

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Физики»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры физики
Протокол №13 от 14 марта 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ФИЗИКА»

Направление: 20.03.01 Техносферная безопасность

Безопасность технологических процессов и производств

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Коновалов Николай Петрович Дата подписания: 30.04.2025
--

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил: Коновалов Николай Петрович Дата подписания: 27.05.2025

Документ подписан простой электронной подписью Согласовал: Тимофеева Светлана Семеновна Дата подписания: 19.05.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Физика» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-1 Способность решать задачи профессиональной деятельности на основе применения знаний математических, естественных и технических наук	ОПК ОС-1.2, ОПК ОС-1.6

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-1.2	Грамотно истолковывает смысл физических величин и понятий; рационально применяет основные методы изученного материала при решении практических задач	Знать законы и явления классической и релятивистской механики, основы термодинамики и свойства электрического и магнитного полей; основные физические величины и константы, их определение и единицы измерения Уметь использовать полученные знания при защите лабораторных и практических работ, записывать основные формулы пройденных разделов физики, использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности Владеть методами проведения физических измерений, методами корректной оценки погрешностей при проведении физического эксперимента
ОПК ОС-1.6	Обрабатывает и представляет экспериментальные данные с использованием стандартных пакетов прикладных программ, ориентируется в области применения основных законов для анализа технических процессов	Знать теорию колебаний и волн, основы волновой и квантовой оптики, строение атомов, свойства атомного ядра и характеристики элементарных частиц Уметь использовать полученные знания при защите лабораторных и практических работ в области применения основных законов для анализа технических процессов, выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах и использовать знания физики в будущей профессиональной

		деятельности. Владеть методами анализа физических явлений, обработкой и представлением экспериментальных данных с использованием стандартных пакетов прикладных программ, для формулирования и решения физико-технических задач и технологии проектирования в соответствии с техническим заданием в будущей профессиональной деятельности
--	--	---

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Физика» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Физика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Физика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 8 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Семестр № 1	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины	288	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	128	64	64
лекции	64	32	32
лабораторные работы	32	16	16
практические/семинарские занятия	32	16	16
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	124	80	44
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	0	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен, Зачет	Зачет	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 1

№ п/п	Наименование раздела и темы	Виды контактной работы			СРС	Форма текущего
		Лекции	ЛР	ПЗ(СЕМ)		

	дисциплины	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	контроля
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Динамика материальной точки и твёрдого тела. Законы Ньютона	2	2	1	2	1, 2	4	1, 2	20	Отчет по лабораторной работе
2	Работа, мощность и энергия. Законы изменения и сохранения	3	2					4	20	Отчет по лабораторной работе
3	Элементы кинематики, уравнения движения	1	2							Решение задач
4	Макроскопическое состояние	4	2							Отчет по лабораторной работе
5	Статистические распределения.	5	2							Отчет по лабораторной работе
6	Основы термодинамики.	6	2	5	2	4, 5	4			Решение задач
7	Явления переноса. Фазовые равновесия и фазовые превращения.	7	2	4	2					Решение задач
8	Электростатика. Электрическое поле в вакууме и веществе.	8	2							Отчет по лабораторной работе
9	Постоянный электрический ток	9, 10	4					2, 3	20	Отчет по лабораторной работе
10	Постоянный электрический ток			6, 7	4			2, 3	20	Отчет по лабораторной работе
11	Магнитное поле	11	2	8	2	8	2			Отчет по лабораторной работе
12	Явление электромагнитной индукции	12	2			7	2			Решение задач
13	Момент инерции. Законы инерции	13	2	2	2					Отчет по лабораторной работе
14	Явления диффузии, теплопроводности и внутреннего трения. Законы физической кинетики.	14	2	3	2	3	2			Решение задач
15	Электрическое поле в веществе. Диэлектрики	15	2			6	2			Решение задач
16	Опыты Фарадея.	16	2							Решение задач

	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		32		16		16		80	

Семестр № 2

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Кинематика гармонических колебаний.	1	2							Отчет по лабораторной работе
2	Переменный ток	2	2	1	2	1	2			Отчет по лабораторной работе
3	Затухающие и вынужденные колебания.	3	2	2	2					Решение задач
4	Волновые процессы. Звук. Борьба с шумом.	4	2							Решение задач
5	Электромагнитные волны	5, 6	4			2	2			Решение задач
6	Волновая оптика. Интерференция	7	2	3	2	3	2	3	9	Отчет по лабораторной работе
7	Электромагнитные волны в веществе.	8	2	4	2					Отчет по лабораторной работе
8	Квантовая оптика	9	2	5	2	5	2	2	12	Отчет по лабораторной работе
9	Корпускулярно-волновой дуализм материи. Квантовые состояния и уравнения Шредингера	10	2			4	2			Решение задач
10	Физика атомов и молекул. Молекулярные спектры.	11	2	6	2					Решение задач
11	Основные характеристики электромагнитного излучения	12	2					1	12	Отчет по лабораторной работе
12	Рентгеновские лучи									Решение задач
13	Элементы физики твёрдого тела. Зонная теория твердых тел.	13	2	7	2	7	2			Письменный опрос
14	Электрические и магнитные свойства твёрдых тел	14	2	8	2					Решение задач
15	Основы ядерной физики	15	2			6	4	4	11	Письменный опрос

16	Проблемы современной физики. Современная физическая картина мира.	16	2							Письменный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		32		16		16		80	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 1

