

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Мордовский государственный педагогический
университет имени М.Е. Евсевьева»**

Физико-математический факультет

Кафедра физики и методики обучения физике

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ АТОМОВ**

Группа научных специальностей: 1.3 Физические науки

Научная специальность: 1.3.3 Теоретическая физика

Форма обучения: очная

Саранск

Разработчики:

Карпунин В. В., кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики и методики обучения физике.

Рецензенты

1. Тактаров Н. Г., доктор физико-математических наук, профессор, кафедры математики и методики обучения математике ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М. Е. Евсевьева»;

2. Денисов Б. Н., доктор физико-математических наук, доцент кафедры радиотехники ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева».

Программа утверждена на заседании кафедры физики и методики обучения физике, протокол № 5 от 13.01.2022 г.

Зав. кафедрой физики и методики обучения физике

«13» января 2022 г.



А. А. Харитонова

1.Цели и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины: курс предназначен систематизировать знания аспирантов по квантовой теории атомов.

Задачи изучения дисциплины:

- подготовка научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации для науки и образования научной специальности теоретическая физика;
- формирование навыков самостоятельной экспериментальной, научно-исследовательской деятельности;
- углубление теоретических основ в области квантовой теории атомов.
- подготовка к самостоятельной (в том числе руководящей) научно-исследовательской деятельности, требующей широкой фундаментальной подготовки в современных направлениях техники и технологии, глубокой специализированной подготовки в выбранном направлении, владения навыками современных исследований;

В том числе воспитательные задачи:

- формирование мировоззрения и системы базовых ценностей личности;
- формирование основ профессиональной культуры обучающегося в условиях трансформации области профессиональной деятельности.

2.Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина ФТД.В.1(Ф) «Квантовая теория атомов» относится к факультативам.

Дисциплина изучается на 2 курсе, в 3 семестре.

Для изучения дисциплины требуется: знание материала высшей математики и основ теоретической физики, полученных на предыдущем уровне образования.

Изучению дисциплины ФТД.В.1(Ф) «Квантовая теория атомов» предшествует освоение дисциплин (практик):

2.1.1.1 История и философия науки;

Освоение дисциплины ФТД.В.1(Ф) «Квантовая теория атомов» является необходимой основой для последующего изучения дисциплин (практик):

ФТД.В.2(Ф) «Квантовая теория молекул».

Дисциплина является необходимой для успешного овладения аспирантом преподавательской деятельностью по образовательным программам высшего образования, осуществления научно-исследовательской деятельности, подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук, подготовки к сдаче и сдачи государственного экзамена.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: ПК-1; ПК-2

профессиональные компетенции:

– способность ориентироваться в базовых физико-математических теориях и применять их в научных исследованиях (ПК-1);

– способность профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками (ПК-2).

Иметь представление о профессиональной коммуникации.

Знать

– как ориентироваться в базовых физико-математических теориях и применять их в научных исследованиях (в соответствии с ПК-1);

– как профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками (в соответствии с ПК-2);

Уметь

– ориентироваться в базовых физико-математических теориях и применять их в научных исследованиях (в соответствии с ПК-1);

– профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками (в соответствии с ПК-2).

Владеть

– способностью ориентироваться в базовых физико-математических теориях и применять их в научных исследованиях (в соответствии с ПК-1);

– навыками профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками (в соответствии с ПК-2).

Быть способным

– осуществлять профессиональную деятельность в определенной научно-исследовательской области;

– участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов;

– оформлять научные труды для публикаций в центральных журналах, входящих в список ВАК РФ.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов / зачетных единиц (очная форма обучения)
Трудоемкость изучения дисциплины	72 / 2
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	36 / 1
в том числе:	
лекции	18
семинары	0
лабораторные занятия	0
практические занятия	18
Самостоятельная работа аспиранта (всего)	30 / 0,9

в том числе:	
подготовка к практическим занятиям	10
подготовка реферата	0
подготовка к зачету	0
подготовка к зачету	10
изучение тем, вынесенных на самостоятельную работу	10
Контроль	2
ИКР	4

5. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Название раздела дисциплины	Объем часов / зачетных единиц			
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия	СР
1	2		4	5	6
1	Элементарные сведения об атомных спектрах	4	4		5
2	Теория атомных спектров	4	4		5
3	Возбуждение и излучение атомов	6	6		10
4	Метод самосогласованного поля Хартри-Фока	4	4		10
Итого:		18	18		30

6. Содержание дисциплины

Содержание курса базируется на оригинальных источниках (журнальные научные публикации, объявления о грантах, конкурсах вакансий, реклама новых научных разработок, периодика, Интернет и др.) по профилю профессиональной ориентации аспиранта (соискателя). На основе вышеуказанных источников совершенствуются необходимые навыки и умения в различных видах деятельности (решение поставленных задач). На основе тех же учебных материалов совершенствуются, расширяются и углубляются необходимые знания и умения в области квантовой механики. Совершенствование владения теоретическим материалом, а также активное усвоение наиболее употребительной научно-профессиональной лексики.

6.1. Элементарные сведения об атомных спектрах:

Уравнение Шредингера для атома водорода. Тонкая структура. Центральное поле. Приближение jj — связи.

Периодическая система элементов. Спектры многоэлектронных атомов.

6.2. Теория атомных спектров

Оператор углового момента. Коэффициенты векторного сложения моментов. Неприводимые тензорные операторы.

Волновые функции. Матричные элементы симметричных операторов. Электростатическое взаимодействие при LS-связи. Мультиплетное расщепление при LS-связи.

6.3. Возбуждение и излучение атомов

Атом во внешнем поле.

Излучение электромагнитных волн. Электрическое дипольное излучение.

Мультипольное излучение. Непрерывный спектр.

Возбуждение атомов..

6.4. Метод самосогласованного поля Хартри-Фока

Детерминант Слэтера. Уравнение Хартри-Фока.

Неограниченный метод Хартри-Фока. Общая теория метода Хартри-Фока.

6.5. Объем дисциплины по видам учебной работы и формы контроля

Вид учебной работы	Всего часов
	форма обучения
	очная
Общая трудоемкость дисциплины	72
В том числе аудиторные занятия:	36
Самостоятельная работа аспиранта	30
Контроль	2
Аттестация	Зачет

6.5.1. Виды занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

6.5.2. Общая трудоемкость дисциплины «Квантовая теория атомов» – 72 часов.

6.5.3. Форма подведения итогов овладения образовательной программой: использование изученного материала в диссертационном исследовании и в ходе аспирантской практики.

6.6. Основные темы и содержание дисциплины

Тема 1.

1. Уравнение Шредингера для атома водорода.
2. Тонкая структура.
3. Центральное поле.
4. Приближение jj — связи.

Тема 2.

1. Периодическая система элементов.
2. Спектры многоэлектронных атомов.

Тема 3.

1. Оператор углового момента.
2. Коэффициенты векторного сложения моментов.
3. Неприводимые тензорные операторы.

Тема 4.

1. Волновые функции.

2. Матричные элементы симметричных операторов.
3. Электростатическое взаимодействие при LS-связи. Мультиплетное расщепление при LS-связи.

Тема 5.

1. Атом во внешнем поле.

Тема 6.

1. Излучение электромагнитных волн. Электрическое дипольное излучение.

Тема 7.

1. Мультипольное излучение. Непрерывный спектр.

Тема 8.

1. Возбуждение атомов.

Тема 9.

1. Детерминант Слэтера. Уравнение Хартри-Фока.

Тема 10.

1. Неограниченный метод Хартри-Фока. Общая теория метода Хартри-Фока.

Тематический план дисциплин для аспирантов очной формы обучения

№ /п	Разделы (темы)	Трудоемкость в часах					
		Всего	Аудиторные занятия				Самостоятельная работа
			Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	
1	Элементарные сведения об атомных спектрах		13	4		4	5
2	Теория атомных спектров		13	4		4	5
3	Возбуждение и излучение атомов		22	6		6	10
4	Метод самосогласованного поля Хартри-Фока		18	4		4	10

6.7. Содержание самостоятельной работы аспиранта

6.7.1. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов (соискателей)

Самостоятельная работа, дополняя аудиторную работу аспирантов (соискателей), призвана решать следующие задачи:

- совершенствование навыков и умений научно-профессионального общения, приобретенных в аудитории под руководством преподавателя;

- приобретение новых знаний, формирование навыков и развитие умений, обеспечивающих возможность осуществления научно-профессионального общения;

- развитие умений исследовательской деятельности;

- развитие умений самостоятельной учебной работы.

