

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Введение в квантовую физику Б1.Б.16

Направление подготовки: 27.03.05 - Инноватика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

Автор(ы): Мокшин А.В.

Рецензент(ы): Недопекин О.В.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Мокшин А. В.

Протокол заседания кафедры № ____ от "____" 20 ____ г.

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК № ____ от "____" 20 ____ г.

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
 - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
 - 7.1. Основная литература
 - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (доцент) Мокшин А.В. (кафедра вычислительной физики и моделирования физических процессов, научно-педагогическое отделение), Anatolii.Mokshin@kpfu.ru

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

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-7	способностью применять знания математики, физики и естествознания, химии и материаловедения, теории управления и информационные технологии в инновационной деятельности

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- основные понятия, принципы и законы квантовой физики;
- текущее состояние физики в описании явлений;
- ключевые актуальные нерешенные задачи квантовой физики;
- основные актуальные направления развития квантовой физики.

Должен уметь:

- решать простейшие задачи квантовой физики.

Должен владеть:

- основные элементами методологического и понятийного аппарата современной квантовой физики.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- объяснять ключевые принципы описания физических явлений.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.Б.16 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 27.03.05 "Инноватика (не предусмотрено)" и относится к базовой (общепрофессиональной) части.

Осваивается на 3 курсе в 5 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 88 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 52 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 56 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 5 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Становление квантовой					

механики.

5 | 6 | 0 | 0 | 8 |

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Основные понятия квантовой механики.	5	6	14	0	8
3.	Тема 3. Математический аппарат квантовой механики. Операторы и их свойства.	5	4	14	0	8
4.	Тема 4. Уравнение Шредингера.	5	6	16	0	8
5.	Тема 5. Элементы квантовомеханического описания и трактовки термодинамики.	5	4	0	0	8
6.	Тема 6. Линейный гармонический осциллятор (ЛГО). Спектр ЛГО.	5	4	8	0	8
7.	Тема 7. Сверхтекучесть. Сверхпроводимость.	5	6	0	0	8
	Итого		36	52	0	56

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Становление квантовой механики.

Раздел включает изучение таких тем как "История становления и развития квантовой механики", "Экспериментальные результаты. Опыт Герца", "Опыты Дэвисона-Джермера, Лауе, Тартаковского", "Затруднения классической механики в описании явлений микромира". Внимание уделяется демонстрации предпосылок, послуживших к появлению квантовой механики как ключевого направления современной физики.

Тема 2. Основные понятия квантовой механики.

Раздел включает изучение таких тем как "Волна Де Броиля", "Волновой пакет", "Фазовая и групповая скорость", "Неопределенность Гейзенберга. Корпускулярно-волновой дуализм", "Статистическое толкование волновой функции. Принцип суперпозиции квантовомеханических состояний. Вероятность обнаружение микрочастицы".

Тема 3. Математический аппарат квантовой механики. Операторы и их свойства.

Раздел включает изучение таких тем как "Математический аппарат квантовой механики", "Операторы и их свойства", "Понятие эрмитовости", "Линейные операторы", "Сложение операторов", "Произведение операторов", "Возведение операторов в степень", "Единичный оператор", "Обратный оператор", "Коммутатор и правила коммутации".

Тема 4. Уравнение Шредингера.

Раздел включает изучение таких тем как "Собственные функции и собственные значения операторов", "Вырождение", "Дискретный и непрерывный спектр", "Стационарное уравнение Шредингера", "Решение простейших задач квантовой механики", "Водородоподобный ион" и "Эффект квантовомеханического туннелирования".

Тема 5. Элементы квантовомеханического описания и трактовки термодинамики.

Раздел включает изучение таких тем как "Теплоемкость и ее температурная зависимость", "Затруднения классической механики в описании теплоемкости", "Затруднения классической механики в описании теплопроводности", "Теплопроводность твердых тел и ее температурная зависимость", "Понятие температуры в квантовой механике".

Тема 6. Линейный гармонический осциллятор (ЛГО). Спектр ЛГО.

