

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

28 февраля 2025 г.

подписано электронно-цифровой подписью

## Программа дисциплины

### Специальный физический практикум

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: 2025

## **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): доцент, к.н. Деминов Р.Г. (Кафедра теоретической физики, Отделение физики), Raphael.Deminov@kpfu.ru ; доцент, к.н. Соловьев О.В. (Кафедра теоретической физики, Отделение физики), Oleg.Solovyev@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-2	Способен в сфере своей профессиональной деятельности организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики;
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основные физические концепции и приближения, использующиеся в теории энергетических спектров свободного атома (иона) и атома в кристалле;

теоретические основы физики низкоразмерных структур

Должен уметь:

предсказывать качественные характеристики энергетического спектра иона переходного или редкоземельного элемента, внедренного в кристаллическую решетку;

использовать знание теоретических основ физики низкоразмерных структур при анализе различных эффектов в низкоразмерных структурах

Должен владеть:

математическим аппаратом количественного анализа спектров свободных и примесных ионов с незаполненными d и f оболочками;

навыками вычисления различных свойств низкоразмерных систем

Должен демонстрировать способность и готовность:

к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.03 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, 2 семестрах.

## **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 - 73 часа(ов), в том числе лекции - 0 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 72 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 107 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: отсутствует в 1 семестре; зачет во 2 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	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)							Само- сто- тель- ная ра- бота
			Лекции всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме		
1.	Тема 1. Классические методы расчета энергетического спектра свободного атома	1	0	0	0	0	24	0	48	
2.	Тема 2. Взаимодействие атома с внутрикристаллическим полем	1	0	0	0	0	12	0	24	
3.	Тема 3. Основные типы низкоразмерных квантовых структур. Квантовая механика простейших структур.	2	0	0	0	0	12	0	11	
4.	Тема 4. Квантовые состояния в гетероструктурах. Оптика квантовых структур.	2	0	0	0	0	12	0	12	
5.	Тема 5. Туннельные эффекты. Кулоновская блокада туннелирования.	2	0	0	0	0	12	0	12	
	Итого		0	0	0	0	72	0	107	

**4.2 Содержание дисциплины (модуля)**

**Тема 1. Классические методы расчета энергетического спектра свободного атома**

Общая картина расщепления конфигурации под действием электростатического взаимодействия электронов в приближении центрального поля. Нахождение термов многоэлектронных конфигураций: случай неэквивалентных электронов, случай эквивалентных электронов. Спин-орбитальное взаимодействие электронов, тонкая структура термов. Коэффициенты Клебша-Гордона, З-символы, их свойства. Переход от схемы полных орбитального и спинового моментов к слетеровским детерминантам. Матричные элементы одно- и двухчастичных операторов на слетеровских детерминантах. Матричные элементы электростатического взаимодействия электронов, метод диагональных сумм Слетера. Матричные элементы спин-орбитального взаимодействия электронов.

**Тема 2. Взаимодействие атома с внутрикристаллическим полем**

Модель кристаллического поля. Теоретико-групповой анализ потенциала кристаллического поля.

Теоретико-групповой анализ энергетического спектра иона переходного или редкоземельного элемента, внедренного в кристаллическую решетку. Расчет параметров кристаллического поля в модели точечных зарядов. Расчет параметров кристаллического поля в модели распределенных зарядов: биполярное разложение, модель обменных зарядов.

**Тема 3. Основные типы низкоразмерных квантовых структур. Квантовая механика простейших структур.**

Плотность состояний свободной частицы, совершающей движение в трехмерном пространстве, в двумерном пространстве и в одномерном пространстве. Решение стационарного уравнения Шредингера для частицы в одномерной прямоугольной потенциальной яме бесконечной глубины. Решение стационарного уравнения Шредингера для частицы в одномерной треугольной потенциальной яме. Решение стационарного уравнения Шредингера для электрона в квантовой нити в предположении, что потенциальная энергия имеет цилиндрическую симметрию.

