МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет физико-технический

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе, качеству образования – первый проректор
_____ Хагуров Т.А.
подпись
«4» мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.16.03 Квантовая механика и основы квантовой теории поля

Направление подготовки/специальность 03.03.02 Физика

Направленность (профиль) / специализация Фундаментальная физика

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

Краснодар 2021

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 784646E3066E8274355AC2198BDD2E1D
Владелец: Хагуров Темыр Айтечевич
Действителен: с 25.07.2022 до 18.10.2023

Рабочая программа дисциплины Б1.О.16.03 Квантовая механика и основы квантовой теории поля составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки / специальности 03.03.02 Физика

Программу составил(и):
Е.Н. Тумаев, проф. кафедры теор. физики и комп. технологий,
доктор физ.-мат. наук, доцент _____
подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.О.16.03 Квантовая механика и основы квантовой теории поля утверждена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий
протокол № 8 «16» апреля 2021 г.
Заведующий кафедрой (выпускающей) Исаев В.А. _____
подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета
протокол № 13 «16» апреля 2021 г.
Председатель УМК факультета Богатов Н.М. _____
подпись

Рецензенты:
Г.Ф. Копытов, заведующий кафедры радиофизики и нанотехнологий КубГУ,
доктор физико-математических наук, профессор

Л.Р. Григорян, генеральный директор ООО ПНФ «Мезон»
кандидат физико-математических наук

1.1 Цель освоения дисциплины.

Цель дисциплины – формирование у студентов теоретических знаний о квантовых явлениях, проявляющихся в микромире.

1.2 Задачи дисциплины.

Задачи дисциплины «Квантовая теория»:

- формирование у студентов представлений о современных теоретических представлениях в области квантовой механики;
- приобретение навыков получения количественных оценок основных параметров, характеризующих свойства квантовых систем,
- формирование подходов к проведению исследований в разных областях физики и анализу полученных результатов;
- развитие умений, основанных на полученных теоретических знаниях, позволяющих развивать качественные и количественные физические модели для исследования свойств квантовых систем в широком диапазоне параметров.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Квантовая теория» относится к базовой части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана направления подготовки 03.03.03 Радиофизика направленности "Радиофизические методы по областям применения (биофизика)".

Для успешного усвоения дисциплины «Квантовая теория» студенты должны обладать базовыми знаниями и умениями по предшествующим дисциплинам «Математический анализ», «Атомная физика», «Физика атомного ядра и частиц», «Дифференциальные, интегральные уравнения и вариационное исчисление».

«Квантовая теория» служит основой для понимания специальных дисциплин, изучаемых по направлению 03.03.03 Радиофизика как в бакалавриате, так и далее в магистратуре и в аспирантуре.

Студент, освоивший данный курс, подготовлен к деятельности, требующей углубленной фундаментальной и профессиональной подготовки, в том числе к научно – исследовательской, а при сочетании освоения дополнительной образовательной программы педагогического профиля – к педагогической деятельности.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональной компетенции (ОПК-1)

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
1.	ОПК-1	способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности	основные понятия, методы и уравнения квантовой механики, и вытекающие из этих уравнений основные закономерности поведения микрообъектов	составлять и решать уравнение Шрёдингера для типовых задач в области микромира	навыками работы с операторами и волновыми функциями для решения профессиональных задач оперирования с нанообъектами

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 зач.ед. (252 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

(для студентов ОФО).

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			5	6		
Контактная работа, в том числе:		**144,5**	**76,2**	**68,3**		
Аудиторные занятия (всего):		**136**	**72**	**64**		
Занятия лекционного типа		68	36	32		
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		68	36	32		
Иная контактная работа:		**8,5**	**4,2**	**4,3**		
Контроль самостоятельной работы (КСР)		8	4	4		
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,5	0,2	0,3		
Самостоятельная работа, в том числе:		**80,8**	**31,8**	**49**		
Проработка учебного (теоретического) материала		49	20	29		
Подготовка к текущему контролю		31,8	11,8	20		
Контроль:		**26,7**	**-**	**26,7**		
Подготовка к экзамену		26,7	-	26,7		
Общая трудоемкость	**час.**	**252**	**108**	**144**		
	в том числе контактная работа	**144,5**	**76,2**	**68,3**		
	зач. ед	**7**	**3**	**4**		

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре *(очная форма)*

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение	34	12	12	-	10
2.	Основы квантовой механики	34	12	12	-	10
3.	Потенциальные ямы и барьеры	35,8	12	12	-	11,8
	Всего:		36	36	-	31,8

