

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

Общий физический практикум

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика  
Профиль подготовки: Физика квантовых систем и квантовые технологии  
Квалификация выпускника: бакалавр  
Форма обучения: очное  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2022

## 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. Недопекин О.В. (Кафедра общей физики, Отделение физики), Oleg.Nedopekin@kpfu.ru ; доцент, к.н. (доцент) Скворцов А.И. (Кафедра общей физики, Отделение физики), anivskvor@gmail.com ; первый проректор - проректор по научной деятельности Таурский Д.А. (Ректорат, КФУ), Dmitry.Tayurskii@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 проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- принципы построения экспериментальных установок для исследования физических явлений;
- принципы использования компьютерной техники в экспериментальных установках;
- идеи экспериментов и экспериментальные схемы установок по определению фундаментальных констант и экспериментальному доказательству физических законов;
- основы обработки результатов измерений, в том числе , с использованием компьютера;

Должен уметь:

- самостоятельно ставить и решать экспериментальные задачи;
- пользоваться стандартными измерительными приборами;
- сопоставлять экспериментально полученные данные с установленными физическими законами;
- строить модели проводимых экспериментов;
- использовать компьютер как средство сбора, обработки и хранения экспериментальной информации;
- составлять отчеты об экспериментальных исследованиях.

Должен владеть:

- основными навыками экспериментального исследования физических явлений.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- грамотно проводить физические эксперименты,
- применять полученные знания на практике.

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.19 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.03.02 "Физика (Физика квантовых систем и квантовые технологии)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 1, 2, 3 курсах в 1, 2, 3, 4, 5, 6 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 12 зачетных(ые) единиц(ы) на 432 часа(ов).

Контактная работа - 256 часа(ов), в том числе лекции - 0 часа(ов), практические занятия - 96 часа(ов), лабораторные работы - 160 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 176 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет с оценкой в 1 семестре; зачет с оценкой во 2 семестре; зачет с оценкой в 3 семестре; зачет с оценкой в 4 семестре; зачет с оценкой в 5 семестре; зачет с оценкой в 6 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- стоя- 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. Методы оценки случайных погрешностей Техника простейших измерений	1	0	0	1	0	1	0	3
2.	Тема 2. Кинематика материальной точки	1	0	0	2	0	2	0	3
3.	Тема 3. Кинематика твёрдого тела	1	0	0	1	0	1	0	2
4.	Тема 4. Динамика материальной точки	1	0	0	4	0	3	0	3
5.	Тема 5. Динамика твёрдого тела	1	0	0	4	0	4	0	3
6.	Тема 6. Законы сохранения импульса, механической энергии, момента импульса	1	0	0	4	0	4	0	3
7.	Тема 7. Механические колебания	1	0	0	3	0	4	0	3
8.	Тема 8. Механика упругих сред	1	0	0	2	0	2	0	2
9.	Тема 9. Волны в упругих средах	1	0	0	3	0	3	0	2
10.	Тема 10. Свойства газов. Молекулярно - кинетическая теория	2	0	0	6	0	6	0	6
11.	Тема 11. Процессы переноса	2	0	0	6	0	6	0	6
12.	Тема 12. Тепловые машины. Законы термодинамики	2	0	0	6	0	6	0	6
13.	Тема 13. Свойства конденсированного состояния. Фазовые переходы	2	0	0	6	0	6	0	6
14.	Тема 14. Постоянный электрический ток. Электрические измерения	3	0	0	4	0	4	0	3
15.	Тема 15. Электростатика	3	0	0	3	0	3	0	4
16.	Тема 16. Магнитостатика	3	0	0	3	0	3	0	3
17.	Тема 17. Электромагнитная индукция	3	0	0	3	0	3	0	3
18.	Тема 18. Цепи переменного тока	3	0	0	3	0	3	0	3
19.	Тема 19. Нелинейные элементы электрических цепей	3	0	0	4	0	4	0	2
20.	Тема 20. Электромагнитные свойства веществ	3	0	0	2	0	2	0	3
21.	Тема 21. Электромагнитные колебания и волны	3	0	0	2	0	2	0	3
22.	Тема 22. Геометрическая оптика	4	0	0	4	0	4	0	3
23.	Тема 23. Распространение света в изотропных средах. Дисперсия света	4	0	0	2	0	2	0	3
24.	Тема 24. Излучение света	4	0	0	3	0	3	0	3
25.	Тема 25. Отражение и преломление света на границе двух диэлектриков	4	0	0	2	0	2	0	4
26.	Тема 26. Интерференция света	4	0	0	4	0	4	0	4
27.	Тема 27. Дифракция света	4	0	0	6	0	6	0	4

