поправки в спектре атома водорода. Лэмбовский сдвиг. Возмущения невырожденного дискретного спектра. Возмущения вырожденного спектра. Снятие вырождения. Нестационарная теория возмущений Дирака. Золотое правило (Ферми) для вероятности перехода. Вариационные методы.	ОПК-1	ДЗ, КР, К, РК, Т
3	Элементарная теория спектров многоэлектронных атомов. Квантование электромагнитного поля.	Принцип Паули. Приближение центрального поля. Атом гелия. Классификация стационарных состояний. Обменное взаимодействие. Волновые функции конфигурации с определенным спином. Гамильтонова форма уравнений Максвелла. Кантование электромагнитного поля. Спин и спиральность фотона. Пространство состояний электромагнитного поля. Корпускулярно – волновые свойства. Соотношение неопределенностей. Взаимодействие электромагнитного поля с веществом. Эффект Мессбауэра. Когерентные (глауберовы) и сжатые состояния электромагнитного поля. Возникновение классической составляющей поля.	ОПК-1	ДЗ, КР, К, РК, Т
4	Общая теория переходов	Определение вероятностей переходов. Общий метод	ОПК-1	ДЗ, КР, К, РК, Т,Т

	Теория рассеяния. Системы с неопределенным числом частиц.	<p>вычисления вероятностей переходов. Закон распада, форма линии и скорости переходов при распаде изолированного состояния. Соотношение неопределенностей между временем жизни и шириной линии. Прямые и последовательные переходы. Эволюция состояний, принадлежащих вырожденному уровню энергии. Представление взаимодействия (Дирака). Вычисление вероятностей переходов. Сечение рассеяния. Конечные группы симметрий. Рассеяние частиц со спином. Рассеяние в Борновском приближении. Резонансное рассеяние. Потенциальное рассеяние. Разложение по парциальным волнам. Движение волновых пакетов. Поведение амплитуды рассеяния при низких энергиях. Аналитические свойства амплитуды рассеяния. Рассеяние при высоких энергиях. Многоканальное рассеяние. Интерференционные явления при рассеянии на сложных системах. Атом во внешних полях. Обратная задача рассеяния. Пространство состояний с неопределенным числом частиц. Вторичное квантование. Основные операторы в представлении вторичного квантования. Уравнение движения в представлении вторичного квантования. Вариационный принцип Боголюбова.</p>		
5	Основы квантовой теории твердого тела. Современные методы в квантовой теории.	<p>Модели твердых тел. Представления о квазичастицах. Фононы. Экситоны. Электрон – фононный гамильтониан. Основное состояние системы притягивающихся фермионов. Сверхпроводимость, модель БКШ, формализм Намбу. Основное состояние системы притягивающихся бозонов. Сверхтекучесть. Магнитные свойства веществ. Диа - , пара – и ферромагнетизм. Магноны. Взаимодействие частиц с кристаллической решеткой. Полярон. Солитоны в многочастичных системах. Квантовый эффект Холла. Дробная статистика. Теоремы Нетер в квантовой механике. Вариационный принцип Швингера. Фазовые переходы и неэквивалентные представления</p>	ОПК-1	ДЗ, КР, К, РК, Т

		ККС, спонтанное нарушение симметрии. Символьная реализация квантовой механики и ее связь с классической механикой. Интегралы по траекториям в фазовом пространстве. Квазиклассическое приближение. Нестационарная теория возмущений. Диаграммы Фейнмана. Функциональные интегралы для систем со связями. Топология систем со связями. Описание дефектов в твердых телах.		
--	--	--	--	--

На изучение курса отводится 144 часа (4 з.е.), из них: контактная работа 102 ч., в том числе лекционных – 51 часов; практических – 51 часа; самостоятельная работа студента 15 часов; на 6 семестре завершается зачетом, на 7 семестре- экзаменом (27 часов).

Структура дисциплины (модуля) «Квантовая теория»

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа)

Вид работы	Трудоемкость, часов / зачетных единиц		
	6 семестр	7 семестр	всего
Общая трудоемкость (в зачетных единицах)	72	72	144
Контактная работа (в часах):	51	42	93
<i>Лекции (Л)</i>	<i>34</i>	<i>14</i>	<i>48</i>
<i>Практические занятия (Семинарские занятия)</i>	<i>17</i>	<i>28</i>	<i>45</i>
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Не предусмотрены</i>
Самостоятельная работа (в часах), в том числе контактная работа:	12	3	15
Расчетно-графическое задание	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Реферат (Р)	<i>Не предусмотрен</i>	<i>Не предусмотрен</i>	<i>Не предусмотрен</i>
Эссе (Э)	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Самостоятельное изучение разделов	12	3	15
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)			
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	<i>Не предусмотрен</i>	<i>Не предусмотрен</i>	<i>Не предусмотрен</i>
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	9	27	36
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Экзамен	Экзамен

Таблица 3. Лекционные занятия

№ п/п	Тема
1)	<p>Введение в квантовую механику. Ограниченность классической теории. Экспериментальные предпосылки квантовой механики. Атомные спектры и закон композиции Ритца. Опыты Резерфорда. Гипотезы Планка, Эйнштейна, Бора, де-Бройля. Дуализм явлений микромира. Понятие о наблюдаемых. Принцип неопределенностей. Волновая функция и принцип суперпозиции. Принцип причинности. Пространство состояний как гильбертово пространство. Линейные операторы и наблюдаемые. Операторы координаты и импульса. Описание состояний физических систем. Чистые и смешанные состояния, матрица плотности. Полный набор наблюдаемых.</p> <p>Эволюция физических величин во времени. Представление Гейзенберга и Шредингера, уравнение Шредингера. Интегралы движения. Стационарные состояния. Координатное и импульсное пространство. “Парадоксы” квантовой механики. Парадоксы Эйнштейна – Подольского – Розена. Скрытые переменные. Неравенство Белла. Многомировая интерпретация квантовой механики. Симметрии и законы сохранения. Линейные представления групп и их роль в квантовой механике. Теорема Вигнера. Импульс. Квазиимпульс. Момент количества движения. Спин. Сложение моментов. Неприводимые тензора, их матричные элементы в базисе полного момента.</p>
2)	<p>Уровни энергии одномерных систем. Метод факторизации. Гармонический осциллятор, когерентные состояния. Уровни энергий трехмерных систем. Симметрия потенциала и вырождение уровней. Сферически симметричные и аксиально симметричные системы. Разделение переменных. Задача двух тел. Атом водорода. Приближение кристаллического поля. Периодические потенциалы и зонная структура энергетических спектров. Решетки и супер решетки. Уравнение Клейна – Фока – Гордона. Уравнение Дирака для свободной частицы. Спин частицы из уравнения Дирака. Частицы и античастицы. Уравнение Дирака во внешних полях. Квазирелятивистское приближение гамильтониана Дирака. Релятивистские поправки в спектре атома водорода. Лэмбовский сдвиг. Возмущения невырожденного дискретного спектра. Возмущения вырожденного спектра. Снятие вырождения. Нестационарная теория возмущений Дирака. Золотое правило (Ферми) для вероятности перехода. Вариационные методы.</p>
3)	<p>Принцип Паули. Приближение центрального поля. Атом гелия. Классификация стационарных состояний. Обменное взаимодействие. Волновые функции конфигурации с определенным спином. Гамильтонова форма уравнений Максвелла. Кантование электромагнитного поля. Спин и спиральность фотона. Пространство состояний электромагнитного поля. Корпускулярно – волновые свойства. Соотношение неопределенностей. Взаимодействие электромагнитного поля с веществом. Эффект Мессбауэра. Когерентные (глауберовы) и сжатые состояния электромагнитного поля. Возникновение классической составляющей поля.</p>
4)	<p>Определение вероятностей переходов. Общий метод вычисления вероятностей переходов. Закон распада, форма линии и скорости переходов при распаде изолированного состояния. Соотношение неопределенностей между временем жизни и шириной линии. Прямые и последовательные переходы. Эволюция состояний, принадлежащих вырожденному уровню энергии. Представление взаимодействия (Дирака). Вычисление вероятностей переходов. Сечение рассеяния. Конечные группы симметрий. Рассеяние частиц со спином. Рассеяние в Борновском приближении. Резонансное рассеяние. Потенциальное рассеяние. Разложение по парциальным волнам. Движение волновых пакетов. Поведение амплитуды рассеяния при низких энергиях. Аналитические свойства амплитуды рассеяния.</p> <p>Рассеяние при высоких энергиях. Многоканальное рассеяние. Интерференционные явления при рассеянии на сложных системах. Атом во внешних полях. Обратная задача рассеяния. Пространство состояний с неопределенным числом частиц. Вторичное квантование. Основные операторы в представлении вторичного квантования. Уравнение движения в представлении вторичного квантования. Вариационный принцип Боголюбова.</p>