Раздел включает изучение таких тем как "Линейный гармонический оператор - ЛГО", "Собственные функции и собственные значения линейного гармонического осциллятора", "Энергетический спектр", "Операторы рождения и уничтожения квантово-механических состояний", "Соотносимость с классическим линейным гармоническим осциллятором".

Тема 7. Сверхтекучесть. Сверхпроводимость.

Раздел включает изучение таких тем как "Сверхтекучесть", "История открытия сверхтекучести", "Ключевые моменты в теории Боголюбова", "Сверхпроводимость", "История открытия сверхпроводимости", "Высокотемпературная сверхпроводимость", "Квантовомеханическое объяснение явлений сверхтекучести и сверхпроводимости", "Современное состояние".

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

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996нин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Конспекты лекций по современным физическим исследованиям (автор Демин С.А.) -
<http://kpfu.ru/physics/struktura/kafedry/kafedra-vychislitelnoj-fiziki/konspekti-lekcij>

Учебно-методическое пособие по курсу ?Квантовая механика? в трех частях? -
<http://kpfu.ru/physics/struktura/kafedry/kafedra-vychislitelnoj-fiziki/uchebno-metodicheskie-posobiya>

Учебно-методическое пособие по курсу "Современная физика" Раздел: "Решение простейших задачи квантовой механики" - <http://kpfu.ru/physics/struktura/kafedry/kafedra-vychislitelnoj-fiziki/uchebno-metodicheskie-posobiya>

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 5			
	Текущий контроль		
1	Устный опрос	ОПК-7	1. Становление квантовой механики. 6. Линейный гармонический осциллятор (ЛГО). Спектр ЛГО.
2	Контрольная работа	ОПК-7	3. Математический аппарат квантовой механики. Операторы и их свойства.
3	Устный опрос	ОПК-7	4. Уравнение Шредингера.
	Экзамен	ОПК-7	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап	
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.		
Форма контроля	Критерии оценивания				Этап	
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.		
Семестр 5						
Текущий контроль						
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1 3	
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2	
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 5

Текущий контроль

1. Устный опрос

Темы 1, 6

1. Что такое волновая функция?
2. Что такое волна Де Броиля?
3. Определение волнового пакета.
4. Что такое фазовая скорость волнового пакета?
5. Что такое групповая скорость волнового пакета?
6. Понятие корпускулярно-волнового дуализма.
7. Понятие кванта энергии.
8. Квант импульса в квантовой механике.
9. Назовите основные признаки волнового процесса.
10. Ключевые признаки, по которым объект можно отнести к "корпускуле".

2. Контрольная работа

Тема 3

1. Что такое квантовомеханический оператор?
2. Какой оператор называется эрмитовым (самосопряженным)?
3. Оператор координаты.
4. Оператор импульса и его свойства.
5. Оператор механического момента и его свойства.
6. Оператор энергии и его свойства.
7. Линейный оператор.
8. Сумма операторов.
9. Произведение операторов.
10. Коммутатор.

3. Устный опрос

Тема 4

1. Что такое собственные значения оператора?
2. Что такое собственные функции оператора?
3. Необходимо привести стационарное уравнение Шредингера.
4. Какой физический смысл стационарного уравнения Шредингера?
5. Поясните метод разделения переменных.
6. Что такое вырождение?
7. Прокомментируйте понятие "дискретный спектр".
8. Прокомментируйте понятие "непрерывный спектр".
9. Какие задачи решаются с помощью уравнения Шредингера?
10. Как выглядит уравнение Шредингера для ЛГО?

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. История развития квантовой механики. Затруднения классической механики в описании явлений микромира.
2. Опыт Герца. Опыты Дэвисона-Джермера, Лауе, Тартаковского.
3. Волна Де Броиля.
4. Волновой пакет. Фазовая и групповая скорость.
5. Неопределенность Гейзенberга.
6. Корпускулярно-волновой дуализм.
7. Статистическое толкование волновой функции.
8. Принцип суперпозиции квантовомеханических состояний.
9. Вероятность обнаружение микрочастицы.
10. Математический аппарат квантовой механики. Операторы и их свойства.
11. Водородоподобный ион.
12. Эффект квантовомеханического туннелирования.
13. Собственные функции и собственные значения линейного гармонического осциллятора. Энергетический спектр.
14. Операторы рождения и уничтожения квантово-механических состояний.
15. Квантовомеханическое объяснение явлений сверхтекучести и сверхпроводимости.
16. Коммутатор.