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная рабо- та
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
28.	Тема 28. Распространение света в анизотропных средах	4	0	0	3	0	3	0	3
29.	Тема 29. Спектры атомов	5	0	0	0	0	20	0	18
30.	Тема 30. Фундаментальные эксперименты атомной физики	5	0	0	0	0	12	0	22
31.	Тема 31. Фундаментальные эксперименты ядерной физики	6	0	0	0	0	4	0	16
32.	Тема 32. Ослабление альфа-, бета- и гамма-излучения веществом	6	0	0	0	0	6	0	6
33.	Тема 33. Альфа-спектроскопия	6	0	0	0	0	6	0	6
34.	Тема 34. Бета-спектроскопия	6	0	0	0	0	8	0	6
35.	Тема 35. Гамма-спектроскопия	6	0	0	0	0	8	0	6
	Итого		0	0	96	0	160	0	176

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Методы оценки случайных погрешностей Техника простейших измерений

Понятие о погрешностях, классификация погрешностей эксперимента. Среднее значение распределения, дисперсия. Оценка погрешностей прямых и косвенных измерений; Измерение расстояний с помощью штангенциркуля; Измерение расстояний с помощью микрометра; Определение объема и плотности твердых тел

##### Тема 2. Кинематика материальной точки

Разложение движения материальной точки на три прямолинейных движения. Связи между кинематическими характеристиками. Изучение равноускоренного движения на линейном воздушном треке с изменением направления движения на обратное; Изучение двумерного движения на воздушном столе; Криволинейное движение при воздействии центральной силы;

##### Тема 3. Кинематика твёрдого тела

Кинематика вращения: Определения векторов бесконечно малого угла поворота, угловой скорости и углового ускорения; связи между кинематическими характеристиками вращения для случая равноускоренного вращения. Методика измерения углов поворота углового ускорения и угловой скорости Проверка кинематических соотношений от времени для вращательного движения;

##### Тема 4. Динамика материальной точки

Измерение компонент сил, параллельных и перпендикулярных наклонной плоскости; Определение коэффициента трения покоя на наклонной плоскости; Трение покоя, скольжения, качения; Проверка первого и второго законов Ньютона для прямолинейного движения; Третий закон Ньютона и законы удара ; Криволинейное движение при воздействии центральной силы Криволинейное движение двух упруго связанных тел;

##### Тема 5. Динамика твёрдого тела

Суперпозиция поступательного и вращательного движения твердого тела; Прецессия гироскопа; Нутация гироскопа; Момент инерции тел различной формы; Проверка теоремы Штейнера; Определение момента и тензора инерции; Проверка уравнения динамики вращательного движения на приборе Обербека

##### Тема 6. Законы сохранения импульса, механической энергии, момента импульса

Кинетическая энергия тела, движущегося равноускоренно; Упругий удар в двух координатах; Энергия и импульс при упругом ударе; Энергия и импульс при неупругом ударе; Реактивное движение: закон сохранения импульса и третий закон Ньютона; Сохранение момента импульса в случае упругого удара при вращении; Сохранение момента импульса в случае неупругого удара при вращении;

#### **Тема 7. Механические колебания**

Колебания пружинного маятника; Определение зависимости периода колебаний пружинного маятника от массы груза; Вынужденные гармонические и хаотические крутильные колебания; Свободные крутильные колебания; Резонанс; Связанные маятники; Определение ускорения свободного падения с помощью оборотного маятника; Определение ускорения свободного падения с помощью математического маятника; Измерение гравитационной постоянной с помощью крутильных весов Кавендиша;

#### **Тема 8. Механика упругих сред**

Виды деформаций. Меры деформаций сжатия-растяжения и сдвига. Упругие и неупругие деформации. Методы измерения модуля Юнга, модуля сдвига, коэффициента Пуассона. Связь модуля Юнга и модуля сдвига. Теоретические ограничения на коэффициент Пуассона. Исследование упругого и пластичного расширения металлической проволоки

#### **Тема 9. Волны в упругих средах**

Генерация круговых и линейных водяных волн; Принцип Гюйгенса применительно к водяным волнам; Распространение волн на поверхности воды при двух различных глубинах; Преломление волн на поверхности воды; Эффект Доплера для волн на поверхности воды; Отражение волн на поверхности воды от плоского препятствия; Отражение волн на поверхности воды от изогнутых препятствий; Двухлучевая интерференция волн на поверхности воды; Дифракция волн на поверхности воды на кратной щели; Стоячие волн на поверхности воды перед отражающим барьером; Акустические биения; Фурье-анализ звуков; Изучение быстрых трансформаций Фурье: моделирование Фурье-анализа и Фурье-синтеза; Определение зависимости частоты колебаний струны от ее длины и натяжения; Определение длины волны стоячих звуковых волн; Определение скорости звука в твердых телах; Изучение эффекта Доплера для ультразвуковых волн;

