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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Е.А. Турилова
17 февраля 2023 г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Проблемы и развитие квантовой физики

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика
Профиль подготовки: Теоретическая физика и моделирование физических процессов
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2023

Содержание

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

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

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 (модуля)

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

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

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 (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

13. Приложение №1. Фонд оценочных средств

14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): ассистент, к.н. Газизов А.Р. (Кафедра оптики и нанофотоники, Отделение физики), AlmaRGazizov@kpfu.ru ; профессор, д.н. (профессор) Гайнутдинов Р.Х. (Кафедра оптики и нанофотоники, Отделение физики), Renat.Gainutdinov@kpfu.ru ; доцент, к.н. Хамадеев М.А. (Кафедра оптики и нанофотоники, Отделение физики), Marat.Khamadeev@kpfu.ru

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

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности;

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основополагающие принципы современной квантовой теории; основные положения канонического и фейнмановского подходов к квантовой теории; парадокс Эйнштейна, Подольского и Розена и квантовый парадокс Зенона.

Должен уметь:

применять физические идеи лежащие в основе парадокса Эйнштейна-Подольского-Розена и парадокса Зенона для решения прикладных задач физики и квантовой информатики; использовать при работе справочную и учебную литературу в области квантовой физики, находить другие необходимые источники информации и работать с ними.

Должен владеть:

методами современной квантовой физики.

Должен демонстрировать способность и готовность:

к участию в исследованиях, связанных с решением задач современной квантовой физики

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.02.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.04.02 "Физика (Теоретическая физика и моделирование физических процессов)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 1 курсе в 1 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 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 31 часа(ов), в том числе лекции - 14 часа(ов), практические занятия - 16 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 41 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 1 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, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
1.	Тема 1. Современный статус квантовой физики.	1	2	0	0	0	0	0	3
2.	Тема 2. Явление квантовой интерференции.	1	0	0	2	0	0	0	3
3.	Тема 3. Основные принципы канонической формулировки квантовой теории.	1	2	0	0	0	0	0	3
4.	Тема 4. Вероятностная природа квантовой механики.	1	0	0	2	0	0	0	3
5.	Тема 5. Наблюдаемые. Операторный формализм.	1	2	0	0	0	0	0	3
6.	Тема 6. Динамический постулат.	1	0	0	2	0	0	0	3
7.	Тема 7. Основные принципы фейнмановской формулировки квантовой механики.	1	3	0	0	0	0	0	3
8.	Тема 8. Интегралы по траекториям.	1	0	0	4	0	0	0	4
9.	Тема 9. Нерешенные проблемы квантовой физики.	1	3	0	0	0	0	0	6
10.	Тема 10. Проблемы квантовой механики ядерных явлений.	1	0	0	4	0	0	0	5
11.	Тема 11. Основные принципы квантовой физики и обобщенная квантовая динамика.	1	2	0	0	0	0	0	3
12.	Тема 12. Физика квантовой информации.	1	0	0	2	0	0	0	2
	Итого		14	0	16	0	0	0	41

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Современный статус квантовой физики.

Квантовая физика и научно-техническая революция начала XX века. Корпускулярные свойства электромагнитных волн. Волновые свойства микрочастиц. Дискретность атомных состояний. Противоречие законов фотоэффекта классической физики. Импульс фотона. Опыт Баркла. Когерентная и комптоновская линии. Классический аналог эффекта Рамзауэра-Таунсенда Нерешенные проблемы и перспективы дальнейшего развития.

Тема 2. Явление квантовой интерференции.

Амплитуда вероятности. Двухщелевой эксперимент с электроном. Вычисление классической вероятности. Противоречие опыта и классических представлений. Принцип суперпозиции амплитуд вероятности. Интерференция амплитуд вероятности. Опыт с двумя и более ширмами. Влияние наблюдения за электроном на интерференцию.

Тема 3. Основные принципы канонической формулировки квантовой теории.

Пространство состояний квантовой системы. Постулат 1.