6.7.2. Текущая и опережающая самостоятельная работа

- выполнение домашних заданий, которые логически дополняет аудиторную работу аспирантов (соискателей), включает в себя индивидуально-поисковую работу по самостоятельному изучению материала в рамках определенной темы и выполнение заданий на закрепление данного материала;

- обязательная самостоятельная работа аспиранта по заданию преподавателя (самостоятельная работа аспирантов (соискателей) в библиотеке, в том числе электронной);

- индивидуальная самостоятельная работа аспирантов (соискателей) в команде (работа с Интернет-ресурсами, подготовка реферата, научных статей, презентаций по теме диссертационного исследования, участие в научных и практических конференциях);

- индивидуальные консультации с преподавателем (как непосредственно, так и на основе удаленного доступа).

6.7.3. Содержание самостоятельной работы аспирантов (соискателей) по дисциплине

- темы тренировочных заданий на закрепление содержания занятия, а также заданий на ознакомление с содержанием следующего занятия совпадают с темами соответствующих аудиторных занятий:

- тематика письменных работ соотносится с темами дисциплины. Формы письменных работ следующие: написание тезисов, отзывов, статей, реферата по теме диссертационного исследования; заполнение и подача заявок на гранты.

6.7.4. Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателя.

- Контроль выполнения текущей и творческой самостоятельной работы осуществляется преподавателем в соответствии с рейтинг-планом.

- Контроль выполнения творческой самостоятельной работы осуществляется преподавателем совместно с научным руководителем аспирантов (соискателей).

7. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

При освоении материала дисциплины необходимо:

- спланировать и распределить время, необходимое для изучения дисциплины;

- конкретизировать для себя план изучения материала;

- ознакомиться с объемом и характером внеаудиторной самостоятельной работы для полноценного освоения каждой из тем дисциплины.

Сценарий изучения курса:

- проработайте каждую тему по предлагаемому ниже алгоритму действий;

- регулярно выполняйте задания для самостоятельной работы, своевременно отчитывайтесь преподавателю об их выполнении;

- изучив весь материал, проверьте свой уровень усвоения содержания дисциплины и готовность к сдаче зачета/экзамена, выполнив задания и ответив самостоятельно на примерные вопросы для промежуточной аттестации.

Алгоритм работы над каждой темой:

- изучите содержание темы вначале по лекционному материалу, а затем по другим источникам;

- прочитайте дополнительную литературу из списка, предложенного преподавателем;

- выпишите в тетрадь основные понятия и категории по теме, используя лекционный материал или словари, что поможет быстро повторить материал при подготовке к промежуточной аттестации;

- составьте краткий план ответа по каждому вопросу, выносимому на обсуждение на аудиторном занятии;

- повторите определения терминов, относящихся к теме;

- продумайте примеры и иллюстрации к обсуждению вопросов по изучаемой теме;

- подберите цитаты ученых, общественных деятелей, публицистов, уместные с точки зрения обсуждаемой проблемы;

- продумывайте высказывания по темам, предложенным к аудиторным занятиям.

Рекомендации по работе с литературой:

- ознакомьтесь с аннотациями к рекомендованной литературе и определите основной метод изложения материала того или иного источника;

- составьте собственные аннотации к другим источникам, что поможет при подготовке рефератов, текстов речей, при подготовке к промежуточной аттестации;

- выберите те источники, которые наиболее подходят для изучения конкретной темы;

- проработайте содержание источника, сформулируйте собственную точку зрения на проблему с опорой на полученную информацию.

8. Методические рекомендации по процедуре оценивания сформированности компетенций

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Устный ответ на зачете.

При определении уровня достижений студентов на зачете необходимо обращать особое внимание на следующее:

- дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос;

- показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи;

- знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей;

- ответ формулируется в терминах науки, изложен грамотным литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента;

- теоретические постулаты подтверждаются примерами из практики.