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре *(очная форма)*

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
4.	Теория возмущений	43	12	12	-	19
5.	Релятивистская квантовая теория	35	10	10	-	15
6.	Макроскопические квантовые явления	35	10	10	-	15
	Всего:		32	32	-	49

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение	Предмет и задачи курса «Квантовая теория». Его место среди других учебных дисциплин. Краткие исторические сведения. Энергия и импульс световых квантов. Эффект Комптона. Гипотеза де Бройля.	Коллоквиум
2.	Основы квантовой механики	Статистическое толкование волн де Бройля. Принцип неопределенности. Принцип суперпозиции. Чистые, смешанные и запутанные состояния. Операторы. Свойства операторов. Собственные функции и собственные значения операторов. Динамические переменные и задание состояния. Основные операторы квантовой механики. Гамильтониан. Изменение состояния во времени. Уравнение Шредингера и зависимость операторов от времени. Производные операторов во времени. Переход от квантовых уравнений к уравнениям Ньютона. Представления. Различные представления состояния квантовых систем. Волновая функция и матрица плотности. Уравнение Шредингера и зависимость операторов от времени.	Коллоквиум
3.	Потенциальные ямы и барьеры	Движение частицы в одномерной потенциальной яме. Туннельный эффект. Линейный гармонический осциллятор. Общие свойства гармонического осциллятора. Уравнение Шредингера для частицы в центрально-симметричном поле. Движение электрона в водородоподобных атомах.	Коллоквиум

4.	Теория возмущений	Теория возмущений. Собственный механический и магнитный моменты электрона. Спин электрона. Уравнение Паули. Движение спина в переменном магнитном поле. Расщепление спектральных линий в электрическом и слабом магнитном полях. Явление квантового перехода. Молекула. Обменное взаимодействие. Самосогласованный потенциал и метод Хартри-Фока. Метод функционала плотности.	Коллоквиум
5.	Релятивистская квантовая теория	Связь законов сохранения с симметрией пространства и времени. Принцип тождественности одинаковых микрочастиц. Система тождественных частиц. Частицы Бозе и частицы Ферми. Многоэлектронные атомы. Оператор Гамильтона для электронов атома гелия. Атом и периодическая система элементов Менделеева.	Коллоквиум
6.	Макроскопические квантовые явления	Статистические распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Бозе-конденсат и сверхтекучесть. Квантование электромагнитного поля. Квантовые измерения. Взаимодействие квантовых систем с классическим окружением. Квантовый компьютер. Квантовый параллелизм. Логические квантовые вентили.	Коллоквиум

2.3.2 Занятия семинарского типа.

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение	Энергия и импульс световых квантов. Эффект Комптона. Гипотеза де Бройля.	Решение задач
2.	Основы квантовой механики	Принцип неопределенности. Принцип суперпозиции. Операторы. Свойства операторов. Собственные функции и собственные значения операторов. Динамические переменные и задание состояния. Основные операторы квантовой механики. Гамильтониан. Изменение состояния во времени. Уравнение Шредингера и зависимость операторов от времени. Производные операторов во времени. Переход от квантовых уравнений к уравнениям Ньютона. Представления. Различные представления состояния квантовых систем. Волновая функция и матрица плотности. Уравнение Шредингера и зависимость операторов от времени.	Решение задач
3.	Потенциальные ямы и барьеры	Движение частицы в одномерной потенциальной яме. Туннельный эффект. Линейный гармониче-	Решение задач

		ский осциллятор. Общие свойства гармонического осциллятора. Уравнение Шредингера для частицы в центрально-симметричном поле. Движение электрона в водородоподобных атомах.	
4.	Теория возмущений	Теория возмущений. Собственный механический и магнитный моменты электрона. Спин электрона. Уравнение Паули. Движение спина в переменном магнитном поле. Расщепление спектральных линий в электрическом и слабом магнитном полях. Явление квантового перехода. Молекула. Обменное взаимодействие. Самосогласованный потенциал и метод Хартри-Фока. Метод функционала плотности.	Решение задач
5.	Релятивистская квантовая теория	Связь законов сохранения с симметрией пространства и времени. Принцип тождественности одинаковых микрочастиц. Система тождественных частиц. Частицы Бозе и частицы Ферми. Многоэлектронные атомы. Оператор Гамильтона для электронов атома гелия. Атом и периодическая система элементов Менделеева.	Решение задач
6.	Макроскопические квантовые явления	Статистические распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Бозе-конденсат и сверхтекучесть. Квантование электромагнитного поля. Квантовые измерения. Взаимодействие квантовых систем с классическим окружением.	Решение задач