5)	<p>Модели твердых тел. Представления о квазичастицах. Фононы. Экситоны. Электрон – фононный гамильтониан. Основное состояние системы притягивающихся фермионов. Сверхпроводимость, модель БКШ, формализм Намбу. Основное состояние системы притягивающихся бозонов. Сверхтекучесть. Магнитные свойства веществ. Дипольная, пара – и ферромагнетизм. Магноны. Взаимодействие частиц с кристаллической решеткой. Полярон. Солитоны в многочастичных системах. Квантовый эффект Холла. Дробная статистика. Теоремы Нетер в квантовой механике. Вариационный принцип Швингера. Фазовые переходы и неэквивалентные представления ККС, спонтанное нарушение симметрии. Символьная реализация квантовой механики и ее связь с классической механикой. Интегралы по траекториям в фазовом пространстве. Квазиклассическое приближение. Нестационарная теория возмущений. Диаграммы Фейнмана. Функциональные интегралы для систем со связями. Топология систем со связями. Описание дефектов в твердых телах.</p>
----	--

Таблица 4. Практические занятия (семинарские занятия)

№ п/п	Тема
1.	Тема 1. Линейные операторы. Волновая функция
2.	Тема 2. Уравнение Шредингера. Свободная частица
3.	Тема 3. Одномерное движение. Теория моментов
4.	Тема 4. Движение частицы в центральном поле
5.	Тема 5. Квазиклассическое приближение. Теория возмущений
6.	Тема 6. Квантовая теория рассеяния. Борновское приближение
7.	Тема 7. Уравнение Дирака. Частицы и античастицы
8.	Тема 8. Тожественные частицы. Атом гелия

Таблица 5. Лабораторные работы по дисциплине (модулю) – не предусмотрены

№ п/п	Тема

Таблица 6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины (модуля)

№ раздела	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1	Кристаллографические группы. Группы перестановок
2	Квазиклассическое приближение. Метод ВКБ.
3	Тунелирование в квазиклассическом приближении.
4	Модель атома Томаса – Ферми.
5	Таблица Менделеева. Тонкая структура уровней.
6	Силы Ван – дер – Вальса. Потенциалы Ленарда – Джонса.
7	Строение молекул. Типы химической связи.
8	Симметрии и элементарная теория молекулярных спектров. Эффект Яна – Теллера.

5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные критерии «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих критериев происходит в течение всего семестра по этапам в рамках различного вида занятий и самостоятельной работы.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются **текущий, рубежный контроль и промежуточная аттестация**.

5.1. Оценочные материалы для текущего контроля. Цель текущего контроля – оценка результатов работы в семестре и обеспечение своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины «Квантовая теория» и включает: ответы на теоретические вопросы на семинаре, решение практических задач и выполнение заданий на семинарском занятии, самостоятельное выполнение индивидуальных домашних заданий (например, решение задач) с отчетом (защитой) в установленный срок, дискуссии.

Оценка качества подготовки на основании выполненных заданий ведется преподавателем (с обсуждением результатов), баллы начисляются в зависимости от сложности задания.

5.1.1. Образцы контрольных заданий (контролируемые компетенции ОПК-1):

Рейтинговая контрольная работа №1

1. Как ставится задача на нахождение собственных значений и функций оператора \hat{A} .
2. Найти оператор импульса в координатном представлении.
3. Найти и нормировать собственную функцию оператора координаты в координатном и импульсном представлениях.

Рейтинговая контрольная работа №2

1. Найти энергию частицы в одномерной яме $U(x) = \begin{cases} 0; & 0 < x < a \\ \infty; & 0 \leq x, x \geq a \end{cases}$
2. Найти собственные значения оператора $\hat{a} = \begin{pmatrix} 1 & i \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$
3. Найти энергию линейного осциллятора.
4. Найти связь между коэффициентами отражения и прохождения R и D.

Рейтинговая контрольная работа №3

1. Найти проекцию спина на направление, определяемое единичным вектором \vec{n} , (θ, φ) - полярные и азимутальные углы.
2. Найти собственное значение спинового оператора $\hat{f} = a + \vec{b} \vec{\sigma}$ (a – число, \vec{b} – обычный вектор, $\vec{\sigma}$ – матрица Паули)
3. Для плоского ротатора $\psi(\varphi, t=0) = A \sin^2 \varphi$. Найти $\psi(\varphi, t)$.

4. Найти временную функцию Грина свободной частицы с импульсом p

Методические рекомендации по решению задач.

Приступая к самостоятельному решению задач, необходимо внимательно прочесть контент по соответствующему вопросу темы. При решении задачи необходимо записать дано, сделать рисунок (при необходимости), записать основные законы, необходимые для решения задачи, произвести математические преобразования и записать ответ с единицами измерения.

Критерии формирования оценок (оценивания) по заданиям (типовые задачи)

«отлично» (5 баллов) - обучающийся показал глубокие знания материала по поставленным вопросам, грамотно, логично его излагает, структурировал и детализировал информацию. Свободно использует необходимые формулы при решении задач;

«хорошо» (3 балла) - обучающийся твердо знает материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в процессе решения задач;

«удовлетворительно» (1 балл) - обучающийся имеет знания основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности при решении задач;

«неудовлетворительно» (0 баллов) – обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы и при решении задач.

5.1.2. Оценочные материалы: Типовые тестовые задания по дисциплине (контролируемые компетенции ОПК-1.). Полный перечень тестовых заданий представлен в ЭОИС – <http://open.kbsu.ru/moodle/course/view.php?id=1560>

Тест – система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений студента.