#### **Тема 10. Свойства газов. Молекулярно - кинетическая теория**

Изучение броуновского движения; Измерение вязкости газа; Определение кинематических характеристик молекул газа; Зависимость температуры газа от объема при постоянном давлении (закон Гей-Люссака); Зависимость давления газа от объема при постоянной температуре (закон Бойля-Мариотта); Зависимость температуры газа от давления при постоянном объеме (закон Амонтона); Определение показателя адиабаты разных газов резонансным методом; Измерение коэффициента Пуассона и изохорической теплоемкости воздуха; Определение скорости звука в газах ; Определение зависимости скорости звука в воздухе от температуры; Исследование эффекта Джоуля-Томсона для различных газов; Водоструйный вакуумный насос;

#### **Тема 11. Процессы переноса**

Определение теплопроводности строительных материалов методом единичной пластины; Определение теплопроводности строительных материалов с помощью эталона с известной теплопроводностью; Ослабление флуктуаций температуры с использованием многослойных стенок; Определение вязкости жидкости методом Стокса; Исследование зависимости вязкости жидкости от температуры и концентрации; Измерение зависимости вязкости раствора сахара от концентрации;

#### **Тема 12. Тепловые машины. Законы термодинамики**

Превращение механической энергии в теплоту Превращение электрической энергии в теплоту Фрикционные потери в двигателе на нагретом воздухе (тепловые измерения) Определение эффективности двигателя на нагретом воздухе как теплового двигателя Определение эффективности двигателя на нагретом воздухе как холодильника рV диаграмма двигателя на нагретом воздухе Определение зависимости эффективности теплового насоса от разности температур Изучение функции расширительного клапана теплового насоса Анализ циклических процессов в тепловом насосе с помощью диаграммы Мол

#### **Тема 13. Свойства конденсированного состояния. Фазовые переходы**

Измерение поверхностного натяжения методом отрыва; Определение коэффициента объемного расширения жидкостей; Исследование зависимости линейного расширения твердых тел от температуры; Определение удельной теплоемкости твердых тел; Определение удельной теплоты парообразования воды; Определение удельной теплоты плавления льда; Наблюдение фазового перехода жидкость-газ в критической точке; Запись кривой упругости водяного пара - Давление до 1 бара; Повышение точки кипения воды; Понижение точки замерзания воды; Исследование зависимости давления насыщенного пара воды от температуры; Наблюдение тройной точки азота; Исследование фазовых переходов методом ДТА

#### **Тема 14. Постоянный электрический ток. Электрические измерения**

Проверка закона Ома и измерение удельного сопротивления; Определение внутреннего сопротивления батарейки; Правила Кирхгофа как следствие термодинамического равновесия; Делитель напряжения; Амперметр как омическое сопротивление в цепи; Вольтметр как омическое сопротивление в цепи; Источники тока и источники напряжения

#### **Тема 15. Электростатика**

Исследование эквипотенциальных поверхностей в электролитической ванне; Проверка закона Кулона; Измерение напряжённости электрического поля внутри плоского конденсатора; Определение величины элементарного электрического заряда по методике Милликена; Измерение силы взаимодействия между заряженными телами;

#### **Тема 16. Магнитостатика**

Измерение индукции магнитного поля катушки индуктивности без сердечника; Изучение силы взаимодействия проводников с током; Измерение силы, действующей на проводник с током в однородном магнитном поле электромагнита; Измерение силы, действующей на проводник с током в однородном магнитном поле соленоида; Определение удельного заряда электрона;

#### **Тема 17. Электромагнитная индукция**

Генерация ЭДС индукции в проводящей катушке с помощью постоянного магнита; Измерение ЭДС индукции в катушке, помещенной в изменяющееся магнитное поле; Измерение ЭДС индукции в проводящей рамке, движущейся в магнитном поле; Измерение индукции магнитного поля Земли методом вращающейся индукционной катушки;

#### **Тема 18. Цепи переменного тока**

Зарядка и разрядка конденсатора при включении и выключении постоянного тока; Определение емкостного сопротивления конденсатора в цепи переменного тока; Переходные процессы в катушке индуктивности при включении и выключении постоянного тока; Определение индуктивного сопротивления катушки индуктивности в цепи переменного тока; Определение импеданса в цепях с конденсаторами и омическими сопротивлениями; Определение импеданса в цепях с катушками индуктивности и омическими сопротивлениями; Определение импеданса в цепях с конденсаторами и катушками индуктивности; Преобразование тока и напряжения в трансформаторе; Преобразование напряжения в трансформаторе под нагрузкой;

