



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.
Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЕиС
Ю.В. Сомова

03.02.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ФИЗИКА

Направление подготовки (специальность)
27.03.01 Стандартизация и метрология

Направленность (профиль/специализация) программы
Стандартизация, менеджмент и контроль качества

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
заочная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Физики
Курс	1, 2

Магнитогорск
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 901)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Физики
28.01.2025, протокол № 4

Зав. кафедрой



Д.М. Долгушин

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС
03.02.2025 г. протокол № 3

Председатель



Ю.В. Сомова

Согласовано:

Зав. кафедрой Технологии, сертификации и сервиса автомобилей



И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры Физики,



Е.А. Игнатьева

Рецензент:

зав. кафедрой ПМиИ, д-р техн. наук



Ю.А. Извеков

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.М. Долгушин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.М. Долгушин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.М. Долгушин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.М. Долгушин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.М. Долгушин

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Физика» являются: овладение базовыми знаниями, методами анализа и моделирования в классической и современной физике для успешного формирования и развития общепрофессиональных компетенций в области систем и средств автоматизации технологических процессов.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Физика входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

«Физика», «Математика», «Информатика» на базе среднего (полного) общего образования.

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Теоретические основы электротехники

Материалы отрасли

Механика

Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты выпускной квалификационной работы

Химия

Начертательная геометрия и компьютерная графика

Математика

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Физика» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1	Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики
ОПК-1.1	Использует положения, законы и методы в области естественных наук и математики при решении практических задач
ОПК-1.2	Решает стандартные профессиональные задачи с применением методов математического анализа
ОПК-1.3	Применяет естественнонаучные знания и методы математического анализа в профессиональной деятельности
ОПК-2	Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин
ОПК-2.1	Выполняет постановку задач в формализованном виде на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин в области профессиональной деятельности
ОПК-2.2	Выбирает математический аппарат для решения формализованных задач в области профессиональной деятельности

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 11 зачетных единиц 396 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 40,6 акад. часов;
- аудиторная – 36 акад. часов;
- внеаудиторная – 4,6 акад. часов;
- самостоятельная работа – 338,9 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 12,6 акад. час
- подготовка к зачёту – 12,6 акад. час

Форма аттестации - экзамен, зачет, зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Механика								
1.1 Кинематика и динамика поступательного и вращательного движения	1	1		1	30	Проработка лекций, изучение теоретического материала, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, решение индивидуальных контрольных работ	Выполнение контрольной работы № 1	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2
1.2 Законы сохранения в механике		1	2	1	30	Проработка лекций, изучение теоретического материала, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, решение индивидуальных контрольных работ	Выполнение и защита лабораторной работы №1 "Применение законов сохранения для определения скорости полета пули". Выполнение контрольной работы № 1	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
1.3 Механические колебания и волны		1		1	25	Проработка лекций, изучение теоретического материала, подготовка к	Выполнение контрольной работы № 1	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3

						выполнению и обработка результатов лабораторных работ, решение индивидуальных контрольных работ		
Итого по разделу		3	2	3	85			
2. Молекулярная физика и термодинамика								
2.1 Статистическая физика и молекулярно- кинетическая теория	1	1		1	30	Проработка лекций, изучение теоретического материала, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, решение индивидуальных контрольных работ	Выполнение контрольной работы № 1	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
2.2 Термодинамика		1		1	30	Проработка лекций, изучение теоретического материала, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, решение индивидуальных контрольных работ	Выполнение и защита лабораторной работы №14 "Определение показателя адиабаты γ методом Клемана и Дезорма". Выполнение контрольной работы № 1"	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
2.3 Зачет						Проработка лекций, изучение теоретического материала, решение индивидуальных контрольных работ	Зачет	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
Итого по разделу		2		2	60			
3. Волновая и квантовая оптика								
3.1 Интерференция и дифракция световых волн	1	2	2	1	39	Проработка лекций, изучение теоретического материала, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, решение	Выполнение и защита лабораторной работы №34 "Определение длины световой волны и характеристик дифракционной решетки". Выполнение	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2