Образцы тестовых заданий:

Первая контрольная точка

1. Оператор \hat{A}^* называется эрмитово сопряженным к \hat{A} , если

1) $\hat{A} = \hat{A}^* +$

3) $\hat{A}^* = \hat{A}^*$

2) $\hat{A} = \hat{A}^*$

4) $\hat{A} = \hat{A}^{-1}$

2. Ядро оператора отражения $\hat{I} \Psi(x) \equiv \Psi(-x)$

1) $I(x, x') = 1$

3) $I(x, x') = \delta(x - x')$

2) $I(x, x') = -1$

+4) $I(x, x') = \delta(x + x')$

3. Формула преобразования ВФ от координатного к импульсному представлению

1. $c(p) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int e^{\frac{ipx}{\hbar}} \psi(x) e^{-\frac{ipx}{\hbar}} dx$

2. $c(p) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{ipx/\hbar}$

+ 3. $c(p) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int \psi(x) e^{\frac{ipx}{\hbar}} dx$

4. $c(p) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int e^{\frac{ipx}{\hbar}} \psi(x) dx$

Вторая контрольная точка

1. В состоянии, описываемом ВФ

$$\psi(x) = C \exp(ip_0 x / \hbar - (x - x_0)^2 / 2a^2)$$

$$1. \bar{x} = a \quad 2. \bar{x} = \frac{x_0^2}{a} \quad 3. \bar{x} = \frac{x_0^2}{2a} \quad + 4. \bar{x} = x_0$$

2. Функция Грина уравнения Шредингера для свободной частицы ($E < 0$, убывающую при $|x - x'| \rightarrow \infty$)

$$1. \approx \delta(x - x')$$

$$+ 2. \approx e^{-\lambda|x-x'|}$$

$$3. \approx \frac{\cos(x - x')}{|x - x'|}$$

$$4. \approx \frac{\sin(x - x')}{|x - x'|}$$

3. Коммутатор $[\hat{L}, \vec{r}^2]$ равен

$$1) i\varepsilon_{ijk} x_j p_k.$$

$$+ 2) 0.$$

$$3) \varepsilon_{ijk} p_i x_k.$$

$$4) \delta_{ij} x_j.$$

Третья контрольная точка

1. Первая поправка к энергии по теории возмущений

$$1) E_n^{(1)} = 0 \quad 3) E_n^{(1)} = \sum_k \frac{H'_{nk} H'_{kn}}{E_n^{(0)} - E_k^{(0)}}$$

$$+ 2) E_n^{(1)} = \int \psi_n^{(0)*} \hat{H}' \psi_n^{(0)} dq \quad 4) E_n^{(1)} = \sum_n \frac{|H'_{nn}|^2}{E_n^2}$$

2. Вторая поправка к энергии по теории возмущений

$$1) E_n^{(2)} = 0 \quad + 3) E_n^{(2)} = \sum_k \frac{H'_{nk} H'_{kn}}{E_n^{(0)} - E_k^{(0)}}$$

$$2) E_n^{(2)} = \int \psi_n^{(0)*} \hat{H}' \psi_n^{(0)} dq \quad 4) E_n^{(2)} = \sum_n \frac{|H'_{nn}|^2}{E_n^2}$$

3. Для свободной частицы оператор координат в гейзенберговском представлении

$$1) \hat{x}(t) = \hat{x}$$

$$2) \hat{x}(t) = \frac{\hat{p}t}{m}$$

$$+ 3) \hat{x}(t) = \hat{x} + \frac{\hat{p}t}{m}$$

$$4) \hat{x}(t) = -\frac{\hat{p}t}{m}$$

4. Группы Ли являются (1)

- +1) непрерывными группами
- 2) дискретными группами

5. Генераторами группы SU (2) являются (1)

- +1) Матрицы Дирака
- 2) Матрицы Паули
- 3) любые двумерные эрмитовы матрицы с ненулевым следом

6. Две матрицы P и Q конечного ранга N (2)

- 1) могут удовлетворять соотношению $[P, Q] = -i1$
- +2) не могут удовлетворять соотношению $[P, Q] = -i1$

7. Две матрицы P и Q бесконечного ранга N (2)

- +1) могут удовлетворять соотношению $[P, Q] = -i1$
- 2) не могут удовлетворять соотношению $[P, Q] = -i1$

8. Если F-эрмитов, то $U = e^{iF}$ (1)

- 1) тоже эрмитов оператор
- +2) унитарный оператор
- 3) комплексно-сопряженный к F

9. Уравнение $-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2}{\partial x^2} G_E - EG_E = \delta(x - x')$ есть уравнение для (1)

- 1) функции Грина осциллятора
- 2) функции Грина ротатора
- +3) функции Грина свободной частицы

10. Коммутативность операторов проекций импульса связана с (1)

- 1) однородностью времени
- +2) перестановочностью переносов

11. Некоммутативность операторов проекций момента (1)

- импульса связана с
- 1) изотропностью пространства
- +2) перестановочностью переворотов

12. Фотон с релятивистской массой $m_\gamma = 4 \cdot 10^{-30}$ кг обладает импульсом

P (в кг·м/с): (2)

- 1) $1,2 \cdot 10^{-22}$
- 2) $1,8 \cdot 10^{-22}$
- + 3) $12 \cdot 10^{-22}$
- 4) $18 \cdot 10^{-22}$

13. В Комптон-эффекте закон сохранения энергии имеет вид (ν_0 и ν - частота падающего и рассеянного рентгенизлучения, m – масса электрона, E_k – кинетическая энергия электронно-отдачи): (2)

- 1) $h\nu_0 = h\nu + mc^2$
- 3) $h\nu_0 + mc^2 = h\nu + E_e$
- + 2) $h\nu_0 + m_0c^2 = h\nu + mc^2$
- 4) $h\nu_0 + mc^2 = h\nu$

14. Для электрона, движущегося со скоростью $V=0,98c$, релятивистская масса равна (c - скорость света): (3)

- 1) $3m_0$
- 2) $4m_0$
- + 3) $5m_0$
- 4) $10m_0$

Критерии формирования оценок по тестовым заданиям:

- (5 баллов) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы. Выполнено 90 - 100 % предложенных тестовых заданий;
- (4 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 70-89 % от общего объема заданных тестовых заданий;
- (3 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 50 – 69% от общего объема заданных тестовых заданий;
- (2 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 30-49 % от общего объема заданных тестовых заданий.
- (1 балл) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 10-29 % от общего объема заданных тестовых заданий.

5.1.3. Оценочные материалы: Типовые задания по дисциплине (контролируемые компетенции ОПК-1):

1. Вывести формулу для дифференциального эффективного сечения:

$$(d\sigma = \frac{j_{\text{расс}}}{j_{\text{пад}}} ds)$$

2. Вывести ВФ на больших расстояниях от рассеивающего центра.

$$\psi = e^{ikr} + f(\theta, \varphi) e^{ikr} / r$$

3. Исследовать формулу Борна для рассеяния медленных частиц.