#### **Тема 19. Нелинейные элементы электрических цепей**

Изучение вольт-амперной характеристики вакуумного диода; Изучение вольт-амперной характеристики лампы накаливания; Исследование вольт-амперных характеристик полупроводниковых диодов; Исследование вольт-амперных характеристик биполярного транзистора; Исследование вольт-амперных характеристик полевого транзистора;

#### **Тема 20. Электромагнитные свойства веществ**

Определение постоянной Фарадея; Эффект Зеебека. Определение термо-ЭДС как функции разности температур; Разделение проводящих веществ на проводники и полу проводники. Измерение температурной зависимости сопротивления металлов; Измерение температурной зависимости сопротивления полупроводников; Изучение процессов намагничивания;

#### **Тема 21. Электромагнитные колебания и волны**

Колебательный контур. Уравнение осциллятора для колебательного контура.

Свободные электромагнитные колебания; Поддержание электромагнитных колебаний посредством индуктивного трехточечного соединения методом Хартли Изучение распространения электромагнитных волн дециметрового диапазона в двухпроводной линии;

#### **Тема 22. Геометрическая оптика**

Изучение хода лучей и определение фокусного расстояния тонкой линзы; Изучение хода лучей в прямоугольной призме; Изучение хода лучей в выпукло-вогнутом сферическом зеркале; Изучение хода лучей в плоскопараллельной пластинке и определение показателя преломления стекла; Определение линейных размеров и площадей объектов с помощью микроскопа; Определение коэффициента преломления стеклянной пластинки; Измерение показателей преломления растворов глицерина и определение неизвестной концентрации; Определение  $f$  собирающей линзы; Определение  $f$  собирающих линз методом Бесселя; Определение  $f$  собирающей линзы автоколлимационным методом; Определение  $f$  рассеивающей линзы; Определение  $f$  собирающей и рассеивающей линз с помощью параллельных пучков света; Определение положений главных оптических плоскостей и фокусов оптической системы, состоящей из двух линз;

#### **Тема 23. Распространение света в изотропных средах. Дисперсия света**

Определение преломляющего угла призмы; Определение показателя преломления и дисперсии материала призмы; Определение показателя преломления жидкости; Определение показателей преломления воды и акрилового стекла с помощью лазерного дальномера; Определение показателя преломления призмы; Идентификация растворов по спектрам поглощения; Проверка закона Бугера-Ламберта-Бера; Определение неизвестной концентрации раствора; Регистрация спектра излучения Солнца и отнесение фраунгоферовых линий к химическим элементам; Сопоставление спектра Солнца со спектром излучения Na;

#### **Тема 24. Излучение света**

Фотометрические характеристики света: сила света, яркость, светимость, освещённость. Точечный и ламбертов источники. Световые и энергетические единицы фотометрических величин Изучение зависимости освещенности от расстояния до источника; Сборка установки и получение зависимости мощности, излучаемой телом, от его температуры;

#### **Тема 25. Отражение и преломление света на границе двух диэлектриков**

Сборка и юстировка оптической схемы для изучения зависимости коэффициента отражения от угла падения и поляризации падающего излучения; Исследование зависимости коэффициента отражения от угла падения и поляризации падающего света; Определение показателя преломления пластинки; Определение степени поляризации естественного света, отраженного от стеклянной пластинки;

#### **Тема 26. Интерференция света**

Определение расстояния между когерентными источниками; Определение длины волны лазерного излучения; Юстировка оптической схемы ?Зеркало Ллойда? и наблюдение интерференционной картины; Сборка установки для наблюдения колец Ньютона в схемах ?на просвет? и ?отражение? Наблюдение колец Ньютона в белом и монохроматическом свете; Определение радиуса кривизны линзы в устройстве ?Кольца Ньютона? Определение длины волны излучения натриевой лампы; Сборка и юстировка установки для наблюдения интерференции сферических волн; Наблюдение изменений интерференционной картины при изменении температуры воздуха и расстояния между когерентными источниками; Определение длины волны излучения лазера; Определение спектральных характеристик интерференционных светофильтров (нормальное падение); Анализ зависимостей интерференционных светофильтров от угла падения.