						индивидуальных контрольных работ	контрольной работы № 2	
3.2 Квантовая оптика	1	1			33,8	Проработка лекций, изучение теоретического материала, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, решение индивидуальных контрольных работ	Выполнение и защита лабораторной работы №36, выполнение контрольной работы № 2	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
3.3 Экзамен						Проработка лекций, изучение теоретического материала	Экзамен	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
Итого по разделу		3	2	1	72,8			
Итого за семестр		8	4	6	217,8		экзамен,зачёт	
4. Электричество и магнетизм								
4.1 Электростатическое поле в вакууме и в веществе	2	0,5		1	12	Проработка лекций, изучение теоретического материала, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, решение индивидуальных контрольных работ	Выполнение контрольной работы № 3	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
4.2 Постоянный электрический ток		1	2	1	10	Проработка лекций, изучение теоретического материала, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, решение индивидуальных контрольных работ	Выполнение и защита лабораторной работы №24 "Расширение предела измерения амперметра и вольтметра постоянного тока". Выполнение контрольной работы № 3 "Электричество и магнетизм. Квантовая, атомная и ядерная физика"	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
4.3 Магнитное поле в вакууме и в веществе		1		1	15,1	Проработка лекций,	Выполнение контрольной	ОПК-1.1, ОПК-1.2,

						изучение теоретического материала, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, решение индивидуальных контрольных работ	работы № 3	ОПК-1.3
4.4 Электромагнитная индукция	2	1		1	12	Проработка лекций, изучение теоретического материала, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, решение индивидуальных контрольных работ	Выполнение контрольной работы № 3	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
4.5 Электрические колебания и переменный ток		1		1	12	Проработка лекций, изучение теоретического материала, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, решение индивидуальных контрольных работ	Выполнение и защита лабораторной работы №28, выполнение контрольной работы № 3	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
Итого по разделу		4,5	2	5	61,1			
5. Квантовая, атомная и ядерная физика								
5.1 Квантовая механика	2	0,4		1	15	Проработка лекций, изучение теоретического материала, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, решение индивидуальных контрольных работ	Выполнение контрольной работы № 3	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
5.2 Физика атома		0,4	2	1	15	Проработка лекций, изучение теоретического материала,	Выполнение и защита лабораторной работы 42 "Определение	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3

						подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, решение индивидуальных контрольных работ	квантовых чисел возбужденного состояния атома водорода". Выполнение контрольной работы № 3	
5.3 Ядерная физика	2	0,5		1	15	Проработка лекций, изучение теоретического материала, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, решение индивидуальных контрольных работ	выполнение контрольной работы № 3	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
5.4 Физика элементарных частиц и современная физическая картина мира		0,2			15	Проработка лекций, изучение теоретического материала, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, решение индивидуальных контрольных работ	Выполнение контрольной работы № 3	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
5.5 Зачёт с оценкой						Проработка лекций, изучение теоретического материала	Зачёт с оценкой	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
Итого по разделу		1,5	2	3	60			
Итого за семестр		6	4	8	121,1		зао	
Итого по дисциплине		14	8	14	338,9		экзамен, зачет, зачет с оценкой	

5 Образовательные технологии

При реализации различных видов учебной работы наиболее эффективные результаты освоения дисциплины «Физика» дают традиционные образовательные технологии, технологии проблемного обучения, интерактивные технологии, информационно-коммуникационные образовательные технологии.

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция - последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

2. Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:

Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

Практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

3. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды.

Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:

Лекция «обратной связи» – лекция–провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками), лекция-беседа, лекция-дискуссия.

4. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых

системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Практическое занятие в форме презентации – представление результатов проектной или исследовательской деятельности с использованием специализированных программных сред.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие : в 3 томах / И. В. Савельев. — 16-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020 — Том 1 : Механика. Молекулярная физика — 2020. — 436 с. — ISBN 978-5-8114-5539-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/142380> (дата обращения: 19.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3 т. Том 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика : учебное пособие для вузов / И. В. Савельев. — 16-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 500 с. — ISBN 978-5-8114-8926-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/185339> (дата обращения: 19.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3-х тт. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / И. В. Савельев. — 14-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 320 с. — ISBN 978-5-507-47045-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/322505> (дата обращения: 19.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Демидченко, В. И. Физика : учебник / В.И. Демидченко, И.В. Демидченко. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 581 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010079-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1913243> (дата обращения: 19.04.2023). – Режим доступа: по подписке.

в) Методические указания:

1. Механика. Пособие по подготовке и выполнению лабораторных работ : учебное пособие [для вузов] / Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2021. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2968>. - ISBN 978-5-9967-2124-5. - Текст : электронный.

2. Кочкин Ю. П. Молекулярная физика и термодинамика: пособие по подготовке и выполнению лабораторных работ : учебное пособие [для вузов] / Ю. П. Кочкин, И. Ю. Богачева ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2022. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. -

URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/20101>. - ISBN 978-5-9967-2518-2. - Текст : электронный.

3. Вечеркин М. В. Электростатика и постоянный ток : практикум / М. В. Вечеркин, О. В. Кривко, Е. В. Макарьева ; МГТУ, Ин-т энергетики и автоматики, Каф. физики. - Магнитогорск : МГТУ, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/580>. - Текст : электронный.

4. Вечеркин М. В. Цепи постоянного тока: практикум по физике : учебное пособие [для вузов] / М. В. Вечеркин, О. В. Кривко ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2022. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/3193>. - ISBN 978-5-9967-2300-3. - Текст : электронный.

5. Савченко Ю. И. Переменный ток : лабораторный практикум / Ю. И. Савченко, О. Н. Вострокнутова, Н. И. Мишенева ; Ю. И. Савченко, О. Н. Вострокнутова, Н. И. Мишенева ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2081>. - ISBN 978-5-9967-1151-2. - Текст : электронный.

6. Физика твердого тела, атома и атомного ядра : учебное пособие [для вузов] / С. А. Бутаков, Д. М. Долгушин, М. А. Лисовская, В. В. Мавринский ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2019. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - Содерж.: Лабораторные работы. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2393>. - ISBN 978-5-9967-1531-2. - Текст : электронный.

7. Кочкин Ю. П. Сборник задач по физике : практикум / Ю. П. Кочкин, И. Ю. Богачева ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2122>. - ISBN 978-5-9967-1162-8. - Текст : электронный.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
Adobe Design Premium CS 5.5 Academic Edition	К-615-11 от 12.12.2011	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа

Оснащение аудиторий:

Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: Лаборатория «Механики, молекулярной физики и термодинамики»

Оснащение аудиторий:

Лабораторные установки, измерительные приборы для проведения лабораторных работ:

1. Баллистические маятники.
2. Маятник Обербека.
3. Физический маятник.
4. Доска Гальтона.
5. Лабораторная установка для исследования распределения термоэлектронов по модулю их скорости.
6. Лабораторная установка для определения показателей адиабаты γ методом Клемана и Дезорма.
7. Лабораторная установка для проверки закона возрастания энтропии в процессе диффузии газов на модели перемешивания шаров.
8. Лабораторная установка для проверки законов возрастания энтропии в процессе теплообмена.
9. Установка лабораторная для изучения зависимости скорости звука от температуры "МФ-СЗ-М"
10. Установка лабораторная для исследования теплоемкости твердого тела "МФ-ТЕТ-М".
11. Установка лабораторная для определения универсальной газовой постоянной "МФ-ОГП-М".
12. Стенд лабораторный газовые процессы.
13. Мерительный инструмент.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: Лаборатория «Электричества и оптики»

Оснащение аудиторий:

Лабораторные установки, измерительные приборы для проведения лабораторных работ:

1. Лабораторная установка для исследования электростатического поля с помощью одинарного зонда.
2. Установка для шунтирования миллиамперметра.
3. Установка лабораторная для определения индуктивности соленоида и магнитной проницаемости.
4. Установка лабораторная для изучения резонанса напряжений и определения индуктивности
5. Лабораторная установка для изучения длины световой волны и характеристик дифракционной решетки.
6. Лабораторная установка для определения радиуса кривизны линзы и длины световой волны с помощью колец Ньютона.
7. Лабораторная установка для определения концентрации растворов сахара и постоянной вращения.
8. Источники питания постоянного тока.
9. Магазин емкостей Time Electronics 1071.
10. Магазин емкости Р-513.