№	Тема	Краткое содержание
1	Динамика материальной точки и твёрдого тела. Законы Ньютона	Основная задача динамики. Понятие состояния в классической механике. Масса, сила и импульс. Законы Ньютона. Неинерциальные системы отсчета и силы инерции. Границы применимости классического способа для описания движения частиц.
2	Работа, мощность и энергия. Законы изменения и сохранения	Законы изменения и сохранения импульса и момента импульса для системы материальных точек. Законы сохранения как проявление свойств Эвклидова пространства, его однородности и изохронности. Работа и кинетическая энергия материальной точки. Мощность. Работа и кинетическая энергия вращательного движения твердого тела. Диссипативные, консервативные и не консервативные силы. Потенциальная энергия. Потенциальный барьер. Закон сохранения и превращения энергии и его связь с однородностью времени
3	Элементы кинематики, уравнения движения	Физические модели. Кинематическое описание движения - векторный, координатный и естественный способы описания. Скорость, ускорение, нормальное и тангенциальное ускорения. Угловая скорость и угловое ускорение. Прямая и обратная задачи кинематики. О смысле производной и интеграла в приложении к физическим задачам.
4	Макроскопические состояния	Тепловое движение. Макроскопические параметры. Уравнения состояния. Внутренняя энергия. Уравнение состояния идеального газа. Давление газа с точки зрения молекулярно-кинетической теории. Абсолютный ноль.
5	Статистические распределения.	Понятие о вероятности и функции распределения. Распределение Максвелла. Распределение Больцмана. Барометрическая формула. Вычисление средних значений с помощью функции распределения.
6	Основы термодинамики.	Обратимые и необратимые тепловые процессы. Тепловые процессы. начало термодинамики.

		Применение первого начала термодинамики к изо-процессам. Энтропия. Второе начало термодинамики. Определение энтропии неравновесной системы через статистический вес состояния. Принцип возрастания энтропии.
7	Явления переноса. Фазовые равновесия и фазовые превращения.	Явления диффузии, теплопроводности и внутреннего трения. Коэффициенты диффузии и теплопроводности. Вязкость газов и жидкостей. Цикл Карно. Максимальный КПД тепловой машины. Теплоемкость многоатомных газов. Недостаточность классической теории теплоемкостей. Третье начало термодинамики. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
8	Электростатика. Электрическое поле в вакууме и веществе.	Закон Кулона. Связь между напряженностью и потенциалом. Способы расчета характеристик электростатического поля: а) принцип суперпозиции, б) теорема Гаусса, в) теорема о циркуляции вектора напряженности
9	Постоянный электрический ток	Проводники в электростатическом поле. Определение напряженности внутри и вне проводника. Конденсаторы. Энергия системы зарядов и электростатического поля.
10	Постоянный электрический ток	Условия существования тока. Законы Ома и Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной формах. Обобщенный закон Ома. Правила Кирхгофа. Ток в различных средах
11	Магнитное поле	Основные характеристики магнитного поля: вектор магнитной индукции и магнитный поток. Способы расчета характеристик магнитного поля. Принцип суперпозиции. Закон Био-Савара-Лапласа. Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля. Сила Лоренца. Сила Ампера.
12	Явление электромагнитной индукции	Основные уравнения магнитостатики в веществе. Молекулярные токи. Намагниченность. Напряженность магнитного поля. Граничные условия для характеристик магнитного поля на границе двух ферромагнетиков. Уравнения Максвелла. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля. Уравнения Максвелла для стационарных полей.
13	Момент инерции. Законы инерции	Момент инерции твердого тела относительно оси. Момент силы, момент импульса. Теорема о движении центра масс. Уравнение динамики вращательного движения
14	Явления диффузии, теплопроводности и внутреннего трения. Законы физической кинетики.	Явления диффузии, теплопроводности и внутреннего трения. Законы физической кинетики. Коэффициенты диффузии и теплопроводности. Вязкость газов и жидкостей
15	Электрическое поле в веществе. Диэлектрики	Электрическое поле в веществе. Диэлектрики. Электрический диполь. Теорема Остроградского-

		Гаусса. Сегнетоэлектрики.
16	Опыты Фарадея.	Явление электромагнитной индукции. Опыты Фарадея. Закон Фарадея. Правило Ленца. Экстратоки замыкания и размыкания. Явление самоиндукции. Индуктивность. Взаимная индукция. Энергия и объемная плотность энергии магнитного поля

Семестр № 2

№	Тема	Краткое содержание
1	Кинематика гармонических колебаний.	Понятие о колебательных процессах. Единый подход к колебаниям различной физической природы. Амплитуда, круговая частота, фаза гармонических колебаний. Сложение колебаний. Векторные диаграммы. Математический и физический маятники, пружинный маятник, колебательный контур. Свободные затухающие колебания. Логарифмический декремент, добротность. Резонанс. Осциллятор как спектральный прибор. Фурье-разложение, физический смысл разложения. Модулированные колебания. Спектр амплитудно-модулированного колебания.
2	Переменный ток	Параллельное и последовательное соединение элементов цепи переменного тока
3	Затухающие и вынужденные колебания.	Вынужденные колебания осциллятора под действием синусоидальной силы. Амплитуда и фаза при вынужденных колебаниях. Резонансные кривые. Вынужденные колебания в электрических цепях. Импеданс. Метод векторных диаграмм.
4	Волновые процессы. Звук. Борьба с шумом.	Волны. Плоская синусоидальная волна. Длина волны, волновое число. Группы волн и волновые пакеты. Фазовая и групповая скорости волн, связь между ними. Энергия волны. Одномерное волновое уравнение. Эффект Доплера. Энергетические соотношения. Вектор Умова. Упругие волны в твердом теле, газах и жидкостях. Звук. Борьба с шумом.
5	Электромагнитные волны	Скорость распространения электромагнитных возмущений. Волновое уравнение. Плоские электромагнитные волны. Поляризация волн. Энергия распространения электро-магнитной волны. Вектор Умова-Пойнтинга. Излучение диполя. Диаграмма направленности.
6	Волновая оптика. Интерференция	Интерференция волн. Способы получения когерентных источников света: опыт Юнга, зеркало и бипризма Френеля, кольца Ньютона. Интерферометры. Условия усиления и ослабления света. Дифракция волн. Принцип Гюйгенс-Френеля. Дифракция Френеля. Дифракция