4. Вывести формулу Резерфорда для рассеяния на точечном ядре.

5. В фазовой теории рассеяния найти полное сечение.

$$(\sigma = \sum_{l=0}^{\infty} \frac{4\pi}{k^2} (2l+1) \sin^2 \delta_l)$$

6. Сравнить эффективное сечение рассеяния с геометрическими размерами рассеивателя

7. Вывести оптическую теорему.

$$(\sigma = \frac{4\pi}{k} \text{Im} f(0))$$

8. Вывести формулу Брейта–Вигнера для рассеяния при ядерных реакциях
для энергий $E > 50\text{-}100$ Мэв.

9. Обосновать адиабатическую гипотезу при определении матрицы рассеяния.

10. Вывести формулу Дайсона.

11. Задача двух тел в сферической системе координат. Атом водорода.

12. Гармонический осциллятор, когерентные состояния.

Критерии формирования оценок по тестовым заданиям:

- (5 баллов) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы. Выполнено 90 - 100 % предложенных тестовых заданий;
- (4 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 70-89 % от общего объема заданных тестовых заданий;
- (3 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 50 – 69% от общего объема заданных тестовых заданий;
- (2 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 30-49 % от общего объема заданных тестовых заданий.
- (1 балл) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 10-29 % от общего объема заданных тестовых заданий.

5.2. Оценочные материалы для рубежного контроля. Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам – учебным модулям курса и проводится по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится **три таких контрольных мероприятия по графику.**

В качестве форм рубежного контроля можно использовать тестирование (письменное или компьютерное), проведение коллоквиума или контрольных работ. Выполняемые работы должны храниться на кафедре в течение учебного года и по требованию предоставляться в Управление контроля качества. На рубежные контрольные мероприятия рекомендуется выносить весь программный материал (все разделы) по дисциплине.

5.3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации (контролируемые компетенции ОПК-1):

Целью промежуточных аттестаций по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины. Осуществляется в конце семестра и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине «Теоретическая механика» в виде проведения экзамена.

Промежуточная аттестация может проводиться в устной, письменной форме, и в форме тестирования. На промежуточную аттестацию отводится до 30 баллов.

Вопросы к экзамену

1. Экспериментальные предпосылки квантовой механики. Атомные спектры и закон композиции Ритца. Опыты Резерфорда. Гипотезы Планка, Эйнштейна, Бора, де-Бройля. Дуализм явлений микромира.
2. Рассеяние света на атоме. Элементарная теория лазера. Сверхизлучение.
3. Понятие о наблюдаемых. Принцип неопределенностей. Волновая функция и принцип суперпозиции. Принцип причинности.
4. Возмущения невырожденного дискретного спектра. Возмущения вырожденного спектра. Снятие вырождения.
5. Пространство состояний как гильбертово пространство. Линейные операторы и наблюдаемые. Операторы координаты и импульса.
6. Нестационарная теория возмущений Дирака. Золотое правило (Ферми) для вероятности перехода. Вариационные методы.
7. Описание состояний физических систем. Чистые и смешанные состояния, матрица плотности. Полный набор наблюдаемых.
8. Принцип Паули. Приближение центрального поля. Атом гелия. Классификация стационарных состояний. Обменное взаимодействие. Волновые функции конфигурации с определенным спином.
9. Эволюция физических величин во времени. Представление Гейзенберга и Шредингера, уравнение Шредингера. Интегралы движения. Стационарные состояния. Координатное и импульсное пространство.
10. Гамильтонова форма уравнений Максвелла. Кантование электромагнитного поля. Спин и спиральность фотона.
11. “Парадоксы” квантовой механики. Парадоксы Эйнштейна – Подольского – Розена. Скрытые переменные. Неравенство Белла. Много – мировая интерпретация квантовой механики.
12. Пространство состояний электромагнитного поля. Корпускулярно – волновые свойства. Соотношение неопределенностей.
13. Симметрии и законы сохранения. Линейные представления групп и их роль в квантовой механике. Теорема Вигнера. Импульс. Квазиимпульс.
14. Взаимодействие электромагнитного поля с веществом. Эффект Мессбауэра.
15. Момент количества движения. Спин. Сложение моментов. Неприводимые тензора, их матричные элементы в базисе полного момента.
10. Когерентные (глауберовы) и сжатые состояния электромагнитного поля. Возникновение классической составляющей поля.

11. Уровни энергии одномерных систем. Метод факторизации. Гармонический осциллятор, когерентные состояния.
12. Определение вероятностей переходов. Общий метод вычисления вероятностей переходов.
13. Уровни энергии трехмерных систем. Симметрия потенциала и вырождение уровней. Сферически симметричные и аксиально симметричные системы. Разделение переменных.
14. Закон распада, форма линии и скорости переходов при распаде изолированного состояния. Соотношение неопределенностей между временем жизни и шириной линии.
15. Задача двух тел. Атом водорода.
16. Прямые и последовательные переходы. Эволюция состояний, принадлежащих вырожденному уровню энергии.
17. Приближение кристаллического поля. Периодические потенциалы и зонная структура энергетических спектров. Решетки и суперрешетки.
18. Представление взаимодействия (Дирака). Вычисление вероятностей переходов. Сечение рассеяния.
19. Конечные группы симметрий. Кристаллографические группы. Группы перестановок.
20. Рассеяние частиц со спином. Рассеяние в Борновском приближении.
21. Квазиклассическое приближение. Метод Вентцеля – Крамерса – Бриллюэна.
22. Одномерное тунелирование в квазиклассическом приближении. Движение волновых пакетов.
23. Резонансное рассеяние. Потенциальное рассеяние.
24. Модель атома Томаса – Ферми. Самосогласованное поле атома.
25. Разложение по парциальным волнам. Движение волновых пакетов.
26. Таблица Менделеева. Тонкая структура уровней. Тонкая структура в приближении $L - S$ связи.
27. Поведение амплитуды рассеяния при низких энергиях. Аналитические свойства амплитуды рассеяния.
28. Взаимодействие атомов. Силы Ван – дер – Вальса. Потенциалы Ленарда – Джонса.
29. Рассеяние при высоких энергиях. Многоканальное рассеяние. Интерференционные явления при рассеянии на сложных системах.
30. Атом во внешних полях.
31. Обратная задача рассеяния.
32. Строение молекул. Типы химической связи. Симметрии и элементарная теория молекулярных спектров. Эффект Яна – Теллера.
33. Пространство состояний с неопределенным числом частиц. Вторичное квантование. Основные операторы в представлении вторичного квантования.
34. Электромагнитные переходы в атомах. Излучение и поглощение фотонов. Правила отбора.
35. Уравнение движения в представлении вторичного квантования. Вариационный принцип Боголюбова.
36. Излучение и поглощение во внешних полях. Электронный парамагнитный резонанс.
37. Модели твердых тел. Представления о квазичастицах. Фононы. Экситоны. Электрон – фононный гамильтониан. Основное состояние системы притягивающихся фермионов. Сверхпроводимость, модель БКШ, формализм Намбу.
38. Уравнение Клейна – Фока – Гордона.
39. Основное состояние системы притягивающихся бозонов. Сверхтекучесть. Магнитные свойства веществ. Диа - , пара – и ферромагнетизм. Магноны.
40. Уравнение Дирака. Частицы и античастицы.
41. Взаимодействие частиц с кристаллической решеткой. Полярон. Солитоны в многочастичных системах. Квантовый эффект Холла. Дробная статистика.
42. Уравнение Дирака во внешних полях. Квазирелятивистское приближение гамильтониана Дирака.
43. Теоремы Нетер в квантовой механике. Вариационный принцип Швингера. Фазовые переходы и неэквивалентные представления ККС, спонтанное нарушение симметрии.
44. Символьная реализация квантовой механики и ее связь с классической механикой. Интегралы по траекториям в фазовом пространстве.
45. Соотношение неопределенностей для энергии.
46. Нестационарная теория возмущений. Диаграммы Фейнмана.