Состояния квантовой системы описываются лучами в некотором Гильбертовом пространстве, которое называется пространством состояний. Пространства состояний простой частицы и поляризации фотонов. Координатное и импульсное представления. Расширенное Гильбертово пространство.

Тема 4. Вероятностная природа квантовой механики.

Связь векторов состояний с результатами экспериментов. Проекционный постулат. Невырожденный результат эксперимента. Формула, описывающая вероятность того, что в результате мы будем наблюдать значение α. Обобщение на вырожденный случай. Вопросы, связанные с проекционным постулатом. Теория скрытых параметров.

Тема 5. Наблюдаемые. Операторный формализм.

Вектора и операторы. Собственные вектора и собственные значения. Эрмитовость операторов и наблюдаемые. Среднее значение физической величины. Матричные элементы. Совместность наблюдаемых. Полная система совместных наблюдаемых. Неопределенность Гейзенберга.Формализм Дирака. Оснащенное гильбертово пространство состояний.

Тема 6. Динамический постулат.

Вектор, описывающий состояние в момент времени t. Оператор эволюции. Унитарность оператора эволюции и сохранение вероятности закрытой квантовой системы. Уравнение Шредингера. Связь характера динамики со свойствами непрерывности оператора эволюции. Однопараметрическая группу унитарных операторов. Теорема Стоуна.

Тема 7. Основные принципы фейнмановской формулировки квантовой механики.

Интерферирующие альтернативы. Язык амплитуд вероятности. Структура амплитуды вероятности. 1 постулат фейнмановской формулировки квантовой механики. Класс альтернатив. 2 постулат фейнмановской формулировки квантовой механики. Экспонента, чья мнимая фаза есть классическое действие в единицах $\hbar$. Интегрирование по траекториям. Классический предел.

Тема 8. Интегралы по траекториям.

Использование двух постулатов фейнмановской формулировки квантовой механики. Вклады от каждой траектории. Действие. Эквивалентность фейнмановского и канонического подходов. Теория возмущений и S-матрица. Интерпретация членов ряда теории возмущений. Правила Фейнмана. Интегральное уравнение для пропагатора.

Тема 9. Нерешенные проблемы квантовой физики.

Проблема ультрафиолетовых расходимостей в квантовой теории поля. Локальность во времени уравнения Шредингера как причина ультрафиолетовых расходимостей. Нелокальность во времени взаимодействия, генерирующего динамику открытых квантовых систем. Проблема последовательного учета такой нелокальности

Тема 10. Проблемы квантовой механики ядерных явлений.

Программа Вайнберга построения теории ядерных сил. NN потенциал. Анализ диаграмм для двух нуклонной T-матрицы в киральной теории возмущений. Определение полной T-матрицы с помощью уравнения Липпмана - Швингера. предположение, что в нерелятивистском пределе КТВ приводит к низкоэнергетической динамике нуклонов

Тема 11. Основные принципы квантовой физики и обобщенная квантовая динамика.

Нелокальное во времени взаимодействие. Процессы с определенными временами начала и конца взаимодействия в системе как новый класс альтернатив. Применение первого постулата фейнмановской формулировки квантовой механики. Обобщенное динамическое уравнение. Уравнение для T-матрицы. Представление Фейнмана-Дайсона.

Тема 12. Физика квантовой информации.

Кубиты. Перепутывание и квантовая неразличимость. Квантовая телепортация состояний частиц. Логическое противоречие идеи о перепутывании с принципом локальности. Мысленный эксперимент, с помощью которого возможно обойти соотношение неопределенностей. Аргументы Эйнштейна Подольского и Розена. Неравенство Белла.