		Фраунгофера. Простые задачи дифракции: дифракция на одной и многих щелях. Дифракционная решетка.
7	Электромагнитные волны в веществе.	Распространение света в веществе. Дисперсия света. Электронная теория дисперсии света. Поглощение света. Поляризация света. Поляризация волн при отражении. Призма Николя. Закон Малюса.
8	Квантовая оптика	Противоречия классической физики. Экспериментальное обоснование основных идей квантовой теории. Проблемы излучения черного тела. Законы теплового излучения. Энергия и импульс световых квантов. Фотоэффект. Эффект Комптона. Образование и аннигиляция электронно-позитронных пар. Элементарная квантовая теория излучения. Вынужденное и спонтанное излучение фотонов.
9	Корпускулярно-волновой дуализм материи. Квантовые состояния и уравнения Шредингера	Гипотеза де Бройля. Дифракция электронов и нейтронов. Вероятностный смысл волн де Бройля. Соотношения неопределенностей. Наборы одновременно измеряемых величин. Задание состояния микрочастиц. Волновая функция, ее статистический смысл. Объяснение поведения микрочастицы в интерферометре и дифракции электронов и нейтронов на кристаллах. Временное уравнение Шредингера. Стационарное уравнение Шредингера, стационарные состояния. Частица в потенциальном ящике. Прохождение частицы над и под барьером. Туннельный эффект. Гармонический осциллятор.
10	Физика атомов и молекул. Молекулярные спектры.	Теория водородоподобных атомов по Бору. Энергетические уровни. Потенциалы ионизации и возбуждения. Спектры водородоподобных атомов. Ширина уровней. Частица в сферически симметричном поле. Квантовые числа. Структура электронных уровней в сложных атомах. Принцип Паули. Молекулярные спектры и спектроскопия.
11	Основные характеристики электромагнитного излучения	Валентные и деформационные колебания. Схема энергетических уровней молекул. Закон Бугера - Ламберта - Бера. Оптическая плотность, пропускание. Качественный и количественный анализы в молекулярной спектроскопии. Применение оптических методов исследования в Вашей специальности.
12	Рентгеновские лучи	Принцип получения рентгеновских лучей. Рентгеновская трубка. Спектр рентгеновских лучей. Закон Мозли. Основные свойства рентгеновских лучей. Рентгеновские аппараты. Регистрация рентгеновских лучей Качественный рентгенофазовый анализ.
13	Элементы физики	Явление сверхпроводимости. Куперовские пары.

	твёрдого тела. Зонная теория твердых тел.	Эффект Джозефсона. Теплоемкость. Электронная и дырочная проводимости. p-n переходы.
14	Электрические и магнитные свойства твёрдых тел	Колебания кристаллической решетки. Понятие о фононах. Теплоемкость кристаллов при высоких и низких температурах. Решеточная теплопроводность. Квантовая теория твердых тел. Полупроводники. Собственные и примесные полупроводники.
15	Основы ядерной физики	Атомное ядро и его свойства. Модели ядер. Ядерные силы. Радиоактивные превращения атомных ядер. Элементарные частицы, их классификация. Взаимопревращения частиц. Кварки. Радиоактивность. Ядерные реакции. Реакции деления и синтеза
16	Проблемы современной физики. Современная физическая картина мира.	Проблемы современной физики. Современная физическая картина мира. Энергия звезд. Проблема источников энергии. Вещество в экстремальных состояниях. Вещество при сверхвысоких температурах и сверхвысоких плотностях. Металлический водород. Карликовые белые звезды. Нейтронные звезды. Пульсары. Вещество в сверхсильных электромагнитных полях. Вещество и поле. Иерархия взаимодействий. О единых теориях поля.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 1

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Определение ускорения свободного падения с помощью физического маятника.	2
2	Изучение законов динамики. Экспериментальное исследование функции распределения Гаусса, теория погрешности измерений.	2
3	Определение динамического коэффициента вязкости методом Стокса	2
4	Определение универсальной газовой постоянной	2
5	Определение изменения энтропии при изохорическом процессе в газе.	2
6	Исследование цепи постоянного тока.	2
7	Экспериментальное изучение правил Кирхгофа	2
8	Снятие кривой намагничивания с помощью осциллографа.	2

Семестр № 2

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
---	----------------------------------	----------------------------

1	Определение индуктивности катушки с помощью моста Максвелла.	2
2	Исследование затухающих колебаний в колебательном контуре.	2
3	Изучение интерференции и дифракции света Определение длины волны с помощью интерференции. Определение длины волны с помощью дифракционной решетки.	2
4	Изучение явлений поляризации и дисперсии света	2
5	Изучение законов внешнего фотоэффекта.	2
6	Определение постоянной Ридберга с помощью универсального монохроматора.	2
7	Градуировка термопары и определение коэффициента термо э.д.с.	2
8	Полупроводники	2

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 1

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Кинематика поступательного и вращательного движений. Динамика поступательного и вращательного движений.	2
2	Коллоквиум. Физические основы механики	2
3	Основы молекулярной физики. Законы идеального газа. Статистические распределения.	2
4	Первое начало термодинамики. Циклические процессы. Второе начало термодинамики. Энтропия.	2
5	Коллоквиум. Молекулярная физика. Термодинамика	2
6	Проводники и конденсаторы. Законы постоянного тока. Электростатическое поле в диэлектрике.	2
7	Магнитное поле и его характеристики. Применение закона Био-Савара-Лапласа. Магнитный поток. Явление электромагнитной индукции. Явление самоиндукции и взаимной индукции. Индуктивность и её расчет.	2
8	Коллоквиум. Электричество и магнитное поле.	2

Семестр № 2

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Гармонические механические и электромагнитные колебания и их	2

	характеристики. Параллельное и последовательное соединение элементов цепи переменного тока.	
2	Амплитуда и фаза при вынужденных колебаниях. Длина волны, волновое число. Группы волн и волновые пакеты. Фазовая и групповая скорости волн, связь между ними. Энергия волны. Одномерное волновое уравнение.	2
3	Волны. Интерференция и дифракция света. Дисперсия и поляризация света.	2
4	Квантовая оптика: фотоэффект, тепловое излучение, эффект Комптона. Квантовая механика: корпускулярно – волновой дуализм, соотношение неопределенностей. Атом водорода. Сериальная формула	2
5	Коллоквиум. Волновая и квантовая оптики	2
6	Атом и ядро. Радиоактивность. Элементарные частицы.	4
7	Семинар по физике твердого тела.	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 1