47. Координатное, импульсное и матричное представления векторов состояний и наблюдаемых.
48. Функциональные интегралы для систем со связями. Топология систем со связями. Описание дефектов в твердых телах.
49. Релятивистские поправки в спектре атома водорода. Лэмбовский сдвиг.

Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации:

«отличный (высокий) уровень компетенции» (25-30 баллов) – получают обучающиеся, которые свободно ориентируются в материале и отвечают без затруднений. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий, постановке целей и выборе путей их реализации. Работа выполнена полностью без ошибок, решено 100% задач;

«хороший (нормальный) уровень компетенции» (20-24 балла) – получают обучающиеся, которые относительно полно ориентируются в материале, отвечают без затруднений, допускают незначительное количество ошибок. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий. Работа выполнена полностью, но имеются не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Допускаются незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

«удовлетворительный (минимальный пороговый) уровень компетенции» (15-19 баллов) – получают обучающиеся, у которых недостаточно высок уровень владения материалом. В процессе ответа на экзамене допускаются ошибки и затруднения при изложении материала. Обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач

«неудовлетворительный (ниже порогового) уровень компетенции» (менее 15 баллов) – получают обучающиеся, которые допускают значительные ошибки. Обучающийся имеет лишь начальную степень ориентации в материале. В работе число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50% задач.

6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Максимальная сумма (100 баллов), набираемая студентом по дисциплине включает две составляющие:

– *первая составляющая* – оценка регулярности, своевременности и качества выполнения студентом учебной работы по изучению дисциплины в течение периода изучения дисциплины (семестра, или нескольких семестров) (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ.

– *вторая составляющая* – оценка знаний студента по результатам промежуточной аттестации (не более 30 –баллов).

Критерием оценки уровня сформированности компетенций в рамках учебной дисциплины «Квантовая теория» является зачет в 6 семестре и экзамен в 7 семестре.

В период подготовки к экзамену студенты вновь обращаются к учебно-методическому материалу и закрепляют промежуточные знания.

Подготовка обучающегося к зачету включает три этапа:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену по темам курса;
- подготовка к ответу на экзаменационные вопросы.

При подготовке к зачету обучающимся целесообразно использовать материалы лекций, учебно-методические комплексы, нормативные документы, основную и дополнительную литературу.

На зачет или экзамен выносится материал в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Экзамен проводится в письменной / устной форме.

При проведении экзамена в письменной (устной) форме ведущий преподаватель составляет экзаменационные билеты, которые могут включать в себя: тестовые задания; теоретические вопросы; задачи или ситуации. Формулировка теоретических заданий совпадает с формулировкой

перечня экзаменационных вопросов, доведенных до сведения студентов накануне экзаменационной сессии. Содержание вопросов одного билета относится к различным разделам программы с тем, чтобы более полно охватить материал учебной дисциплины.

В аудитории, где проводится устный экзамен, должно одновременно находиться не более десяти студентов на одного преподавателя, принимающего экзамен. На подготовку ответа на билет на экзамене отводится 40 минут.

При проведении письменного экзамена на работу отводится до 60 минут.

Результат устного или письменного экзамена выражается оценками:

Критерии оценки качества освоения дисциплины

Оценка «отлично» – от 91 до 100 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. На экзамене студент демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

Оценка «хорошо» – от 81 до 90 баллов – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На экзамене студент демонстрирует твердые знания основного (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» – от 61 до 80 баллов – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене студент демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала

Оценка «неудовлетворительно» – от 36 до 60 баллов – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На экзамене студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины.

Не допуск – от 0 до 35 баллов – во время прохождения учебных занятий обучающийся не набрал пороговое количество баллов и не допускается к прохождению промежуточной аттестации.

Таблица 7. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Таблица 5. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

<i>Результаты обучения (компетенции)</i>	<i>Основные показатели оценки результатов обучения</i>	<i>Вид оценочного материала, обеспечивающие формирование компетенций</i>
<i>ОПК-1.1 Способен применять базовые знания, полученные в области математических и (или) естественных наук</i>	<i>Знать:</i> – Основные законы и типовые инструментальные средства, основанные на знании математических методов, законов квантовой теории, для формирования способности использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов этой дисциплины для решения профессиональных задач. Знать связь ТСФ с законами теории вероятности и квантовой теории. Знать взаимосвязь квантового и классического подходов и микроскопических законов	Типовые оценочные материалы для устного опроса; типовые тестовые задания; типовые оценочные материалы к экзамену;

	<p>движения отдельных частиц системы.</p> <p>Уметь: – Использовать базовые математические знания, анализировать и использовать различные источники информации для проведения анализа, основанного на понимании современных проблем законов физической кинетики для умения использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов этой дисциплины профессиональных задач в области квантовых явлений</p> <p>Владеть: – Базовыми методами современной математики, а также качественными и количественными методами законов квантовой теории и быть способным использовать базовые теоретические знания и фундаментальные разделы этого предмета решения профессиональных задач во взаимосвязи с другими науками и разделами физики.</p>	<p>Оценочные материалы для самостоятельной работы типовые тестовые задания</p> <p>Типовые оценочные материалы для устного опроса; типовые тестовые задания; типовые оценочные материалы к экзамену</p>
ОПК-1.2 Способен использовать при решении профессиональных задач знания, полученные в области математических и (или) естественных наук	<p>Знать Суть задач, решаемых методами квантовой теории для развития способности использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин. Использовать при решении профессиональных задач знания, полученные в области математических и (или) естественных наук</p>	<p>Типовые оценочные материалы для устного опроса; типовые тестовые задания; типовые оценочные материалы к экзамену</p>
	<p>Уметь Использовать понимание законов квантовой теории и её методов для развития способности использовать специализированные знания в области математики и физики для освоения профильных физических дисциплин во взаимосвязи с законами теории вероятностей, классической механики, статистической физики.</p>	<p>Оценочные материалы для самостоятельной работы типовые тестовые задания</p>
	<p>Владеть Математическими методами квантовой теории для развития способности использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин</p>	
ОПК-1.3 Способен выбирать	Знать	Типовые оценочные

<i>физические модели и методы решения задач профессиональной деятельности</i>	Суть методов и моделей, выбираемых для решения задач квантовой теории. Понимать физику процессов, решаемых методами физической кинетики для развития способности использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин и решения профессиональных задач.	материалы для устного опроса; типовые тестовые задания; типовые оценочные материалы к экзамену
	Уметь Использовать понимание законов квантовой теории и её методов для выбора адекватной модели физического процесса, а также для развития способности использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин во взаимосвязи с законами теории вероятностей, классической механики, статистической физики.	Оценочные материалы для самостоятельной работы типовые тестовые задания
	Владеть Методами квантовой теории для развития способности использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин, выбора адекватной модели физического процесса для нахождения правильных методов решения задач профессиональной деятельности	

Таким образом, выполнение типовых заданий, представленных в разделе 5 «Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации» позволит критично, оценить способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-3) и способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1).