При оценке достижений аспирантов необходимо обращать особое внимание на:

- усвоение программного материала;

- умение излагать программный материал научным языком;

- умение связывать теорию с практикой;

- умение отвечать на видоизмененное задание;

- владение навыками поиска, систематизации необходимых источников литературы по изучаемой проблеме;

- умение обосновывать принятые решения;

- владение навыками и приемами выполнения практических заданий;

- умение подкреплять ответ иллюстративным материалом.

Тесты

При определении уровня достижений аспирантов с помощью тестового контроля необходимо обращать особое внимание на следующее:

- оценивается полностью правильный ответ;

- преподавателем должна быть определена максимальная оценка за тест, включающий определенное количество вопросов;

- преподавателем может быть определена максимальная оценка за один вопрос теста;

- по вопросам, предусматривающим множественный выбор правильных ответов, оценка определяется исходя из максимальной оценки за один вопрос теста.

Письменная контрольная работа

Виды контрольных работ: аудиторные, домашние, текущие, экзаменационные, письменные, графические, практические, фронтальные, индивидуальные.

Система заданий письменных контрольных работ должна:

- выявлять знания студентов по определенной дисциплине (разделу дисциплины);

- выявлять понимание сущности изучаемых предметов и явлений, их закономерностей;

- выявлять умение самостоятельно делать выводы и обобщения;

- творчески использовать знания и навыки.

Требования к контрольной работе по тематическому содержанию соответствуют устному ответу.

Также контрольные работы могут включать перечень практических заданий.

Контекстная учебная задача, проблемная ситуация, ситуационная задача, кейсовое задание

При определении уровня достижений аспирантов при решении учебных практических задач необходимо обращать особое внимание на следующее:

- способность определять и принимать цели учебной задачи, самостоятельно и творчески планировать ее решение как в типичной, так и в нестандартной ситуации;
- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- точное использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы и задания;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении учебных задач;
- грамотное использование основной и дополнительной литературы;
- умение использовать современные информационные технологии для решения учебных задач, использовать научные достижения других дисциплин;
- творческая самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

Задача практического курса теоретической физики – обеспечить подготовку специалиста, владеющего методами теоретической физики как средством осуществления научной деятельности. Самостоятельный и полный курс «Квантовая теория атомов» в аспирантуре предусматривает преемственность с вузовским курсом обучения и отражает специфику аспирантского курса. Организация учебного процесса по теоретической физике предполагает максимальный учет потребностей, интересов и личностных качеств аспиранта (соискателя). Подобный подход позволяет аспиранту выступать полноправным участником процесса обучения, построенного на принципах сознательного партнерства и взаимодействия с преподавателем, что непосредственно связано с развитием языковой самостоятельности обучаемого, его творческой активности. Тематика по развитию навыков включает в себя следующие темы: научные интересы аспиранта (соискателя), узкая специальность и тема диссертационного исследования; научный руководитель, прочитанная литература по теме диссертационного исследования, и др. Совершенствование умений чтения предполагает овладение видами чтения с различной степенью полноты и точности понимания: просмотровым, ознакомительным и изучающим. При этом учащийся должен научиться изменять характер чтения в зависимости от целевой установки и сложности текста. При разработке комплексных занятий необходимо учитывать более сложные с точки зрения методики условия работы по сравнению со студенческими группами, а именно: небольшое количество часов, отводимое на обучение, огромный объем подлежащего усвоению материала; неодинаковый уровень знаний и возрастной состав поступивших в аспирантуру.

9. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Квантовая теория атомов» используется сочетание методик, которое позволяет осуществлять методическое

руководство освоением курса, активизировать креативное мышление и стимулировать результаты умственной деятельности.