2.3.3 Лабораторные занятия.
Не предусмотрено учебным планом.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)
Не предусмотрено учебным планом.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка учебного (теоретического) материала	1. Иродов И.Е. Задачи по квантовой физике [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.Е. Иродов. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 220 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/84093. 2. Иродов И.Е. Квантовая физика. Основные законы [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.Е. Иродов. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 261 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94103.
2	Подготовка к текущему контролю	

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

При реализации учебной работы по освоению курса «Квантовая теория» используются современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии;
- проектные методы обучения;
- исследовательские методы в обучении;
- проблемное обучение.

Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу студентов и руководство этой работой со стороны преподавателей.

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий: метод проектов, мозговой штурм.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля по дисциплине «Квантовая теория» включает в себя вопросы, выносимые на зачет; вопросы к коллоквиуму и перечень задач.

Вопросы к коллоквиуму:

1. Энергия и импульс световых квантов.
2. Эффект Комптона.
3. Гипотеза де Бройля. Статистическое толкование волн де Бройля.
4. Принцип неопределенности.
5. Принцип суперпозиции.
6. Операторы. Свойства операторов. Основные операторы квантовой механики.
7. Собственные функции и собственные значения операторов.
8. Гамильтониан. Изменение состояния во времени.
9. Уравнение Шредингера и зависимость операторов от времени. Производные операторов во времени.
10. Переход от квантовых уравнений к уравнениям Ньютона.
11. Представления. Различные представления состояния квантовых систем.

12. Движение частицы в одномерной потенциальной яме. Туннельный эффект.
13. Линейный гармонический осциллятор. Общие свойства гармонического осциллятора.
14. Уравнение Шредингера для частицы в центрально-симметричном поле. Движение электрона в водородоподобных атомах.
15. Теория возмущений.
16. Собственный механический и магнитный моменты электрона. Спин электрона. Уравнение Паули. Движение спина в переменном магнитном поле.
17. Расщепление спектральных линий в электрическом и слабом магнитном полях. Явление квантового перехода.
18. Молекула. Обменное взаимодействие. Самосогласованный потенциал и метод Хартри-Фока. Метод функционала плотности.
19. Связь законов сохранения с симметрией пространства и времени. Принцип тождественности одинаковых микрочастиц. Система тождественных частиц. Частицы Бозе и частицы Ферми.
20. Многоэлектронные атомы. Оператор Гамильтона для электронов атома гелия. Атом и периодическая система элементов Менделеева.
21. Статистические распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Бозе-конденсат и сверхтекучесть.
22. Квантование электромагнитного поля. Квантовые измерения. Взаимодействие квантовых систем с классическим окружением.
23. Квантовый компьютер. Квантовый параллелизм. Логические квантовые вентили.

Перечень вопросов, выносимых на зачет:

1. Предмет квантовой механики.
2. Основные задачи квантовой механики.
3. Основные свойства квантовых систем.
4. Волны де Бройля. Групповая скорость. Дифракция микрочастиц.
5. Статистическое толкование волн де Бройля.
6. Вероятность местоположения микрочастицы.
7. Принцип суперпозиции. Вероятность импульса микрочастицы.
8. Средние значения функций от координат и функций от импульсов.
9. Понятие статистического ансамбля квантовой механики. Соотношение неопределенностей.
10. Понятия полного набора величин и полного измерения. Редукция волнового пакета.
11. Понятие оператора. Свойства операторов.
12. Собственные значения и собственные функции операторов и их физический смысл.
13. Свойства собственных значений и собственных функций операторов.
14. Операторы координаты и импульса микрочастицы. Оператор момента импульса микрочастицы.
15. Оператор энергии и функции Гамильтона. Гамильтониан.
16. Уравнение Шредингера. Принцип причинности в квантовой механике.
17. Стационарные состояния.
18. Уравнение Шредингера для стационарного состояния.
19. Производные операторов по времени.
20. Квантовая скобка Пуассона.
21. Переход от квантовых уравнений к уравнениям Ньютона.
22. Матрицы и действия над ними.
23. Определение среднего значения и спектра величины, представляемой оператором в матричной форме.
24. Уравнение Шредингера и зависимость операторов от времени в матричной форме.
25. Одномерная модель свободной частицы.