#### **Тема 27. Дифракция света**

Сборка установки для наблюдения дифракции на щели Анализ дифракционной картины с помощью системы VideoCom Определение зависимости расстояния до n-ого минимума от его порядка Определение ширины щели по дифракционной картине Сборка и юстировка установки для наблюдения дифракции на периодических структурах. Наблюдение дифракционных картин от одномерных решеток с различным периодом Определение длины волны излучения лазера Определение периода дифракционной решетки Определение диапазонов углов дифракции в спектрах различных порядков Определение длин волн наблюдаемого излучения Определение угловой дисперсии и разрешающей способности дифракционной решетки Визуальное наблюдение фокусировки световой волны ФЗП. Определение радиусов зон Френеля ФЗП Регистрация спектра излучения неона при различных положениях ФЗП.

#### **Тема 28. Распространение света в анизотропных средах**

Изучение зависимости интенсивности света от угла между поляризаторами; Проверка закона Малюса; Определение главных направлений кристаллической пластинки Получение и исследование поляризованного света с помощью кристаллической пластинки  $\lambda/4$ ; Получение и исследование поляризованного света с помощью пластинки  $\lambda/2$ ; Наблюдение и измерение зависимости угла вращения плоскости поляризации от  $\lambda$ ; Определение удельной постоянной вращения раствора сахара; Исследование зависимости постоянной вращения раствора сахара от  $\lambda$ ; Проверка закона Био; Калибровка магнитного поля; Исследование зависимости угла поворота плоскости поляризации от величины индукции магнитного поля;

#### **Тема 29. Спектры атомов**

Определение длин волн  $H\alpha$ ,  $H\beta$ ,  $H\gamma$  по водородным линиям серии Бальмера; Юстировка оптических спектрометров. Наблюдение расщепления Бальмеровской серии линий спектра дейтерия (изотопное расщепление); Визуализация спектральных линий инертных газов и паров металлов ; Количественное изучение спектра поглощения натрия;

#### **Тема 30. Фундаментальные эксперименты атомной физики**

Определение постоянной Планка с использованием интерференционных фильтров; Опыт Франка-Герца с ртутью; Опыт Франка-Герца с неоном; Наблюдение нормального эффекта Зеемана в поперечной и продольной конфигурации - спектроскопия с использованием эталона Фабри-Перо ; Измерение зависимости расщепления красной линии кадмия от величины магнитного поля - спектроскопия с использованием эталона Фабри-Перо;

#### **Тема 31. Фундаментальные эксперименты ядерной физики**

Статистические отклонения при измерении скоростей счета; Количественное изучение эффекта Комптона в гамма-диапазоне; Рассеяние Резерфорда: измерение зависимости скорости рассеяния от угла и атомного номера; Экспериментальные подтверждения капельной оболочечной и коллективной моделей ядра. Экспериментальные подтверждения кварковой структуры нуклонов

#### **Тема 32. Ослабление альфа-, бета- и гамма-излучения веществом**

Ослабление излучения в веществе; Рассеяние радиоизлучения разных видов; Проверка зависимости ослабления бета-излучения от расстояния; Поглощение гамма-излучения веществом; Характеристики среды, определяющие эффективность поглощения альфа, бета и гамма-квантов и их измерение. Виды защиты от радиоизлучений

#### **Тема 33. Альфа-спектроскопия**

Альфа-спектроскопия радиоактивных образцов; Устройство спектрометра Определение потери энергии альфа-излучения в воздухе; Определение потери энергии альфа-излучения в алюминии и золоте; Определение возраста с использованием образца радия-226; Запись характеристики счетной трубки Гейгера-Мюллера с торцевым окошком;

#### **Тема 34. Бета-спектроскопия**

Регистрация бета-излучения с помощью сцинтилляционного счетчика; Спектрометр бета-излучения; Оже-электроны. Оже спектрометр. Сканирование свойств приповерхностных слоёв твёрдых тел методом оже-спектроскопии. Бета-радиоактивные материалы, нормативы их использования Синхронность и g-g угловая корреляция при бета-распаде;

#### **Тема 35. Гамма-спектроскопия**



Обнаружение гамма-излучения с помощью счетчика Гейгера; Обнаружение гамма-излучения с помощью сцинтилляционного счетчика; Эффективность счёта гамма-лучей Принцип работы гамма- спектрометра; Запись и калибровка гамма-спектра; Поглощение гамма-излучения; Обнаружение и оценка активности радиоактивных образцов;

##### **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 №14-55-99бин/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

Интернет-портал образовательных ресурсов КФУ - <http://www.kfu-elearning.ru/>

Электронная библиотека издательства "Лань" - <https://e.lanbook.com/books>

Электронный учебник по физике ИФ КФУ - <https://yadi.sk/d/9P0D8uCUjR3k6>

##### **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 планируемому результату 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)**