В программе предусматривается использование следующих образовательных технологий:

1. Классическое практическое занятие, где предусматривается системное изложение и закрепление планового материала.
2. Диалогические тренинги
3. Ролевые игры по заданной конкретной тематике, которые предусматривают предварительную аналитическую работу и презентацию усвоенного материала
4. Решение мыслительных задач направлено на поиск выхода из создавшейся проблемной ситуации и освещение хода решения и полученных результатов по физике.
5. Case-метод позволяет осуществлять аналитическую работу на основе реальных проблемных ситуаций и принимать адекватные решения.
6. Ассоциативный метод дает возможность учащимся закрепить имеющийся активный запас, а также значительно расширить его рамки.
7. Метод денотатного графа позволяет быстро прийти к пониманию текста через ключевые понятия.
8. Опережающая самостоятельная работа аспирантов заключается в изучении определенного материала для последующей презентации при аудиторной работе.
9. Конференции стимулируют аспирантов осуществлять самостоятельный поиск интересного материала, его переработку и презентацию перед аудиторией. Вырабатывают умение слушать и понимать вопросы, реагировать в рамках ограниченного периода времени.
10. Работа в малых группах.
11. Обучающие игры (ролевые игры, имитации, деловые игры и образовательные игры).
12. Компьютерная симуляция.
13. Использование общественных ресурсов (приглашение специалиста, экскурсии).
14. Социальные проекты и другие внеаудиторные методы обучения (социальные проекты, соревнования, радио и газеты, фильмы, спектакли, выставки, представления).
15. Разминки.
16. Изучение и закрепление нового материала (работа с наглядными пособиями, видео- и аудиоматериалами).
17. Обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем (дебаты, симпозиум, конференция).
18. Разрешение проблем («Мозговой штурм»).
19. Метод Шехтера (учащийся придумывает себе имя, биографию).
20. Метод Микрофон (обсуждение проблемы по кругу).

10. Организация текущего и промежуточного контроля знаний

Цель контроля – получение информации о результатах обучения и степени их соответствия результатам обучения. Текущий контроль направлен на получение информации об уровне сформированности умений в пределах каждой темы.

Примерные вопросы/задания для текущего контроля, проводимого в письменной форме:

1. Примените теорию переходов, вызываемых возмущениями во втором порядке этой теории.

2. Проведите анализ современной публикации по теме канонических преобразований.

Проведите анализ научной публикации по соответствующей теме
Примерные вопросы/задания для текущего контроля, проводимого в устной форме:

Сделать презентацию текста по специальности

Принять участие в панельном обсуждении специальной проблемы

Сделать презентацию доклада по проблеме исследования, статьи, подготовленной для публикации

Подготовить выступление для обсуждения кейса.

Выступить в роли модератора при обсуждении кейса.

Промежуточный контроль направлен на получение информации об уровне развития продуктивных умений и сформированности навыков употребления терминологической и научной лексики, типичных для сферы научно-профессионального общения. Промежуточный контроль проводится в виде зачета.

Подготовка к зачету включает следующие этапы:

Подготовить доклад с презентацией по прочитанной литературе (реферирование проработанного материала).

Примерные вопросы к зачету (беседа с преподавателями)

1. Уравнения движения. Обобщенные координаты, принцип наименьшего действия, функция Лагранжа. Законы сохранения энергии, импульса, момента импульса.

2. Распад частиц, упругие столкновения. Сечение рассеяния частиц, формула Резерфорда.

3. Основные положения квантовой механики. Принцип неопределенности. Принцип суперпозиции. Операторы. Дискретный и непрерывный спектры. Стационарные состояния. Соотношения неопределенности Гейзенберга.

4. Спектр атома водорода. Решение уравнения Шредингера для атома водорода.

5. Спектры многоэлектронных атомов. Теория атома гелия. Периодическая система элементов.

6. Движение твердых тел. Угловая скорость, момент инерции и момент импульса твердых тел. Эйлеровы углы и уравнение Эйлера.

7. Неограниченный метод Хартри-Фока.

8. Уравнение Шредингера. Одномерное движение. Одномерный осциллятор. Квазиклассическая волновая функция. Прохождение через барьер.
9. Систематика состояния атомов в приближении $j\bar{j}$ связи.
10. Систематика спектров многоэлектронных атомов. Приближение LS связи.
11. Постоянное электромагнитное поле. Закон Кулона. Дипольный момент. Мультипольные моменты. Система зарядов во внешнем поле.
12. Систематика уровней многоэлектронных атомов. Оператор углового момента. Сложение моментов. Коэффициенты Клебша-Гордана.