26. Трехмерное описание свободной частицы.
27. Движение точки в одномерной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Одномерный потенциальный барьер. Туннельный эффект.
28. Линейный гармонический осциллятор.
29. Понятие центрального поля. Уравнение Шредингера для частиц в центральном поле.
30. Движение электрона в кулоновском поле ядра.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Квантовая теория» включает в себя вопросы, выносимые на экзамен.

Перечень вопросов, выносимых на экзамен:

1. Предмет квантовой механики.
2. Основные задачи квантовой механики.
3. Основные свойства квантовых систем.
4. Волны де Бройля. Групповая скорость. Дифракция микрочастиц.
5. Статистическое толкование волн де Бройля.
6. Вероятность местоположения микрочастицы.
7. Принцип суперпозиции. Вероятность импульса микрочастицы.
8. Средние значения функций от координат и функций от импульсов.
9. Понятие статистического ансамбля квантовой механики. Соотношение неопределенностей.
10. Понятия полного набора величин и полного измерения. Редукция волнового пакета.
11. Понятие оператора. Свойства операторов.
12. Собственные значения и собственные функции операторов и их физический смысл.
13. Свойства собственных значений и собственных функций операторов.
14. Операторы координаты и импульса микрочастицы. Оператор момента импульса микрочастицы.
15. Оператор энергии и функции Гамильтона. Гамильтониан.
16. Уравнение Шредингера. Принцип причинности в квантовой механике.
17. Стационарные состояния.
18. Уравнение Шредингера для стационарного состояния.
19. Производные операторов по времени.
20. Квантовая скобка Пуассона.
21. Переход от квантовых уравнений к уравнениям Ньютона.
22. Матрицы и действия над ними.
23. Определение среднего значения и спектра величины, представляемой оператором в матричной форме.
24. Уравнение Шредингера и зависимость операторов от времени в матричной форме.
25. Одномерная модель свободной частицы.
26. Трехмерное описание свободной частицы.
27. Движение точки в одномерной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Одномерный потенциальный барьер. Туннельный эффект.
28. Линейный гармонический осциллятор.
29. Понятие центрального поля. Уравнение Шредингера для частиц в центральном поле.
30. Движение электрона в кулоновском поле ядра.
31. Движение электрона в одновалентных атомах.
32. Токи в атомах. Магнетон.
33. Квантовые уровни двухатомной молекулы.
36. Спин электрона. Оператор спина электрона.
37. Спиновые функции. Собственный магнитный момент электрона.
38. Уравнение Паули.

39. Расщепление спектральных линий в магнитном поле.
40. Движение спина в переменном магнитном поле.
41. Свойство полного момента импульса.
42. Сущность метода теории возмущений.
43. Возмущение в отсутствии вырождения.
44. Возмущение при наличии вырождения.
45. Нестационарная теория возмущений.
46. Явление квантового перехода.
47. Переходы под влиянием возмущения, не зависящего от времени.
48.Закон сохранения полного импульса системы микрочастиц.
49.Связь законов сохранения с симметрией пространства и времени.
50. Принцип тождественности микрочастиц.
51.Симметричные и антисимметричные состояния.
52. Частицы Бозе и частицы Ферми. Принцип Паули.
53. Волновые функции для системы частиц Ферми и частиц Бозе.
54. Оператор Гамильтона для электронов атома гелия. Пара – гелий и ортогелий.
55. Квантовая механика атома и периодическая система элементов Менделеева.
56. Метод вторичного квантования. Операторы «рождения» и «уничтожения».
57. Метод вторичного квантования для частиц Ферми и частиц Бозе.
58.Теория квантовых переходов и метод вторичного квантования.
59. Постановка вопроса в теории рассеяния. Дифференциальное сечение рассеяния. Амплитуда рассеяния.
60. Метод парциальных волн. Амплитуда рассеяния медленных частиц.
61. Молекула водорода Природа химических сил.
62. Межмолекулярные дисперсионные силы. Роль спина ядер в двухатомных молекулах.
63. Соотношения неопределенности в релятивистской области.
64. Релятивистское волновое уравнение для частиц со спином нуль.
65. Уравнение Дирака.
66. Квантовый компьютер. Квантовый параллелизм.

Образец экзаменационного билета

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Кубанский государственный университет
Кафедра радиофизики и нанотехнологий
2018-2019 уч.год

Дисциплина **«Квантовая теория»**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

1. Предмет квантовой механики.
2. Квантовый компьютер. Квантовый параллелизм.
3. Задача.