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

7.1. Нормативно-законодательные акты

1. Приказ Минобрнауки Российской Федерации 7 августа 2020 г. № 891, зарегистрирован в Минюсте РФ 24 августа 2020 г., регистрационный № 59412.

7.2. Основная литература

1. Паршаков А.Н. Квантовая физика для инженеров [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Паршаков А.Н.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2021.— 404 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/86463.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Борчердс Р.Е. Квантовая теория поля [Электронный ресурс]/ Борчердс Р.Е.— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2006.— 96 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16540.html>.— ЭБС «IPRbooks».
3. Брайан Клегг Квантовая теория [Электронный ресурс]/ Брайан Клегг— Электрон. текстовые данные.— М.: РИПОЛ классик, 2014.— 160 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71429.html>.— ЭБС «IPRbooks».

- Пахомов И.И. Квантовая теория излучения. Взаимодействие излучения с веществом [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Пахомов И.И., Хорохоров А.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010.— 36 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31423.html>.— ЭБС «IPRbooks».

7.3. Дополнительная литература

- Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики. М., Наука, 1983.
- Давыдов А.С. Квантовая механика. М., Наука, 1973.
- Елютин П.В., Кривченков В.П. Квантовая механика с задачами. М., Наука, 1976.
- Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. М., Наука, 1989.
- Соколов А.А., Тернов И.М., Жуковский В.Ч. Квантовая механика. М., Наука, 1979.
- Галицкий В.М., Корнаков Б.М., Коган В.И. Задачи по квантовой механике. М., Наука, 1972.
- В.Г. Левич, Ю.А. Вдовин, В.А. Мямлин. Курс теоретической физики. Том 2, М., Наука, 1971.
- А.С. Компанец. Курс теоретической физики. Том 1. М., “Просвещение”, 1972.
- Ф.Г. Серова, А.А. Янкина. Сборник задач по теоретической физике. М., “Просвещение”, 1979.
- Гольдман И.И., Кривченков В.Д. Сборник задач по квантовой механике. М., Гостехиздат, 1957.
- Флюгге З. Задачи по квантовой механике. Т. 1,2., М., Мир, 1974.
- Тернов И.М., Жуковский В.Ч., Борисов А.В. Квантовая механика и макроскопические эффекты, М., Изд. Моск. Университета, 1993.
- Дирак П.А.М. Принципы квантовой механики. М., Мир, 1978.
- Кисилев В.В. Квантовая механика. Курс лекций. МУНМО, М., 2009.

7.4. Периодические издания

- Журнал «ЖЭТФ»
- Журнал «ЖТФ»
- Журнал «Успехи физических наук»

7.5. Интернет-ресурсы

При изучении дисциплины «Квантовая теория» студентам полезно пользоваться следующими Интернет – ресурсами:

- <http://elibrary.ru>
- www.studentlibrary.ru
- <http://www.mathnet.ru>
- <http://www.iprbookshop.ru>
- www.ufn.ru
- <http://lib.kbsu.ru>
- <http://www.scopus.com>
- <http://www.isiknowledge.com/>

общие информационные, справочные и поисковые:

- Справочная правовая система «Гарант». URL: <http://www.garant.ru>.
- Справочная правовая система «КонсультантПлюс». URL: <http://www.consultant.ru>

Электронные ресурсы

Перечень актуальных электронных информационных баз данных, к которым обеспечен доступ пользователям КБГУ (2022-2023 уч.г.)

№п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Наименование организации-владельца; реквизиты	Условия доступа

				договора	
1.	Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)	Электр. библиотека научных публикаций - около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тыс. журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций; 2800 росс. журналов на безвозмездной основе	http://elibrary.ru	ООО «НЭБ»	Полный доступ
2.	База данных Science Index (РИНЦ)	Национальная информационно-аналитическая система, аккумулирующая более 6 миллионов публикаций российских авторов, а также информацию об их цитировании из более 4500 российских журналов.	http://elibrary.ru	ООО «НЭБ» Лицензионный договор Science Index №SIO-741/2022 от 19.07.2022 г. Активен до 31.07.2023г.	Авторизованный доступ. Позволяет дополнять и уточнять сведения о публикациях ученых КБГУ, имеющих в РИНЦ
3.	ЭБС «Консультант студента»	13800 изданий по всем областям знаний, включает более чем 12000 учебников и учебных пособий для ВО и СПО, 864 наименований журналов и 917 монографий.	http://www.studmedlib.ru http://www.mediccollegelib.ru	ООО «Политехресурс» (г. Москва) Договор №310СЛ/08-2021 От 30.09.2021 г. Активен до 30.09.2022г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
4.	«Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента»)	Коллекция «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Books in English (книги на английском языке)»	http://www.studmedlib.ru	ООО «Политехресурс» (г. Москва) Договор №701КС/02-2022 от 13.04.2022 г. Активен до 19.04.2022г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)

5.	ЭБС «Лань»	Электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://e.lanbook.com/	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) Договор №6ЕП/223 от 15.02.2022 г. Активен до 28.02.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
6.	Национальная электронная библиотека РГБ	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	https://нэб.рф	ФГБУ «Российская государственная библиотека» Договор №101/НЭБ/16 66-п от 10.09.2020г. Сроком на 5 лет	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ
7.	ЭБС «IPRbooks»	107831 публикаций, в т.ч.: 19071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудиоизданий.	http://iprbooks.hop.ru/	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Саратов) Договор №9200/22П от 08.04.2022 г. Активен до 02.04.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
8.	ЭБС «Юрайт» для СПО	Электронные версии учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для СПО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://www.bibliobliio-online.ru/	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) Договор №192/ЕП-223 От 29.10.2021 г. Активен до 31.10.2022 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
9.	Polpred.com. Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье	Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям	http://polpred.com	ООО «Полпред справочники» Безвозмездно (без официального договора)	Доступ по IP-адресам КБГУ

10.	Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина	Более 500 000 электронных документов по истории Отечества, российской государственности, русскому языку и праву	http://www.prilib.ru	ФГБУ «Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт-Петербург) Соглашение от 15.11.2016г. Сроком на 5 лет (с дальнейшей пролонгацией)	Авторизованный доступ из библиотеки (ауд. №214)
-----	--	---	---	---	---

7.6. Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы

Учебная работа по дисциплине «Квантовая теория» состоит из контактной работы (лекции, практические занятия) и самостоятельной работы. Доля контактной учебной работы в общем объеме времени, отведенном для изучения дисциплины, составляет 51,4 % (в том числе лекционных занятий – 20,8%, семинарских занятий – 30,6%), доля самостоятельной работы – 29,7 %. Соотношение лекционных, семинарских, лабораторных и практических занятий к общему количеству часов соответствует учебному плану Направления 03.03.02 – Физика, профиль «Медицинская физика».