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	18
2	Подготовка к сдаче и защите отчетов	22
3	Проработка разделов теоретического материала	20
4	Тестирование по разделам дисциплин	20

Семестр № 2

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение тренировочных и обучающих тестов	12
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	12
3	Подготовка к сдаче и защите отчетов	9
4	Проработка разделов теоретического материала	11

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Интерактивная (проблемная) лекция; Просмотр и обсуждение учебных видеофильмов; Публичная презентация

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

1. Молекулярная физика. Термодинамика : практикум по физике для инженер. специальностей техн. вузов / Липовченко Е.Л. [и др.] Иркутск: Изд-во ИрГТУ. – 2008. – 75 с. 2. Волновая оптика: метод. указания по курсу общей физики / Сомина Л.А. [и др.] Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2010. – 44 с. 3. Основы общей физики : учеб. пособие / Каницкая Л.В.; ИрГТУ. Том 2. Электричество и магнетизм. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2008. – 127 с. 4. Основы общей физики : учеб. пособие / Каницкая Л.В.; ИрГТУ. Том 3. Оптика геометрическая, волновая и квантовая. Элементы квантовой механики и атомной физики. Иркутск: Изд ИрГТУ, 2008. – 183 с. 5. Электростатика. Обобщенные примеры решения задач / Филатова Л.С. Изд-во ИрГТУ, 2010. – 81 с. 6. Механика. Обобщенные примеры решения задач / Филатова Л.С. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2009. – 177 с.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

1. Механика : практикум по физике: учеб. пособие для техн. вузов / Н.П. Коновалов [и др.] – 2-е изд., перераб. и доп. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2010. – 136 с. 2. Молекулярная физика. Термодинамика: практикум по физике для инженер. специальностей техн. вузов / Липовченко Е.Л. [и др.] Иркутск: Изд-во ИрГТУ. – 2008. – 75 с. 3. Электричество и магнетизм: метод. указания к лаб. работам / Кузнецова С.Ю. [и др.] Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2015. – 128 с. 4. Оптика. Физика твердого тела: Практикум по физике / Кузьмина Г.А. [и др.] – Иркутск: Изд ИрГТУ. – 2010. – 115 с.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Самостоятельная работа студентов в учебном процессе на кафедре физики ИРНИТУ: учебное пособие /Т.И. Шишелова, Н.П.Коновалов/ Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2017.–150 с.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 1 | Решение задач

Описание процедуры.

к каждому предстоящему практическому занятию студент должен проработать теоретический материал по заданной теме по материалам лекций, учебников и учебных пособий; записать в тетради для решения задач основные формулы, изучаемых тем. Для усвоения материала в рамках каждого раздела физики в начале семинара рассматриваются специальные циклы качественных задач и проводится их анализ; даются обобщенные приемы решения задач; затем самостоятельное решение 5-6 задач на каждый раздел физики с возможным коллективным обсуждением.

Критерии оценивания.

Характеристика ответа	Оценка
работа выполнена полностью; в логических рассуждениях, обосновании решения нет пробелов и математических ошибок; (возможна одна неточность, описка, не являющаяся следствием незнания или непонимания учебного материала).	5
работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны, допущена одна ошибка или два-три недочета в выкладках, рисунках, чертежах или графиках.	4
допущены более одной ошибки или более двух-трех недочетов в выкладках, чертежах или	

графиках, но учащийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме. 3
допущены существенные ошибки, показавшие, что обучающийся не владеет
обязательными умениями по данной теме. 2

6.1.2 семестр 1 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

Приборы и принадлежности: электрическая схема с исследуемым полупроводниковым диодом.

Порядок выполнения работы

1. Включить установку в сеть.
2. Поставить переключатель на панели установки в положение "прямой". Меняя напряжение, подаваемое на диод, записать в таблицу измерений значения тока $I_{пр}$ и соответствующего напряжения $U_{пр}$ в делениях шкалы приборов.
3. Переключить переключатель в положение "обратный" и повторить пункт 2. Получить не менее 8 -10 значений для каждого направления тока.
4. Пересчитать полученные данные в единицы измерения I и U .
5. По полученным данным построить вольтамперную характеристику, выбрав разные масштабы для тока при прямом и обратном включениях.
6. Рассчитать для одинаковых значений напряжения при прямом и обратном включениях коэффициенты выпрямления. Построить график зависимости $K=f(U)$.

Контрольные вопросы:

1. Чем отличаются энергетические состояния электрона в изолированном атоме и твердом теле?
2. Что такое запрещенные и разрешенные энергетические уровни?
3. Чем отличаются по зонной теории диэлектрики, полупроводники и металлы?
4. Чем обусловлена проводимость собственного полупроводника?
5. Каков механизм проводимости примесных полупроводников?
6. Объясните механизм образования запирающего слоя на границе р-п перехода.
7. Как объяснить одностороннюю проводимость р-п перехода?
8. Почему через р-п переход ток идет (слабый!) при обратном подключении его к источнику тока?

Критерии оценивания.

Характеристика ответа	Оценка
работа выполнена полностью; даны ответы на все вопросы по данной лабораторной работе, в логических рассуждениях и обосновании защиты, в решении нет математических ошибок (возможна одна неточность, описка, не являющаяся следствием незнания или непонимания учебного материала)	5
работа выполнена полностью, но обоснования шагов защиты лаб. работы недостаточны, допущена одна ошибка или два-три недочета в выкладках или графиках; даны ответы на контрольные вопросы по данной работе	4
допущены более одной ошибки или более двух-трех недочетов в расчетах или графиках, но учащийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме, ответы даны частично на контрольные вопросы по данной работе	3
допущены существенные ошибки, показавшие, что учащийся не владеет обязательными умениями по данной теме как выполнить работу, так и защитить её. Не даны ответы практически на все контрольные вопросы	2

6.1.3 семестр 2 | Решение задач

Описание процедуры.