17. Эрмитовость.
18. Индетерминизм квантовой механики.
19. Оператор Гамильтона и его свойства.
20. Оператор механического момента и его свойства.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 5			
Текущий контроль			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1 3	20 10
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	20
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

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

7.1 Основная литература:

1. 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>

2. 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>

7.2. Дополнительная литература:

1. Хуснутдинов, Р. М. Физика твердого тела [Текст: электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Р. М. Хуснутдинов, А. В. Мокшин; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГАОУ ВПО 'Казан. (Приволж.) федер. ун-т'. - Электронные данные (1 файл: 0,26 Мб). (Казань : Казанский федеральный университет, 2015. - 31 с. - URL:http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06_143_001002.pdf

2. Кузнецов, С.И. Курс физики с примерами решения задач. Часть III. Оптика. Основы атомной физики и квантовой механики. Физика атомного ядра и элементарных частиц [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.И. Кузнецов. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 336 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/53685>

3. Барановский, В.И. Квантовая механика и квантовая химия: учебное пособие / В.И. Барановский. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 428 с. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/113631>

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Учебно-методическое пособие "Квантовомеханические операторы" - http://kpfu.ru/docs/F374081879/M2_12.pdf

Учебно-методическое пособие "Корпускулярные и волновые свойства микрочастиц" - http://kpfu.ru/docs/F1186022571/M1_12.pdf

Учебно-методическое пособие "Собственные функции и собственные значения операторов" - http://kpfu.ru/docs/F452296309/M3_12.pdf

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Необходимо осуществлять записи лекционного материала по всем разделам данной дисциплины. Ключевое внимание требуется уделять вводимым определениям, формулировкам теорем, ключевым формулам и соотношениям, принципам. Рекомендуется также зарисовывать предлагаемые изображения, рисунки, графики, схемы опытов.
практические занятия	На практических занятиях рекомендуется иметь в наличии учебно-методические пособия, указанные в разделе "8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)". Рекомендуется перед решением предлагаемых задач по различным разделам ознакомиться с методическим материалом и разобранными типовыми задачами (даются в начале каждого раздела).
самостоятельная работа	В содержание самостоятельной работы входит (1) разбор лекционного материала, (2) работа с основной и дополнительной учебной литературой, (3) решение практических задач, предлагаемых в качестве домашнего задания, (4) выполнение вычислений и анализа результатов лабораторных работ, (5) углубление знаний по ключевым темам (таким как "Основы квантовой механики", "Квантовомеханические операторы и их свойства", "Решение типовых задач квантовой механики", "Сверхпроводимость", "Сверхтекучесть").
устный опрос	Для подготовки к устному опросу требуется понять и выучить наизусть ключевые (основные) определения (например, волновая функция, волновой пакет, фазовая и групповая скорости и т.д.), формулировки теорем (например, теоремы ортогональности и полноты), основные формулы. Необходимо иметь ясное понимание специфики квантовой механики и ее положению в современной физике.
контрольная работа	Для подготовки к контрольной работе необходимо выучить наизусть таблицу основных операторов квантовой механики: операторы координат, проекций импульсов, механического момента, энергии. Необходимо знать основные свойства квантово-механических операторов. Рекомендуется ознакомиться с решением типовых задач.
экзамен	Для подготовки к экзамену требуется (1) иметь понимание материала, предлагаемого в рамках лекционного курса, (2) уметь решать типовые практические задачи по данной дисциплине, (3) иметь в наличии выполненные лабораторные работы. Необходимо знать ключевые определения, положения, принципы, формулировки теорем. Способность вывода формул, умение объяснить принципы и пояснить физический смысл соотношений будет указывать хорошее освоение учебного материала.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Введение в квантовую физику" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Освоение дисциплины "Введение в квантовую физику" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 27.03.05 "Инноватика" и профилю подготовки не предусмотрено .