Для подготовки к семинарским занятиям необходимо рассмотреть контрольные вопросы, при необходимости обратиться к рекомендуемой литературе, записать непонятные моменты в вопросах для уяснения их на предстоящем занятии.

Методические рекомендации по изучению дисциплины «Квантовая теория» для обучающихся

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной учебной литературы. Необходимо уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий, занести в свою рабочую тетрадь темы и сроки проведения семинаров, написания учебных и творческих работ. При изучении дисциплины студенты: изучают рекомендованную учебную и научную литературу; пишут контрольные работы, готовят домашнее задание и сообщения к практическим занятиям; выполняют самостоятельную работу, участвуют при проведении практических заданий. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий

Курс изучается на лекциях, семинарах, при самостоятельной и индивидуальной работе студентов. Студент для полного освоения материала не должен пропускать занятия и активно участвовать в учебном процессе. Лекции включают все темы в соответствии с программой подготовки по данной дисциплине. Для максимальной эффективности изучения необходимо постоянно вести конспект лекций, знать рекомендуемую преподавателем литературу, позволяющую дополнить знания и лучше подготовиться к семинарским занятиям.

В соответствии с учебным планом на каждую тему выделено необходимое количество часов семинарских занятий, которые проводятся в соответствии с вопросами, рекомендованными к изучению по темам дисциплины. Студенты должны регулярно готовиться к семинарским занятиям и участвовать в обсуждении вопросов. При подготовке к занятиям следует руководствоваться конспектом лекций и рекомендованной литературой. Тематический план дисциплины, учебно-методические материалы, а также список рекомендованной литературы приведены в рабочей программе.

Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции

Во время лекционных занятий необходимо конспектировать учебный материал. Для этого используются общие и утвердившиеся в практике правила, и приемы конспектирования лекций:

Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля, на которых делаются пометки из рекомендованной литературы,

дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Целесообразно записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и фломастеры.

Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их. В конспекте дословно записываются определения понятий, категории и законы. Остальное должно быть записано своими словами.

Каждому студенту необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

Методические рекомендации по подготовке к семинарским занятиям

Семинары – составная часть учебного процесса, групповая форма занятий при активном участии студентов. Семинары способствуют углубленному изучению наиболее сложных проблем науки и служат основной формой подведения итогов самостоятельной работы студентов. Целью семинарских занятий является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных студентами на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, а, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков.

В ходе практических работ студенты воспринимают и осмысливают новый учебный материал. Практические занятия носят систематический характер, регулярно следуя за каждой лекцией или двумя-тремя лекциями.

В ходе подготовки к семинарскому занятию необходимо прочитать конспект лекции, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, выполнить выданные преподавателем практические задания. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы.

Желательно при подготовке к практическим занятиям по дисциплине одновременно использовать несколько источников, раскрывающих заданные вопросы.

На семинарах студенты учатся грамотно излагать проблемы, свободно высказывать свои мысли и суждения, рассматривают ситуации, способствующие развитию профессиональной компетентности. Следует иметь в виду, что подготовка к семинару зависит от формы, места проведения семинара, конкретных заданий и поручений.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа является одним из видов учебной деятельности обучающихся, способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Самостоятельная работа студентов направлена на приобретение студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия преподавателей.

Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

Самостоятельная работа приводит студента к получению нового знания, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений. Самостоятельная работа выполняет ряд функций:

- развивающую;
- информационно-обучающую;
- самоорганизующую;
- ориентирующую и стимулирующую;

- воспитывающую;
- исследовательскую.

В рамках курса выполняются следующие виды самостоятельной работы:

1. Конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
2. Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
3. Выполнение разноуровневых задач и заданий;
4. Работа с тестами и вопросами для самопроверки;
5. Выполнение итоговой контрольной работы.

Студентам рекомендуется с самого начала освоения курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала.

Необходимо отметить, что некоторые задания для самостоятельной работы по курсу имеют определенную специфику. При освоении курса студент может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой. Значительную помощь в подготовке к очередному занятию может оказать имеющийся в учебно-методическом комплексе краткий конспект лекций. Он же может использоваться и для закрепления полученного в аудитории материала. Самостоятельная работа студентов предусмотрена учебным планом и выполняется в обязательном порядке. Задания предложены по каждой изучаемой теме и могут готовиться индивидуально или в группе. По необходимости студент может обращаться за консультацией к преподавателю. Выполнение заданий контролируется и оценивается преподавателем.

Для успешного самостоятельного изучения материала сегодня используются различные средства обучения, среди которых особое место занимают информационные технологии разного уровня и направленности: электронные учебники и курсы лекций, базы тестовых заданий и задач. Электронный учебник может интегрировать в себе возможности различных педагогических программных средств: обучающих программ, справочников, учебных баз данных, тренажеров, контролирующих программ.

Для успешной организации самостоятельной работы все активнее применяются разнообразные образовательные ресурсы в сети Интернет: системы тестирования по различным областям, виртуальные лекции, лаборатории, при этом пользователю достаточно иметь компьютер и подключение к Интернету для того, чтобы связаться с преподавателем, решать вычислительные задачи и получать знания. Использование сетей усиливает роль самостоятельной работы студента и позволяет кардинальным образом изменить методику преподавания.

Студент может получать все задания и методические указания через сервер. Студент имеет возможность выполнять работу дома или в аудитории. Большое воспитательное и образовательное значение в самостоятельном учебном труде студента имеет самоконтроль. Самоконтроль возбуждает и поддерживает внимание и интерес, повышает активность памяти и мышления, позволяет студенту своевременно обнаружить и устранить допущенные ошибки и недостатки, объективно определить уровень своих знаний, практических умений. Самое доступное и простое средство самоконтроля с применением информационно-коммуникационных технологий - это ряд тестов «on-line», которые позволяют в режиме реального времени определить свой уровень владения предметным материалом, выявить свои ошибки и получить рекомендации по самосовершенствованию.

Методические рекомендации по работе с литературой

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

При работе с литературой необходимо учитывать, что имеются различные виды чтения, и каждый из них используется на определенных этапах освоения материала.

Предварительное чтение направлено на выявление в тексте незнакомых терминов и поиск их значения в справочной литературе. В частности, при чтении указанной литературы необходимо подробнейшим образом анализировать понятия.

Сквозное чтение предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из приведенного списка дает возможность студенту сформировать свод основных понятий из изучаемой области и свободно владеть ими.

Выборочное – наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. В рамках данного курса выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим разделам.

Аналитическое чтение – это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Освоение указанных понятий будет наиболее эффективным в том случае, если при чтении текстов студент будет задавать к этим текстам вопросы. Часть из этих вопросов сформулирована в ФОС в перечне вопросов для собеседования. Перечень этих вопросов ограничен, поэтому важно не только содержание вопросов, но сам принцип освоения литературы с помощью вопросов к текстам.