к каждому предстоящему практическому занятию студент должен проработать теоретический материал по заданной теме по материалам лекций, учебников и учебных пособий; записать в тетради для решения задач основные формулы, изучаемых тем. Для усвоения материала в рамках каждого раздела физики в начале семинара рассматриваются специальные циклы качественных задач и проводится их анализ; даются обобщенные приемы решения задач; затем самостоятельное решение 5-6 задач на каждый раздел физики с возможным коллективным обсуждением.

Критерии оценивания.

Характеристика ответа	Оценка
-----------------------	--------

работа выполнена полностью; в логических рассуждениях, обосновании решения нет пробелов и математических ошибок; (возможна одна неточность, описка, не являющаяся следствием незнания или непонимания учебного материала).	5
--	---

работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны, допущена одна ошибка или два-три недочета в выкладках, рисунках, чертежах или графиках.	4
--	---

допущены более одной ошибки или более двух-трех недочетов в выкладках, чертежах или графиках, но учащийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме.	3
допущены существенные ошибки, показавшие, что обучающийся не владеет обязательными умениями по данной теме.	2

6.1.4 семестр 2 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

Приборы и принадлежности: электрическая схема с исследуемым полупроводниковым диодом.

Порядок выполнения работы

1. Включить установку в сеть.
2. Поставить переключатель на панели установки в положение "прямой". Менять напряжение, подаваемое на диод, записать в таблицу измерений значения тока $I_{пр}$ и соответствующего напряжения $U_{пр}$ в делениях шкалы приборов.
3. Переключить переключатель в положение "обратный" и повторить пункт 2. Получить не менее 8 -10 значений для каждого направления тока.
4. Пересчитать полученные данные в единицы измерения I и U .
5. По полученным данным построить вольтамперную характеристику, выбрав разные масштабы для тока при прямом и обратном включениях.
6. Рассчитать для одинаковых значений напряжения при прямом и обратном включениях коэффициенты выпрямления. Построить график зависимости $K=f(U)$.

Контрольные вопросы:

1. Чем отличаются энергетические состояния электрона в изолированном атоме и твердом теле?
2. Что такое запрещенные и разрешенные энергетические уровни?
3. Чем отличаются по зонной теории диэлектрики, полупроводники и металлы?
4. Чем обусловлена проводимость собственного полупроводника?
5. Каков механизм проводимости примесных полупроводников?
6. Объясните механизм образования запирающего слоя на границе p-n перехода.

7. Как объяснить одностороннюю проводимость р-п перехода?
8. Почему через р-п переход ток идет (слабый!) при обратном подключении его к источнику тока?

Критерии оценивания.

Характеристика ответа	Оценка
работа выполнена полностью; даны ответы на все вопросы по данной лабораторной работе, в логических рассуждениях и обосновании защиты, в решении нет математических ошибок (возможна одна неточность, описка, не являющаяся следствием незнания или непонимания учебного материала)	5
работа выполнена полностью, но обоснования шагов защиты лаб. работы недостаточны, допущена одна ошибка или два-три недочета в выкладках или графиках; даны ответы на контрольные вопросы по данной работе	4
допущены более одной ошибки или более двух-трех недочетов в расчетах или графиках, но учащийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме, ответы даны частично на контрольные вопросы по данной работе	3
допущены существенные ошибки, показавшие, что учащийся не владеет обязательными умениями по данной теме как выполнить работу, так и защитить её. Не даны ответы практически на все контрольные вопросы	2

6.1.5 семестр 2 | Письменный опрос

Описание процедуры.

проводится на итоговом занятии по определенному разделу физики. Участвуют в опросе все присутствующие студенты на данном занятии. На один вопрос опрашивается несколько студентов, каждый может дополнить, исправить, объяснить, дать более полный ответ. В конце занятия подводится итог, и оцениваются знания каждого студента по данному разделу физики.

Вопросы для контроля:

1. Сформулируйте первое начало термодинамики. Как выглядит его запись для изохорического процесса в газе? Для других изопроцессов?
2. Как определяется внутренняя энергия системы? Запишите выражение для внутренней энергии идеального газа.
3. Что такое число степеней свободы? Как определяется это число для одно-, двух- и трехатомных молекул?
4. Что называется удельной и молярной теплоемкостями?
5. Какие физические величины обозначаются знаками C_P и C_V ? Каким уравнением описывается связь между ними? Какие законы используются при выводе этого уравнения?
6. Какой процесс называется изотермическим? Изобарическим? Изохорическим? Адиабатическим? Запишите уравнения состояния для этих процессов.
7. Запишите первое начало термодинамики для всех изопроцессов и для адиабатического процесса.
8. Запишите второе начало термодинамики. в чем его отличие от первого начала термодинамики?
9. Что определяет энтропия системы?
10. Как изменяется величина энтропии в обратимых и необратимых процессах?
11. Объясните статистический и термодинамический смысл энтропии.

Критерии оценивания.

Характеристика ответа Оценка

Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении задания. 5

Знает материал, по существу излагает его. Не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приёмами их выполнения. 4

Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических заданий. 3

Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. 2

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ОПК ОС-1.2	Усвоил теоретический материал пройденных разделов курса общей физики, умеет его излагать и увязывать теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении задания. В срок проделаны и защищены лабораторные работы. Сданы коллоквиумы. Способен использовать специализированные знания в области физики в профессиональной деятельности.	Устный опрос по контрольным вопросам Зачет
ОПК ОС-1.6	Знает и грамотно использует теоретический материал курса общей физики. Выполнил и защитил лабораторные работы Прошёл компьютерное контрольное тестирование. Сдал коллоквиумы. Умеет решать задачи. Отвечает при устном опросе. Использует знания физики в	Устный опрос по экзаменационным билетам Экзамен

	практической деятельности при решении различных задач в профессиональной деятельности	
--	---	--

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 1, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Студенты выполняют лабораторные работы, решают практические задачи по пройденным разделам, сдают коллоквиумы, защищают реферат, получают вопросы для подготовки, проходят компьютерное тестирование по пройденным разделам.