Видеолекции по физике от МИТ - <http://ocw.mit.edu/courses/physics/>

Коллекция цифровых образовательных ресурсов - <http://school-collection.edu.ru/>

Пакет прикладных программ фирмы Lleybold Didaktik - <http://www.leybold-shop.com/>

Федеральный портал - [http://www.edu.ru/db/portal/sites/res\\_page.htm](http://www.edu.ru/db/portal/sites/res_page.htm)

Фишман А.И., Скворцов А.И., Даминов Р.В. Физические эксперименты, мультимедийное учебное пособие. М: NMG, 2008, DVD-диск - <https://yadi.sk/d/tPKxrVruYT8Hr>

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

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	На практических занятиях в контакте с преподавателем вырабатывается чёткое понимание задачи, техники постановки и значения конкретных физических экспериментов. Необходимым условием для общения с преподавателем является подготовленный отчёт о выполненных экспериментах. Его форма и объём уточняются преподавателем.
лабораторные работы	Требуется проводить эксперименты и их обработку строго в соответствии с методическими рекомендациями к работам. Настоятельно рекомендуется пользоваться при постановке экспериментов, обработке данных и оформлении отчётов собственным компьютером (ноутбуком). Специализированное программное обеспечение LD (см пункт ) лицензировано для студентов КФУ.
самостоятельная работа	Цель самостоятельной работы - подготовка к обсуждению результатов экспериментов с преподавателем в ходе практических занятий. При подготовке отчётов, кроме сведений о выполненном эксперименте требуется самостоятельно проработать соответствующий теоретический материал, для того, чтобы лучше понять особенности эксперимента и его место в общей структуре знаний. Самостоятельную проработку теоретического материала следует начинать с 'Электронного учебника ИФ КФУ'. Углублённое проникновение в тему достигается путём дополнительного использования книг из набора 'Основная литература'.
зачет с оценкой	При подготовке к зачёту требуется систематизировать знания, полученные при выполнении лабораторных работ и подготовке отчётов о них. Для этого объедините отчёты по темам, выделяя в них общие и отличающиеся моменты, касающиеся используемых определений, физических законов, идей экспериментов и инструментальной базы.

**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.

Компьютерный класс.

Специализированная лаборатория.

Специализированная лаборатория.

## **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 03.03.02 "Физика" и профилю подготовки "Физика квантовых систем и квантовые технологии".

### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика квантовых систем и квантовые технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

#### Основная литература:

##### I. семестр

1.1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики: учебное пособие: в 5 томах / Д. В. Сивухин. - 6-е изд., стереот. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2020 - Том 1: Механика - 2020. - 560 с. - ISBN 978-5-9221-1512-4. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/185713> (дата обращения: 11.09.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

1.2 Хайкин, С. Э. Физические основы механики: учебное пособие / С. Э. Хайкин. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 768 с. - ISBN 978-5-8114-0895-5. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210170> (дата обращения: 11.09.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

1.3 Иродов, И. Е. Механика. Основные законы: учебное пособие / И. Е. Иродов; художник Н. А. Лозинская. - 15-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2021. - 312 с. - ISBN 978-5-93208-519-6. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/172250> (дата обращения: 11.09.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

##### II. семестр

4.1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики: учебное пособие: в 5 томах / Д. В. Сивухин. - 6-е изд., стереот. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2021 - Том 2: Термодинамика и молекулярная физика - 2021. - 544 с. - ISBN 978-5-9221-1514-8. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/185719> (дата обращения: 11.09.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

4.2 Кикоин, А. К. Молекулярная физика: учебное пособие / А. К. Кикоин, И. К. Кикоин. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 480 с. - ISBN 978-5-8114-0737-8. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210119> (дата обращения: 11.09.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

4.3. Основания молекулярно-кинетической теории. Законы идеального газа : методические указания по выполнению лабораторных работ общего физического практикума по молекулярной физике и термодинамике / [Ю. А. Захаров и др.]; Казан. федер. ун-т, Ин-т физики, Каф. общей физики. - Электронные данные (1 файл: 0,94 Мб). - (Казань : Казанский федеральный университет, 2014). - Загл. с экрана. - Для 1-го, 2-го и 3-го семестров. - Вых. дан. ориг. печ. изд.: Казань, 2014. - Текст: электронный. - URL: [http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06\\_040\\_000711.pdf](http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06_040_000711.pdf) (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: открытый.