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 науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

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

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Гайнутдинов Р.Х., Калачев А.А., Мутыгуллина А.А., Хамадеев М.А., Салахов М.Х. Взаимодействие атомов с полем лазерного излучения и резонансная флуоресценция. - http://kpfu.ru/portal/docs/F1390410769/metodichka.VZAIMODEJSTVIE.ATOMOV.S.POLEM..pdf

Гайнутдинов, Р.Х. Парадоксы квантовой механики: квантовый парадокс Зенона / Р.Х. Гайнутдинов, А.А. Мутыгуллина. Учебно-методическое пособие для магистрантов первого года обучения физического факультета - http://kpfu.ru/portal/docs/F648190067/Zeno.paradox.pdf

Квантовая теория поля. Физическая энциклопедия. - http://www.femto.com.ua/articles/part_1/1562.html

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);

- критерии оценивания сформированности компетенций;

- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);

- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;

- критерии оценивания для каждого оценочного средства;

- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

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

Гайнутдинов Р.Х., Калачев А.А., Мутыгуллина А.А., Хамадеев М.А., Салахов М.Х. Взаимодействие атомов с полем лазерного излучения и резонансная флуоресценция. Казань 2013, 32 с. - http://kpfu.ru/portal/docs/F1390410769/metodichka.VZAIMODEJSTVIE.ATOMOV.S.POLEM..pdf

Гайнутдинов, Р.Х. Парадоксы квантовой механики: квантовый парадокс Зенона / Р.Х. Гайнутдинов, А.А. Мутыгуллина. Учебно-методическое пособие для магистрантов первого года обучения физического факультета. Научный редактор - М.Х. Салахов. - 2009. - Казань, КГУ. - 18 с.(1.5 п.л.) - http://kpfu.ru/portal/docs/F648190067/Zeno.paradox.pdf

Квантовая теория поля ? Физическая энциклопедия - http://www.femto.com.ua/articles/part_1/1562.html

Квантовая физика - http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%84%D0%

Популярный ресурс по современной физике - http://ysfine.com/

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.
практические занятия	В ходе подготовки к практическим занятиям изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.
самостоя-тельная работа	Самостоятельная работа включает в себя изучение основной литературы, ознакомление с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. Студентам рекомендуется получить в Библиотечно-информационном центре института учебную литературу по дисциплине, необходимую для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины. Успешное освоение курса предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.
экзамен	Для успешной подготовки к экзаменам студенту необходимо посещать лекционные, практические занятия, вести конспектирование учебного материала, изучать основную и дополнительную литературу по курсу предмета. Успешное освоение курса предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

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

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

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 03.04.02 "Физика" и магистерской программе "Теоретическая физика и моделирование физических процессов".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.О.02.01 Проблемы и развитие квантовой физики

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика
Профиль подготовки: Теоретическая физика и моделирование физических процессов
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2023

Основная литература:

1. Фейнман, Р. Дюжина лекций: шесть попроще и шесть посложнее : учебное пособие / Р. Фейнман ; художник В. А. Прокудин. - 9-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 321 с. - ISBN 978-5-00101-924-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/152037 (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Вайнберг, С. Квантовая теория поля / С. Вайнберг ; под редакцией В. Ч. Жуковского ; перевод с английского В. Ч. Жуковского. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. - Том 1 : Общая теория - 2015. - 648 с. - ISBN 978-5-9221-1620-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/91164 (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Иродов, И. Е. Квантовая физика. Основные законы : учебное пособие / И. Е. Иродов ; художник Н. А. Лозинская, Н. А. Новак. - 8-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 261 с. - ISBN 978-5-93208-517-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/172249 (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Паршаков, А. Н. Введение в квантовую физику : учебное пособие / А. Н. Паршаков. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 352 с. - ISBN 978-5-8114-0982-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/210335 (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Шпольский, Э. В. Атомная физика : учебник : в 2 томах / Э. В. Шпольский. - 6-е изд, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022 - Том 2 : Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома - 2022. - 448 с. - ISBN 978-5-8114-1006-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/210401 (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Зисман, Г. А. Курс общей физики : учебное пособие для вузов : в 3 томах / Г. А. Зисман, О. М. Тодес. - 8-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022 - Том 3 : Оптика. Физика атомов и молекул. Физика атомного ядра и микрочастиц - 2022. - 504 с. - ISBN 978-5-507-44508-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/233285 (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.О.02.01 Проблемы и развитие квантовой физики

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Теоретическая физика и моделирование физических процессов

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2023

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

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.