**Тема 4. Квантовые состояния в гетероструктурах. Оптика квантовых структур.**

Решение стационарного уравнения Шредингера в приближении эффективной массы в простой зоне. Теория возмущений. Определение спектра (зависимость энергии от квазимпульса) с учетом введения тензора обратных эффективных масс (kp - метод). метод матрицы распространения (трансфер-матрицы). Электронный спектр и волновые функции в сверхрешетке. Коэффициент поглощения плоской электромагнитной волны в объемном полупроводнике при прямых межзонных переходах. Выражение для уровней энергии экситона большого радиуса (экситона Ванье-Мотта), находящегося в узкой (ширина много меньше эффективного боровского радиуса экситона) бесконечно глубокой прямоугольной квантовой яме.

**Тема 5. Туннельные эффекты. Кулоновская блокада туннелирования.**

Двухбарьерная структура, состоящую из прямоугольных барьеров с разными высотами и ширинами. Эффект резонансного туннелирования. Квазистационарные состояния частицы в яме между барьерами. Резонансный коэффициент прохождения. Потенциальная энергия гранулы (точки), находящейся между двумя массивными металлическими контактами (берегами). Кинетическое уравнение для вероятности  $w_n$  того, что на грануле находится  $n$  избыточных электронов. Кондактанс туннельного контакта с затвором в случае малых напряжений на контакте.

## **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 (утвержен приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996бин/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

Кочелаев Б.И. Квантовая теория (Конспект лекций) - [http://kpfu.ru/portal/docs/F1738320152/Quantum\\_Theory.pdf](http://kpfu.ru/portal/docs/F1738320152/Quantum_Theory.pdf)

Леушин А.М. "Теория оптических спектров. Часть 1 (классические методы)." - [http://kpfu.ru/portal/docs/F1651974492/tos\\_p1.pdf](http://kpfu.ru/portal/docs/F1651974492/tos_p1.pdf)

Леушин А.М. "Теория оптических спектров. Часть 2 (операторная техника)." - [http://kpfu.ru/portal/docs/F1036540171/tos\\_p2.pdf](http://kpfu.ru/portal/docs/F1036540171/tos_p2.pdf)

## **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)**

Библиотека Library Genesis - <http://gen.lib.rus.ec>

Методические материалы кафедры теоретической физики КФУ -  
<http://kpfu.ru/physics/struktura/kafedry/kafedra-teoreticheskoy-fiziki/metodicheskie-materialy>

МФТИ / Кафедра теоретической физики / Библиотека / Учебно-м - <http://theorphys.mipt.ru/biblio/metodichki.html>

Электронная библиотека механико-математического факультета МГУ - <http://lib.mexmat.ru/>

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

<b>Вид работ</b>	<b>Методические рекомендации</b>
лабораторные работы	<p>Вариант задания выдается преподавателем, проводящим лабораторные занятия, он же принимает лабораторную работу. Каждая лабораторная работа оценивается определенным количеством баллов в соответствии с регламентом балльно-рейтинговой системы. Выполнение лабораторной работы следует начать с изучения теоретических сведений. Лабораторная работа считается выполненной, если предоставлен отчет о результатах выполнения задания и проведена защита проделанной работы. Каждый отчет должен содержать: 1. Заголовок лабораторной работы (название и цель работы). 2. Задание к лабораторной работе. 3. Краткие теоретические сведения. 4. Описание последовательности действий, произведенных при выполнении работы (ход работы). 5. Результаты выполнения лабораторной работы (в электронном варианте или распечатанные).</p> <p>Защита проводится в два этапа:</p> <p>1) Демонстрируются результаты выполнения задания. В случае лабораторной работы, предусматривающей разработку программного приложения, при помощи тестового примера доказывается, что результат, получаемый при выполнении программы, правильный.</p> <p>2) Необходимо ответить на ряд вопросов преподавателя, которые должны прояснить степень самостоятельности и понимания выполнения данной работы.</p>
самостоятельная работа	<p>В самостоятельной работе студента можно выделить несколько составляющих.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Самостоятельное изучение теоретического материала. Если часть теоретического материала отведена на самостоятельное изучение, то необходимо приступить к этому незамедлительно после указания преподавателя и освоить материал в отведенные им сроки. Материал следует изучить по доступным письменным и электронным источникам, о которых сообщит преподаватель.</li><li>- Самостоятельная работа студентов над лабораторными заданиями. При возникновении трудностей рекомендуется проконсультироваться у своих одногруппников или сокурсников, приветствуется совместный поиск решений. Также можно обратиться за помощью к преподавателю. Пропустив какое-либо занятие, студенту следует скопировать решение разобранных на занятии заданий из тетрадей одногруппников; разобрать их решение, решить их самостоятельно.</li></ul>