Зав. кафедрой
радиофизики и
нанотехнологий Копытов Г.Ф.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 Основная литература:

1. Иродов И.Е. Задачи по квантовой физике [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.Е. Иродов. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 220 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/84093.

2. Иродов И.Е. Квантовая физика. Основные законы [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.Е. Иродов. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 261 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94103.

3. Байков Ю.А. Квантовая механика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.А. Байков, В.М. Кузнецов. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 294 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/70719.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Университетская библиотека ONLINE».

5.2 Дополнительная литература:

1. Ландау Л.Д. Теоретическая физика Т.3. Квантовая механика (нерелятивистская теория) [Электронный ресурс] / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2001. — 808 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2380.

2. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.И. Блохинцев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2004. — 672 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/619.

3. Савельев И.В. Основы теоретической физики (в 2 тт.). Том 2. Квантовая механика [Электронный ресурс] : учебник / И.В. Савельев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 432 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/104957.

5.3. Периодические издания:

1. Вестник СПбГУ. Серия: Физика. Химия.
2. Журнал экспериментальной и теоретической физики.
3. Известия ВУЗов. Серия: Физика.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

№ п/п	Ссылка	Пояснение
1.	http://www.book.ru	BOOK.ru – электронная библиотечная система (ЭБС) современной учебной и научной литературы. Библиотека BOOK.ru содержит актуальную литературу по всем отраслям знаний, коллекция пополняется электронными книгами раньше издания печатной версии.
2.	http://www.ibooks.ru	Айбукс.ру – электронная библиотечная система учебной и научной литературы. В электронную коллекцию включены современные учебники и пособия ведущих издательств России.
3.	http://www.sciencedirect.com	Платформа ScienceDirect обеспечивает всесторонний охват литературы из всех областей науки, предоставляя доступ к более чем 2500 наименований журналов и более 11000 книг из коллекции издательства «Эльзевир», а также огромному числу журналов, опубликованных престижными научными сообществами. Полнотекстовая база данных ScienceDirect является непревзойденным Интернет-ресурсом научно-технической и медицинской информации и содержит 25% мирового рынка научных публикаций.
4.	http://www.scopus.com	База данных Scopus индексирует более 18 тыс. наименований журналов от 5 тыс. международных издательств, включая более 300 российских журналов. Непревзойденная поддержка в поиске научных публикаций и предоставлении ссылок на все вышедшие рефераты из обширного объема доступных статей. Возможность получения информации о том, сколько раз ссылались другие авторы на интересующую Вас статью, предоставляется список этих статей. Отслеживание своих публикаций с помощью авторских профилей, а так же работы своих соавторов и соперников.
5.	http://www.scirus.com	Scirus – бесплатная поисковая система для поиска научной информации.
6.	http://www.elibrary.ru	Научная электронная библиотека (НЭБ) содержит полнотекстовые версии научных изданий ведущих зарубежных и отечественных издательств.
7.	http://diss.rsl.ru	«Электронная библиотека диссертаций» Российской Государственной Библиотеки (РГБ) в настоящее время содержит более 400 000 полных текстов наиболее часто запрашиваемых читателями диссертаций. Ежегодное оцифровывание от 25000 до 30000 диссертаций.
8.	http://moodle.kubsu.ru	Среда модульного динамического обучения

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

Основной учебной работой студента является самостоятельная работа в течение всего срока обучения. Начинать изучение дисциплины необходимо с ознакомления с целями и задачами дисциплины и знаниями и умениями, приобретаемыми в процессе изучения. Далее следует проработать конспекты лекций, рассмотрев отдельные вопросы по предложенным источникам литературы. Все неясные вопросы по дисциплине студент может разрешить на консультациях, проводимых по расписанию. При подготовке к практическим занятиям студент в обязательном порядке изучает теоретический материал в соответствии с методическими указаниями.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

8.1 Перечень информационных технологий.

Не предусмотрено.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

Не предусмотрено.

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Электронная библиотечная система "Университетская библиотека ONLINE" [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://biblioclub.ru.
2. Электронная библиотечная система издательства "Лань" [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://e.lanbook.com.
3. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (http://www.elibrary.ru)

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – ауд. 300, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
2.	Семинарские занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа – ауд. 201, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
3.	Самостоятельная работа	Учебная аудитория для проведения самостоятельной работы – ауд. 142, 120, корп. С (ул. Ставропольская, 149)