4.4. Фазовые переходы. Второе начало термодинамики : методические указания по выполнению лабораторных работ общего физического практикума по молекулярной физике и термодинамике / [Р. М. Еремина и др.]; Казан. федер. ун-т, Ин-т физики, Каф. общ. физики. - Электронные данные (1 файл: 1,28 Мб). - (Казань : Казанский федеральный университет, 2014). - Загл. с экрана. - Для 1-го, 2-го и 3-го семестров. - Вых. дан. ориг. печ. изд.: Казань, 2014. - Текст: электронный. - URL: [http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06\\_040\\_000712.pdf](http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06_040_000712.pdf) (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: открытый.

4.5. Экспериментальные задачи общего физического практикума по молекулярной физике и термодинамике. Процессы переноса. Жидкости и твердые тела : методическое пособие / Казан. федер. ун-т, Ин-т физики, Каф. общ. физики ; [сост.] Р. М. Ерёмина, А. И. Скворцов, А. А. Мутыгуллина, О. Б. Салихова, Д. С. Блохин .- Электронные данные (1 файл: 0,83 Мб) .- (Казань : Казанский федеральный университет, 2015) .- Загл. с экрана .- Для 1-го, 2-го, 3-го и 4-го семестров .- Вых. дан. ориг. печ. изд.: Казань, 2015 .- Текст: электронный. - URL: [http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06\\_40\\_A5-000962.pdf](http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06_40_A5-000962.pdf) (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: открытый .

### III. семестр

3.1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики: учебное пособие: в 5 томах / Д. В. Сивухин. - 6-е изд., стереот. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2020 - Том 3: Электричество - 2020. - 565 с. - ISBN 978-5-9221-1643-5. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/185725> (дата обращения: 11.09.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

3.2. Иродов, И. Е. Электромагнетизм. Основные законы: учебное пособие / И. Е. Иродов ; художник Н. А. Лозинская. - 12-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2021. - 322 с. - ISBN 978-5-93208-520-2. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/172251> (дата обращения: 11.09.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

### IV. семестр

4.1. Бутиков, Е. И. Оптика: учебное пособие / Е. И. Бутиков. - 3-е изд., доп. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 608 с. - ISBN 978-5-8114-1190-0. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210761> (дата обращения: 11.09.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

4.2. Ландсберг, Г. С. Оптика: учебное пособие / Г. С. Ландсберг. - 7-е изд., стереот. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2021. - 852 с. - ISBN 978-5-9221-1742-5. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/185678> (дата обращения: 11.09.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

4.3. Экспериментальные задачи общего физического практикума по оптике. Поляризация света: методическое пособие / Н. И. Монахова, Е. А. Филиппова, А. И. Фишман ; Казан. федер. ун-т, Ин-т физики, Каф. общ. физики .- Электронные данные (1 файл: 1,01 Мб) .- (Казань : Казанский федеральный университет, 2015) .- Загл. с экрана .- Для 1-го, 2-го, 3-го и 4-го семестров .- Вых. дан. ориг. печ. изд.: Казань, 2012 .- Текст: электронный. - URL : [http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06\\_40\\_000990.pdf](http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06_40_000990.pdf) (дата обращения: 21.04.2020) .- Режим доступа: открытый .

4.4. Монахова Н.И. Экспериментальные задачи общего физического практикума по оптике. Геометрическая оптика : методическое пособие / Н. И. Монахова, Е. А. Филиппова, А. И. Фишман ; Казан. федер. ун-т, Ин-т физики, Каф. общ. физики .- Электронные данные (1 файл: 0,87 Мб) .- (Казань : Казанский федеральный университет, 2015) .- Загл. с экрана .- Для 1-го, 2-го, 3-го и 4-го семестров .- Вых. дан. ориг. печ. изд.: Казань, 2012 .- Текст: электронный. - URL [http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06\\_40\\_000991.pdf](http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06_40_000991.pdf) (дата обращения: 21.04.2020) - Режим доступа: открытый.

### V. семестр

5.1. Шпольский, Э. В. Атомная физика: учебник: в 2 томах / Э. В. Шпольский. - 8-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2022 - Том 1: Введение в атомную физику - 2022. - 560 с. - ISBN 978-5-8114-1005-7. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210398> (дата обращения: 11.09.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

5.2. 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: 11.09.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