При невыполнении части заданий, необходимых для получения зачета, дополнительно задаются вопросы по несданным темам из списка «Вопросы к зачету». Вопросы к зачету должны оценивать не только знания, но и умения, навыки и степень сформированности компетенций, способность использовать основные законы физики в профессиональной деятельности в теоретическом и экспериментальном исследовании. Поэтому, к теоретическим вопросам добавляются и практические задачи.

Пример задания:

1. Материальная точка. Системы отсчета. Траектория движения, путь, перемещение. Кинематические характеристики поступательного и вращательного движения, их связь между собой.
2. Нормальное и тангенциальное ускорения. Движение точки по окружности.
3. Инерциальные системы отсчета. Масса. Импульс. Силы. Законы Ньютона.
4. Абсолютно твердое тело. Момент импульса и момент силы относительно оси. Момент инерции тела. Теорема Штейнера.
5. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела. Условия равновесия твердого тела.
6. Замкнутые системы. Закон сохранения импульса и момента импульса твердого тела.
7. Работа силы. Мощность.
8. Консервативные и диссипативные силы. Энергия. Потенциальная, кинетическая и внутренняя энергия. Закон сохранения механической энергии.
9. Основные положения молекулярно-кинетической теории и ее опытное обоснование. Идеальный газ. Основное уравнение кинетической теории газов.
10. Опытные газовые законы. Уравнение состояния идеального газа.
11. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы. Внутренняя энергия.
12. Работа и теплота. Первый закон термодинамики. Теплоемкости веществ.
13. Применение первого закона термодинамики к изопроцессам. Уравнение Пуассона.
14. Обратимые и необратимые процессы. Круговые процессы. Цикл Карно, коэффициент полезного действия тепловой машины.
15. Второй закон термодинамики. Энтропия и термодинамическая вероятность состояния. Статистическое истолкование второго закона термодинамики.
16. Барометрическая формула. Закон Больцмана для распределения частиц во внешнем потенциальном поле.
17. Закон распределения молекул по скоростям и энергиям.

18. Средняя длина свободного пробега молекул. Опытное подтверждение.
19. Явления переноса в термодинамически неравновесных системах. Основные уравнения и коэффициенты явлений переноса.
20. Жидкости. Поверхностное натяжение. Капиллярные явления. Явления переноса.
21. Твердые тела. Кристаллические и аморфные тела. Закон Дюлонга и Пти. Современная теория теплопроводности.
22. Электрические заряды и поля. Свойства электрического заряда. Закон Кулона.
23. Напряженность и потенциал электростатического поля, связь между ними.
24. Поток вектора напряженности. Теорема Остроградского – Гаусса и её применение к расчету электростатических полей в вакууме.
25. Работа сил электростатического поля при перемещении зарядов. Циркуляция вектора напряженности.
26. Распределение зарядов в проводнике. Емкость. Конденсаторы. Соединение конденсаторов. Энергия и плотность энергии электростатического поля.
27. Электрический ток и его характеристики. Закон Ома для однородного и неоднородного участков и замкнутой цепи. Сопротивление проводника.
28. Сторонние силы. Электродвижущая сила. Работа и мощность в цепи постоянного тока. Закон Джоуля – Ленца.
29. Обобщенный закон Ома для участка цепи. Правила Кирхгофа.
30. Магнитное поле. Индукция и напряженность магнитного поля. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле прямого тока, отрезка с током и кругового витка с током.
31. Сила Ампера. Магнитный момент витка с током. Вращающий момент, действующий на рамку с током в магнитном поле.
32. Магнитный поток. Теорема Остроградского – Гаусса для магнитного поля. Работа перемещения проводника с током в магнитном поле.
33. Циркуляция вектора напряженности магнитного поля. Закон полного тока.
34. Действие электрического и магнитного полей на движущийся заряд. Сила Лоренца.
35. опыты Фарадея и правило Ленца. Электродвижущая сила индукции.
36. Самоиндукция и взаимная индукция. Индуктивность. Энергия и плотность энергии магнитного поля.
37. Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла в интегральной форме.
38. Магнитные свойства вещества. Магнетики. Намагниченность. Магнитная проницаемость. Диа-, пара- и ферромагнетизм.
39. Гармонические колебания. Дифференциальное уравнение гармонического осциллятора. Кинематика и динамика гармонических колебаний.
40. Кинетическая, потенциальная и полная энергии системы, совершающей гармонические колебания. Математический, физический и пружинный маятники.
41. Свободные гармонические колебания в электрическом колебательном контуре.
42. Затухающие и вынужденные колебания.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Усвоил теоретический материал пройденных разделов курса общей физики, умеет его излагать и увязывать теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении задания. В срок проделаны и защищены лабораторные работы. Сданы коллоквиумы. Способен использовать специализированные знания в области	Не знает значительной части программного материала, не выполнил лабораторные работы, не пройдены компьютерные тестирования по задаваемым темам, не сдан коллоквиум

6.2.2.2 Семестр 2, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

В экзаменационные билеты, включены два теоретических вопроса и задача направленные на проверку знаний теории и применение их для решения практических задач обеспечивающих освоение компетенции.

Пример задания:

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Экзаменационный билет №1

по дисциплине _____ Физика _____

Направление: 21.03.01 Нефтегазовое дело

1. _Законы_ внешнего фотоэффекта. _Красная граница фотоэффекта._ _____

2. _Молекулы._ Химические связи. _понятие об энергетических уровнях._ _____

3. Задача _____

Билет составил _____

Коновалов Н.П.