Критерии оценки

В рамках изучаемой дисциплины студент демонстрирует уровни овладения компетенциями:

Повышенный уровень: знает и понимает содержание дисциплины; творчески использует знания и владеет умениями и навыками решения исследовательских и педагогических задач.

Базовый уровень: знает и понимает содержание; в достаточной степени сформированы умения применять на практике и переносить из одной научной области в другую теоретические знания; умения и навыки демонстрируются в учебной и практической деятельности; имеет навыки оценивания собственных достижений; умеет определять проблемы и потребности в конкретной области профессиональной деятельности.

Пороговый уровень: понимает содержание; имеет представление о проблемах, процессах, явлениях; знаком с терминологией, сущностью, характеристиками изучаемых явлений; демонстрирует практические умения применения знаний в конкретных ситуациях профессиональной деятельности.

Уровень ниже порогового: имеются пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, аспирант допускает многочисленные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.

Критерии оценки по дисциплине

Оценка	Показатели
Отлично (зачтено)	Аспирант самостоятельно и в полном объеме раскрывает теоретические и практические вопросы в соответствии с содержанием учебного материала по дисциплине. Владеет понятийным аппаратом дисциплины. Способен к применению знаний и умений, полученных в ходе изучения дисциплины, при решении практических задач.
Хорошо (зачтено)	Аспирант раскрывает основное содержания учебного материала. Приводит в основном правильные определения понятий дисциплины. Допускает в процессе изложения незначительные нарушения последовательности изложения, неточности при пользовании терминологии или при формулировании выводов и обобщений. Незначительные ошибки допускает при применении полученных знаний и умений в решении практических задач.
Удовлетворительно (зачтено)	Аспирантом усвоено основное содержание учебного материала на репродуктивном уровне, его изложение осуществляется фрагментарно и не всегда последовательно. Аспирант недостаточно

	использует во время ответа приобретенные в рамках изучения дисциплины знания и умения, затрудняется при формулировке выводов и обобщений. Допускает многочисленные ошибки и неточности при использовании научной терминологии и решении практических задач.
Неудовлетворительно (незачтено)	Аспирантом не раскрыто основное содержание учебного материала. Аспирант допустил многочисленные ошибки фактического характера, как в определении понятий, так и при решении практических задач.

11. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

11.1 Список литературы

а) основная литература

1. Савельев, И. В. Основы теоретической физики. В 2-х тт. Том 2. Квантовая механика : учебник для вузов / И. В. Савельев. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-9395-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/193423> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : учебное пособие : в 10 томах / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под редакцией Л. П. Питаевского. — 6-е изд., испр. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2021 — Том 3 : Квантовая механика (нерелятивистская теория) — 2021. — 800 с. — ISBN 978-5-9221-0530-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/185658> — Режим доступа: для авториз. пользователей

б) дополнительная литература

1. Алтунин, К. К. Квантовая механика : учебно-методическое пособие / К. К. Алтунин. — 2-е изд. — Москва : Директ-Медиа, 2014. — 86 с. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240551> — ISBN 978-5-4475-0324-6. — DOI 10.23681/240551. — Текст : электронный.

2. Байков, Ю. А. Квантовая механика : учебное пособие / Ю. А. Байков, В. М. Кузнецов. — 3-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 294 с. — ISBN 978-5-00101-856-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/151548> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. 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> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

11.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

<http://www.edu.ru/news/> Федеральный портал «Российское образование»
<http://pedlib.ru> Педагогическая библиотека
<http://www.ioffe.ru/index.php?go=physDB> - Тематические базы данных, архивы и каталоги по физике

11.3 Перечень информационно-справочных систем

1. Информационно-справочная система «Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки» <http://diss.rsl.ru>
2. Информационная справочная система «Справочно-правовая система “Консультант+”»: <http://www.consultant.ru>
3. Информационная справочная система «Интернет-версия справочно-правовой системы "Гарант"» (информационно-правовой портал "Гарант.ру"): <http://www.garant.ru>