Целью *изучающего* чтения является глубокое и всестороннее понимание учебной информации. Есть несколько приемов изучающего чтения:

1. Чтение по алгоритму предполагает разбиение информации на блоки: название; автор; источник; основная идея текста; фактический материал; анализ текста путем сопоставления имеющихся точек зрения по рассматриваемым вопросам; новизна.

2. Прием постановки вопросов к тексту имеет следующий алгоритм:

- медленно прочитать текст, стараясь понять смысл изложенного;
- выделить ключевые слова в тексте;
- постараться понять основные идеи, подтекст и общий замысел автора.

3. Прием тезирования заключается в формулировании тезисов в виде положений, утверждений, выводов.

Подготовка к экзамену должна проводиться на основе лекционного материала, материала практических занятий с обязательным обращением к основным учебникам по курсу. Это позволит исключить ошибки в понимании материала, облегчит его осмысление, прокомментирует материал многочисленными примерами.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

8.1. Требования к материально-техническому обеспечению

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия.

При проведении занятий лекционного/ семинарского типа занятий используются:

лицензионное программное обеспечение:

- Продукты Microsoft (Desktop Education ALNG LicSaPk OLVS Academic Edition Enterprise) подписка (Open Value Subscription);

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition;

свободно распространяемые программы:

- Academic MarthCAD License - математическое программное обеспечение, которое позволяет выполнять, анализировать важнейшие инженерные расчеты и обмениваться ими;
- WinZip для Windows - программ для сжатия и распаковки файлов;
- Adobe Reader для Windows – программа для чтения PDF файлов;
- Far Manager - консольный файловый менеджер для операционных систем семейства Microsoft Windows.

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используются следующие информационно справочные системы: ЭБС «АйПиЭрбукс», ЭБС «Консультант студента», СПС «Консультант плюс», СПС «Гарант».

8.2 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования (ауд. 145 ГК). В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)
 - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ не визуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;
 - задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;
 - письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся;
3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):
 - на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);
 - зачет/экзамен проводится в письменной форме;
4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).
 - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
 - по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)

в рабочую программу по дисциплине «Квантовая теория» по направлению
подготовки 03.03.02 Физика; Профиль «Медицинская физика» на _____ учебный год

№п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры теоретической и экспериментальной
физики протокол № _____ от "____" _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ /

Распределение баллов текущего и рубежного контроля

№п /п	Вид контроля	Сумма баллов			
		Общая сумма	1-я точка	2-я точка	3-я точка
1	Посещение занятий	до 10 баллов	до 3 б.	до 3б.	до 4б.
2	Текущий контроль:	до 30 баллов	до 10 б.	до 10 б.	до 10 б.
	Ответ на 5 вопросов	от 0 до 15 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.
	Полный правильный ответ	до 15 баллов	5 б.	5 б.	5 б.
	Неполный правильный ответ	от 3 до 15 б.	от 1 до 5 б.	от 1 до 5 б.	от 1 до 5 б.
	Ответ, содержащий неточности, ошибки	0б.	0б.	0б.	0б.
	Выполнение самостоятельных заданий (решение задач, заданий)	от 0 до 15 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.
1	Рубежный контроль	до 30 баллов	до 10 б.	до 10 б.	до 10 б.
	тестирование	от 0- до 12б.	от 0- до 4б.	от 0- до 4б.	от 0- до 4б.
	коллоквиум	от 0 до 18б.	от 0 до 6 б.	от 0 до 6 б.	от 0 до 6 б.
	Итого сумма текущего и рубежного контроля	до 70баллов	до 23б.	до 23б	до 24б
	Первый этап (базовый)уровень) – оценка «удовлетворительно»	не менее 36 б.	не менее 12 б.	не менее 12 б	не менее 12 б
	Второй этап (продвинутый)уровень) – оценка «хорошо»	менее 70 б. (51-69 б.)	менее 23 б	менее 23 б	менее 24б
	Третий этап (высокий уровень) - оценка «отлично»	не менее 70 б.	не менее 23 б.	не менее 23 б	не менее 24б

**Критерии оценки качества освоения дисциплины
в 6 семестре**

Баллы (рейтинговой оценки)	Результат освоения	Требования уровню сформированности компетенций
62-70	Зачтено (без процедуры сдачи зачета)	Обучающийся освоил знания, умения и навыки входящие в состав компетенции: ОПК-1.1 Способен применять базовые знания, полученные в области математических и (или) естественных наук ОПК-1.2 Способен использовать при решении профессиональных задач знания, полученные в области математических и (или) естественных наук ОПК-1.3 Способен выбирать физические модели и методы решения задач профессиональной деятельности
36-61	Зачтено (с процедурой сдачи зачета)	Обучающийся проявляет компетенции ОПК-1, но не в полном объеме входящих в их состав действий. Обучающийся может допустить некоторые неточности, негрубые ошибки, затрудняться в изложении материала, но правильно отвечать на задаваемые ему вопросы.
менее 36 балла	не зачтено	Компетенции не сформированы

«Зачтено» выставляется обучающемуся, продемонстрировавшему полное, всестороннее, осознанное правильное знание программного материала и изложившему ответ логично, грамотно, убедительно, готового к дальнейшему профессиональному совершенствованию.

При ответе обучающийся может допустить некоторые неточности, негрубые ошибки, затрудняться в самостоятельном изложении материала, но правильно отвечать на задаваемые ему вопросы, в результате наводящих вопросов с помощью преподавателя исправлять допущенные ошибки и неточности.

«Не зачтено» может быть выставлено обучающемуся, обнаружившему неполное, неосознанное знание учебно-программного материала, допускающему грубые ошибки, неспособному самостоятельно изложить ответ на вопрос, отвечающему неправильно или не дающему ответ на заданные вопросы. Демонстрируемый уровень знаний не может быть признан достаточным для профессиональной деятельности.

**Критерии оценки качества освоения дисциплины
Текущий и рубежный контроль**

Семестр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	56-70 баллов
7	Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение практических работ. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не допускается к промежуточной аттестации	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценки «удовлетворительно».	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценки «хорошо».	Полное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита практических занятий. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценки «отлично».

Семестр	Шкала оценивания			
	Неудовлетворительно (36-60 баллов)	Удовлетворительно (61-80 баллов)	Хорошо (81-90 баллов)	Отлично (91-100 баллов)
7	Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос. Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос. При решении задач обучающийся допускает грубые ошибки, дает неверную оценку ситуации и решено менее 50 % задач.	Студент имеет 36-50 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос или частично ответил на оба вопроса. Студент имеет по итогам текущего и	Студент имеет 51-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 61 – 65 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй. Студент имеет 66-70 баллов по итогам текущего и	Студент имеет 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. При решении задач показывает глубокие знания материала, свободно использует необходимые формулы при

		<p>рубежного контроля 61-70 баллов на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач.</p>	<p>контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос. При решении задач обучающийся показывает твердые знания материала, грамотно его излагает, но допускает незначительные неточности в процессе решения задач, решено 70% задач</p>	<p>решении задач, решено 100% задач</p>
--	--	---	--	---