Утверждаю:

Зав. кафедрой _____

6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Глубоко и прочно усвоил пройденный материал, в срок проделаны и защищены лабораторные работы, по задаваемым темам пройдены компьютерные тестирования на оценку 4 или 5, сдан коллоквиум на оценку «отлично», участвовал в	Знает материал, по существу излагает его. Не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, в срок проделаны и защищены лабораторные работы, по задаваемым темам пройдены компьютерные тестирования на оценку 4, сдан коллоквиум на оценку «хорошо»,	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, не в срок проделаны и защищены лабораторные работы, по задаваемым темам пройдены не все компьютерные тестирования, сдан коллоквиум на оценку «удовлетворительно», не решены или частично решены	Не знает значительной части программного материала, не выполнил лабораторные работы, по задаваемым темам не пройдены компьютерные тестирования или на оценку 3, не сдан коллоквиум

конференциях по физике и ТК «Проект»	участвовал в конференциях по физике и ТК «Проект»	задачи	
--	--	--------	--

7 Основная учебная литература

1. Трофимова Т. И. Курс физики : учеб. пособие для инженер.-техн. специальностей вузов / Т. И. Трофимова, 2007. - 557.
2. Трофимова Т. И. Краткий курс физики : учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова, 2007. - 351.
3. Трофимова Т. И. Курс физики : учеб. пособие для инженер.-техн. специальностей вузов / Т. И. Трофимова, 2007. - 557.
4. Трофимова Т. И. Курс физики : учеб. пособие для инженер.-техн. специальностей вузов / Т. И. Трофимова, 2006. - 557.
5. Трофимова Т. И. Краткий курс физики : учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова, 2005. - 352.
6. Трофимова Т. И. Краткий курс физики : учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова, 2004. - 352.
7. Трофимова Таисия Ивановна. Курс физики : учеб. пособие для инженер.-техн. специальностей вузов / Т. И. Трофимова, 2003. - 541.
8. Трофимова Т. И. Курс физики : учеб. пособие для инженер.-техн. специальностей вузов / Т. И. Трофимова, 2000. - 541.
9. Трофимова Т. И. Курс физики : учебное пособие для вузов / Т. И. Трофимова, 2003. - 541.
10. Трофимова Т. И. Физика : решения задач: учебное пособие для студентов среднего специального образования / Т. И. Трофимова, А. В. Фирсов, 2013. - 400.
11. Трофимова Т. И. Курс физики : учебное пособие для инженерно-технических специальностей вузов / Т. И. Трофимова, 2008. - 557.
12. Трофимова Т. И. Курс физики : учебное пособие для инженерно-технических специальностей вузов / Т. И. Трофимова, 2008. - 557.
13. Савельев. Курс общей физики : учебное пособие для втузов: в 5 кн. Кн. 2 : Электричество и магнетизм, 2006. - 336.
14. Савельев. Курс общей физики : учебное пособие для втузов: в 5 кн. Т. 1 : Механика, 2006. - 336.
15. Савельев. Курс общей физики [у]Механика. Молекулярная физика, 2007. - 432.
16. Детлаф А. А. Курс физики : учебное пособие для втузов / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский, 2008. - 719.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Трофимова Таисия Ивановна. Курс физики : учеб. пособие для втузов / Таисия Ивановна Трофимова, 1994. - 542.
2. Трофимова Т. И. Краткий курс физики с примерами решения задач : учеб. пособие / Т. И. Трофимова, 2007. - 277.
3. Трофимова Т. И. Курс физики : учеб. пособие для инженер.-техн. специальностей вузов / Т. И. Трофимова, 2004. - 557, [1].
4. Трофимова Т. И. Курс физики : учеб. пособие для инженер.-техн. специальностей вузов / Т. И. Трофимова, 2004. - 541.
5. Трофимова Т. И. Сборник задач по курсу физики с решениями : учебное пособие для вузов / Т. И. Трофимова, З. Г. Павлова, 1999. - 589.
6. Трофимова Т. И. Оптика и атомная физика: законы, проблемы, задачи : [Учеб. пособие для втузов] / Т. И. Трофимова, 1999. - 287.
7. Трофимова Таисия Ивановна. Физика. 500 основных законов и формул : справ. для студентов вузов / Таисия Ивановна Трофимова, 1997. - 63.
8. Трофимова Таисия Ивановна. Сборник задач по курсу физики : учеб. пособие для втузов / Таисия Ивановна Трофимова, 1996. - 303.
9. Трофимова Т. И. Физика. 500 основных законов и формул : справ. для студ. вузов / Т. И. Трофимова, 1995. - 63.
10. Трофимова Т. И. Курс физики : учебное пособие для технических специальностей вузов / Т. И. Трофимова, 1990. - 478.
11. Савельев. Курс общей физики Механика. Молекулярная физика, 2006. - 432.
12. Савельев. Курс общей физики [Текст] : в 3-х т. Т. 2 : Электричество и магнетизм. Волны. Оптика, 1978. - 480.
13. Савельев И. В. Сборник вопросов и задач по общей физике : для втузов / И. В. Савельев, 1988. - 288.
14. Савельев Игорь Владимирович. Курс общей физики : учеб. для втузов: В 3т. Т. 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика / Игорь Владимирович Савельев, 1988. - 496.
15. Яворский Б. М. Справочник по физике для инженеров и студентов вузов / Б. М. Яворский, А. А. Детлаф, А. К. Лебедев, 2006. - 1054.
16. Яворский Борис Михайлович. Справочник по физике / Борис Михайлович Яворский, Андрей Антонович Детлаф, 1990. - 622.
17. Детлаф. Курс физики : учебное пособие для вузов: в 3 т. Т. 2 : Электричество и магнетизм, 1977. - 375.
18. Курс физики : для втузов;. Т. 3 / Б. М. Яворский, А. А. Детлаф, 1971. - 534.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Свободно распространяемое программное обеспечение 1. Microsoft Windows (Подписка DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years). Сублицензионный договор №14527/МОС2957 от 18.08.16г.) 2. Microsoft Office 3. Microsoft Office 2007 VLK (поставки 2007 и 2008) 4. MathWorks_MatLabR2010b (Simulink - 30, SimPowerSystems - 30)_511547_eng 5. Интерактивная обучающая система по общей физике (ИОСиФ)