11.4 Перечень современных профессиональных баз данных

1. Международная реферативная база данных Scopus (<http://www.scopus.com/>)
2. Международная реферативная база данных Web of Science (<https://clarivate.com/products/web-of-science/>)
3. Профессиональная база данных «Открытые данные Министерства образования и науки РФ» (<http://xn----8sblcdzzacvuc0jbg.xn--80abucjiibhv9a.xn--p1ai/opendata/>)
4. Профессиональная база данных «Портал открытых данных Министерства культуры Российской Федерации» (<http://opendata.mkrf.ru/>)
5. Электронная библиотечная система Znanium.com (<http://znanium.com/>)
6. Научная электронная библиотека e-library (<http://www.e-library.ru/>)

11.5 Электронные библиотечные системы

1. Электронная библиотека МГПУ (МегоПро) (<http://library.mordgpi.ru/MegaPro/Web>);
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека Онлайн» (<https://biblio-online.ru/>);
3. Электронная библиотечная система «Юрайт» (<https://biblio-online.ru/>).

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Специальное помещение для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

Лаборатория нанотехнологий (430007, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Студенческая, д. 11а, (№ 202).

Помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения

Помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения.

Основное оборудование:

Наборы демонстрационного оборудования: автоматизированное рабочее место преподавателя в составе (системный блок, монитор, фильтр, мышь, клавиатура, веб камера, документ камера, акустическая система), интерактивная доска.

Лабораторное оборудование: автоматизированные рабочие места (компьютеры, гарнитура – 5 шт.).

Учебно-наглядные пособия:

Презентации, учебные плакаты.

Лицензионное программное обеспечение:

- Microsoft Office Professional Plus 2010 – Акт на передачу прав № 51 от 12.07.2012 г.
- Microsoft Windows 7 Pro – Лицензия № 60948555 от 30.08.2012 г.
- 1С: Университет ПРОФ – Лицензионное соглашение № 10920137 от 23.03.2016 г.

Помещение для самостоятельной работы (430007, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Студенческая, д. 11а, № 112).

Помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения

Основное оборудование:

Автоматизированное рабочее место в составе (системный блок, монитор, фильтр, мышь, клавиатура, веб камера) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Учебно-наглядные пособия:

Презентации, учебные плакаты.

Лицензионное программное обеспечение:

- Microsoft Office Professional Plus 2010 – Акт на передачу прав № 51 от 12.07.2012 г.
- Microsoft Windows 7 Pro – Лицензия № 60948555 от 30.08.2012 г.
- 1С: Университет ПРОФ – Лицензионное соглашение № 10920137 от 23.03.2016 г.

Помещение для самостоятельной работы.

Читальный зал (430007, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Студенческая, д. 13, № 101).

Помещение укомплектовано специализированной мебелью и оснащено техническими средствами обучения

Основное оборудование:

Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета: автоматизированные рабочие места (компьютер – 10 шт.).

Проектор с экраном, многофункциональное устройство, принтер.

Учебно-наглядные пособия:

Учебники и учебно-методические пособия, периодические издания, справочная литература, стенды с тематическими выставками.

Лицензионное программное обеспечение:

- Microsoft Windows 7 Pro – Лицензия № 60948555 от 30.08.2012 г.
- Microsoft Office Professional Plus 2010 – Акт на передачу прав № 51 от 12.07.2012 г.

– 1С: Университет ПРОФ – Лицензионное соглашение № 10920137 от 23.03.2016 г.

Помещение для самостоятельной работы.

Читальный зал электронных ресурсов (430007, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Студенческая, д. 13, № 101Б).

Помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения.

Основное оборудование:

Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета: автоматизированные рабочие места (компьютер – 12 шт.).

Мультимедийный проектор, многофункциональное устройство, принтер.

Учебно-наглядные пособия:

Презентации, электронные диски с учебными и учебно-методическими пособиями.

Лицензионное программное обеспечение:

– Microsoft Windows 7 Pro – Лицензия № 60948555 от 30.08.2012 г.

– Microsoft Office Professional Plus 2010 – Акт на передачу прав № 51 от 12.07.2012 г.

1С: Университет ПРОФ – Лицензионное соглашение № 10920137 от 23.03.2016 г.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (430007, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Студенческая, д. 11а, № 303).

Укомплектовано специализированной мебелью (столы, стулья, шкафы с инструментами для ремонта и профилактического обслуживания учебного оборудования).