### VI. семестр

- 6.1 Мухин, К. Н. Экспериментальная ядерная физика: учебник: в 3 томах / К. Н. Мухин. - 7-е изд, стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2022 - Том 1: Физика атомного ядра - 2022. - 384 с. - ISBN 978-5-8114-0739-2. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210308> (дата обращения: 11.09.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
- 6.2 Мухин, К. Н. Экспериментальная ядерная физика: учебник: в 3 томах / К. Н. Мухин. - 7-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2022 - Том 2: Физика ядерных реакций - 2022. - 326 с. - ISBN 978-5-8114-0740-8. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210311> (дата обращения: 11.09.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
- 6.3 Мухин, К. Н. Физика: учебник для вузов: в 3 томах / К. Н. Мухин. - 8-е изд, стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2022 - Том 3: Физика элементарных частиц - 2022. - 416 с. - ISBN 978-5-8114-9777-5. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/199919> (дата обращения: 11.09.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### Дополнительная литература:

1. Савельев, И. В. Курс общей физики: учебное пособие для вузов: в 5 томах / И. В. Савельев. - 7-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2022 - Том 1: Механика - 2022. - 340 с. - ISBN 978-5-8114-9196-4. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/187811> (дата обращения: 11.09.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 5 т. Том 2. Электричество и магнетизм: учебное пособие для вузов / И. В. Савельев. - 6-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 344 с. - ISBN 978-5-8114-9248-0. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/189298> (дата обращения: 11.09.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Савельев, И. В. Курс общей физики: учебное пособие для вузов: в 5 томах / И. В. Савельев. - 6-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2022 - Том 3: Молекулярная физика и термодинамика - 2022. - 212 с. - ISBN 978-5-8114-9197-1. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/187739> (дата обращения: 11.09.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Савельев, И. В. Курс общей физики: учебное пособие для вузов: в 5 томах / И. В. Савельев. - 6-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2022 - Том 4: Волны. Оптика - 2022. - 252 с. - ISBN 978-5-8114-9198-8. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/187737> (дата обращения: 11.09.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Савельев, И. В. Курс физики. В 3 томах. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / И. В. Савельев. - 8-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 308 с. - ISBN 978-5-507-46177-6. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/302249> (дата обращения: 11.09.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Алешкевич, В. А. Курс общей физики. Механика: учебное пособие / В. А. Алешкевич, Л. Г. Деденко, В. А. Караваев. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 469 с. - ISBN 978-5-9221-1271-0. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2384> (дата обращения: 11.09.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Алешкевич, В. А. Курс общей физики. Молекулярная физика: учебник / В. А. Алешкевич. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2016. - 312 с. - ISBN 978-5-9221-1696-1. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/91145> (дата обращения: 11.09.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
8. Алешкевич, В. А. Электромагнетизм: учебник / В. А. Алешкевич. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 404 с. - ISBN 978-5-9221-1555-1. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59683> (дата обращения: 11.09.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
9. Алешкевич, В. А. Курс общей физики. Оптика: учебник / В. А. Алешкевич. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 320 с. - ISBN 978-5-9221-1245-1. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2098> (дата обращения: 11.09.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

10. Калашников, С. Г. Электричество: учебное пособие / С. Г. Калашников. - 6-е изд. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 624 с. - ISBN 978-5-9221-0900-0. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59496> (дата обращения: 11.09.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

11. Рекомендации по оформлению отчётов о лабораторных работах физического практикума: учеб.-метод. разработка [Текст: электронный ресурс]/ И. Р. Мухамедшин, И. Ф. Гильмутдинов, А. И. Скворцов; Казан. федер. ун-т, Ин-т физики, Каф. общ. физики ;.- Электронные данные (1 файл: 0,85 Мб) .- (Казань : Казанский федеральный университет, 2016, 18с.) .- Загл. с экрана .- Для 1-го, 2-го, 3-го и 4-го семестров .- Вых. дан. ориг. печ. изд.: Казань, 2016 URL: [http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/107838/Oformlenie\\_OFP\\_v4b.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/107838/Oformlenie_OFP_v4b.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (дата обращения: 30.07.2020) Режим доступа: открытый.

12. Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ по механике [Текст: электронный ресурс]/ Скворцов А.И., Налётов В.В., Мухамедшин И.Р., Недопекин О.В., Лысогорский Ю.В, Ирисова И.А., Староверов А.Е.; Казан. федер. ун-т, Ин-т физики, Каф. общ. физики ;.- Электронные данные (1 файл: 0,85 Мб) .- (Казань : Казанский федеральный университет, 2015, 155с.) .- Загл. с экрана .- Для 1-го, 2-го, 3-го и 4-го семестров .- Вых. дан. ориг. печ. изд.: Казань, 2015 URL: [http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06\\_40\\_A5-001017.pdf](http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06_40_A5-001017.pdf) (дата обращения: 30.07.2020) Режим доступа: открытый.

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

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика квантовых систем и квантовые технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

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.