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. 1. Осциллограф четырехканальный 2. модуль Изучение релаксационных колебаний 3. модуль Изучение процесса заряда и разряда конденсатора 4. 313016 Фотометр КФК-3 5. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD 6. модуль Изучение свойств сегнетоэлектриков 7. 13708 Поляриметр МЛР-1 8. 313214 Фотометр КФК-3 9. модуль Изучение затухающих колебаний 10. модуль Изучение магнитного поля соленоида 11. Установка для проведения опыта Франка-Герца с неоновой трубкой РНУВЕ 12. Осциллограф четырехканальный 13. 312259 Вольтметр В7-16А 14. 16001 Скамья оптическая СО-1М 15. 16349 Установка д/определения удельного сопротивления 16. 310422 Скамья оптическая СО-1М 17. 314420 Лабораторный оптический комплект 18. 10345 Скамья оптическая СО-1 19. Осциллограф четырехканальный 20. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD 21. Генератор сигналов функциональный 22. Установка для изучения дифракции электронов РНУВЕ 23. Осциллограф четырехканальный 24. Генератор сигналов функциональный 25. Осциллограф четырехканальный 26. Осциллограф четырехканальный 27. Осциллограф четырехканальный 28. Осциллограф четырехканальный 29. Генератор сигналов функциональный 30. 15834 Хроматограф Хром-5 31. рН-метр (иономер) Эксперт-001-3.0.1(портативный, с термодатчиком и комб. электродом 32. Установка для изучения закона Малюса РНУВЕ 33. 166699 Хроматограф "Хром-5" 34. Пирометр IR- T4 CONDTRON PRO 35. Генератор сигналов функциональный 36. Дрель FO130300JF 55 насадок 37. Интерактивная система /ActivBoard 38. Весы Ohaus SPU-123 39. Влагомер ИВДМ-2 40. Генератор сигналов функциональный 41. Установка "Построение зон Френеля/зонные пластины"РНУВЕ 42. Установка для изучения закона излучения Стефана-Больцмана РНУВЕ 43. Интерактивная система /ActivBoard 44. модуль Магазин сопротивлений 45. Осциллограф четырехканальный 46. Установка для исследования Колец Ньютона РНУВЕ 47. 16000 Монохроматор УМ-2 48. Генератор сигналов функциональный 49. Установка для изучения дифракции на щели и принципа неопределенности Гейзенберга РНУВЕ 50. модуль Определение отношения заряда электрона к массе 51. Печь ЭКПС 10 до 1300С 10л(камера МКРВ.многоступ.микропроцессорный рег.модер.для пиролиза 52. 13035 Фотометр ФОУ 53. 12862 Монохроматор УМ-2 54. 12861 Монохроматор УМ-2 55. Интерактивная система /ActivBoard 56. Установка для определения постоянной Планка при помощи фотоэффекта РНУВЕ 57. модуль Изучение эл.процессов в простых лин.цепях 58. модуль Магазин емкостей 59. модуль Изучение явления взаимной индукции 60. 15180 Хроматограф ЛХМ 80-1 61. 30703-30774 Лабораторное оборудование 62. 12240 Монохроматор УМ-2 63.

Осциллограф четырехканальный 64. модуль Ток в вакууме 65. модуль Изучение связанных контуров 66. Осциллограф четырехканальный 67. Генератор сигналов функциональный 68. Осциллограф четырехканальный 69. Интерактивная система /ActivBoard 70. Генератор сигналов функциональный 71. Осциллограф четырехканальный 72. 312265 Вольтметр В7-16А 73. Моноблок Mitac/USB 2.0 480Gb/s 74. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD 75. Интерактивная система /ActivBoard 76. Генератор сигналов функциональный 77. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD 78. Интерактивная система /ActivBoard 79. Генератор сигналов функциональный 80. Установка для исследования дисперсии и разрешающей способности призмы и дифракционного спектрографа РНУВЕ 81. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD 82. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD 83. Осциллограф четырехканальный 84. Установка для изучения интерференции света РНУВЕ 85. Осциллограф четырехканальный 86. Микроскоп Мир-12 87. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD 88. 311450 Стилоскоп СЛ-13 89. Генератор сигналов функциональный 90. Генератор сигналов функциональный 91. Генератор сигналов функциональный 92. модуль Измерение частоты методом двойной круг.развертки 93. Осциллограф четырехканальный 94. модуль Изучение гистерезиса ферромагнитных материалов 95. Осциллограф четырехканальный 96. модуль Изучение вынужденных колебаний 97. Осциллограф четырехканальный 98. 13915 Скамья оптическая СО-1М 99. Осциллограф четырехканальный 100. Осциллограф четырехканальный 101. Установка для изучения температурной зависимости электропр.твер.тел ФПК-07/РНПО 102. Лабораторная установка "Ядерный магнитный резонанс" 103. Лабораторная установка "Исследования волновой оптики СВЧ-диапазон" 104. Установка для изучения эффекта Холла в полупроводниках ФПК-08/РНПО Русучприбор 105. Установка для изучения эффекта Холла в полупроводниках ФПК-08/РНПО Русучприбор 106. Установка для изучения абсолютно черного тела ФПК-11/РНПО Русучприбор 107. Установка для изучения р-п перехода ФПК-06/РНПО Русучприбор 108. Установка для изучения р-п перехода ФПК-06/РНПО Русучприбор 109. Установка для изучения температурной зависимости электропр.твер.тел ФПК-07/РНПО 110. Установка "Определение отношения теплоемкости воздуха" ФПТ1-6н НПП "Учтех-Профи" 111. Установка "Изучение вязкости воздуха" ФПТ1-1н НПП "Учтех-Профи" 112. Лабораторная установка "Дифракция Электронов" 113. Метеостанция "Электроника-8"/НПО "Рефлектор" 114. Установка для изучения внешнего фотоэффекта ФПК-10/РНПО Русучприбор 115. Метеостанция "Электроника-8"/НПО "Рефлектор" 116. Комплект лабораторных насадок к диспергатору КЭМ-7.5 117. Комплект лабораторных насадок к диспергатору КЭМ-7.5