Вид работ	Методические рекомендации
зачет	<p>.Залогом успешной сдачи зачета являются систематические, добросовестные занятия студента в течение семестра. Однако это не отменяет необходимости специальной работы перед зачетной сессией. Специфической задачей работы студента в период зачетной сессии являются повторение, обобщение и систематизация всего материала, который изучен в течение семестра. Начинать повторение рекомендуется за месяц-полгода до начала сессии.</p> <p>В основу повторения должна быть положена только программа. Не следует повторять ни по билетам, ни по контрольным вопросам. Повторение по билетам нарушает систему знаний и ведет к механическому заучиванию. Повторение по различного рода контрольным вопросам приводит к пропускам и пробелам в знаниях и к недоработке иногда весьма важных разделов программы. Повторение - процесс индивидуальный; каждый студент повторяет то, что для него трудно, неясно, забыто. Поэтому, прежде чем приступить к повторению, рекомендуется сначала внимательно посмотреть программу, установить наиболее трудные, наименее усвоенные разделы и выписать их на отдельном листе.</p> <p>В процессе повторения анализируются и систематизируются все знания, накопленные при изучении программного материала: данные учебника, записи лекций, конспекты прочитанных книг, заметки, сделанные во время консультаций или семинаров, и др. Ни в коем случае нельзя ограничиваться только одним конспектом, а тем более, чужими записями. Всякого рода записи и конспекты - вещи сугубо индивидуальные, понятные только автору. Готовясь по чужим записям, легко можно впасть в очень грубые ошибки. Само повторение рекомендуется вести по темам программы и по главам учебника. Закончив работу над темой (главой), необходимо ответить на вопросы учебника или выполнить задания, а самое лучшее - воспроизвести весь материал. Консультации, которые проводятся для студентов в период экзаменационной сессии, необходимо использовать для углубления знаний, для восполнения пробелов и для разрешения всех возникших трудностей. Без тщательного самостоятельного продумывания материала беседа с консультантом неизбежно будет носить 'общий', поверхностный характер и не принесет нужного результата.</p>

## **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.03 Специальный физический практикум*

**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: 2025

**Основная литература:**

1. Фриш, С. Э. Оптические спектры атомов : учебное пособие / С. Э. Фриш. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 640 с. - ISBN 978-5-8114-1143-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210515> (дата обращения: 15.12.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Борисенко, В. Е. Наноэлектроника: теория и практика : учебник / В. Е. Борисенко, А. И. Воробьев, Е. А. Уткина. - 7-е изд. (эл.). - Москва : Лаборатория знаний, 2025. - 369 с. - ISBN 978-5-93208-770-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/451532> (дата обращения: 25.01.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Основы нанотехнологии: учебник / Н. Т. Кузнецов, В. М. Новоторцев, В. А. Жабрев, В. И. Марголин ; художник И. Е. Марев. - 3-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 400 с. - ISBN 978-5-906828-26-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/176415> (дата обращения: 15.12.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей

**Дополнительная литература:**

1. Щука, А. А. Наноэлектроника : учебное пособие / А. А. Щука. - 6-е эл.изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2024. - 345 с. - ISBN 978-5-93208-768-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/458279> (дата обращения: 15.12.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Знаменский, Н. В. Спектры и динамика оптических переходов редкоземельных ионов в кристаллах : монография / Н. В. Знаменский, Ю. В. Малюкин. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 192 с. - ISBN 978-5-9221-0947-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59511> (дата обращения: 15.12.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Хамермеш, М. Теория групп и ее применение к физическим проблемам: перевод с английского / М. Хамермеш; Пер. Ю. А. Данилова. - Издание 3-е. - Москва: Либроком, 2010. - 584 с. (54 экз. в библиотеке КФУ).

*Приложение 3*  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
*Б1.О.03 Специальный физический практикум*

**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: 2025

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.