Приложение 1.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Физика» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях.

Примерные варианты контрольных работ:

Контрольная работа № 1 «Механика. Молекулярная физика и термодинамика»

1. Точка движется в плоскости XOY по закону: $x = 2\sin \omega t$, $y = 2(1 + \cos \omega t)$. Найти путь, пройденный телом за 2 с, угол между векторами скорости \mathbf{v} и ускорения \mathbf{a} и траекторию движения $y = f(x)$.

2. Шар скатывается по наклонной плоскости с углом наклона 60° . Какую скорость будет иметь центр шара относительно наклонной плоскости через 2 с, если его начальная скорость была равна нулю?

3. Тело массой $M = 1$ кг, летящее со скоростью $v = 4$ м/с, распадается на два осколка, масса одного из которых $m = 0,6$ кг. Скорость этого осколка перпендикулярна начальной скорости тела и равна $u_1 = 5$ м/с. Чему равен модуль скорости второго осколка?

4. Тонкий однородный стержень длиной $L = 48$ см может вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей на расстоянии $1/3$ его длины от одного из его концов. Определить период T малых колебаний стержня.

5. Газообразный водород, находившийся при температуре $t = 2^\circ\text{C}$ и давлении $p = 10^5$ Па в закрытом сосуде объёмом $V = 5$ л, охладили на $\Delta T = 55$ К. Найти приращение внутренней энергии газа и количество отданного им тепла.

6. Массу $m = 6,6$ г водорода расширили изобарически от объёма V_1 до объёма $V_2 = 2V_1$. Найти изменение ΔS энтропии при расширении.

Контрольная работа № 2 «Волновая и квантовая оптика»

1. На стеклянный клин ($n = 1,5$) падает нормально монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 582$ нм. Преломляющий угол клина равен $20''$. Какое число темных интерференционных полос приходится на единицу длины?

2. Два николя расположены так, что угол между их главными плоскостями составляет $\varphi = 60^\circ$. Во сколько раз уменьшится интенсивность естественного света I_0 при прохождении через оба николя. Коэффициент поглощения света в каждом никеле $k = 0,05$.

3. Фотон с длиной волны $\lambda_1 = 4,3$ пм рассеялся на свободном электроны. Угол рассеяния составил $\pi/2$. Определить энергию рассеянного фотона и энергию, приходящуюся на электрон отдачи.

4. Какую трубку с раствором сахара ($C \cdot \ell$) необходимо поставить между двумя скрещенными поляризаторами, чтобы интенсивность света, вышедшего из второго поляризатора оказалась в 3 раза меньше интенсивности естественного света, падающего на первый поляризатор? Считать, что удельное вращение раствора равно $6,23$ град/(% · м), Трубка поглощает 15% проходящего через нее света, поляризаторы прозрачны. Ответ: $C \cdot \ell = 10$ % · м.

5. Излучение с длиной волны 17,8 нм рассеивается свободными электронами вещества. Наблюдается излучение, рассеянное под углом $\pi/3$. Определить угол между падающим фотоном и электроном отдачи. Ответ: 65° .

6. В спектре излучения огненного шара радиусом 100 м, возни кающего при ядерном взрыве, максимум энергии излучения приходится на длину волны 0,289 мкм. Какова температура шара? Определите максимальное расстояние, на котором будут воспламеняться деревянные предметы, если их поглощательная способность равна 0,7, а теплота воспламенения 5 Дж/см². Время излучения принять равным 10⁻²с. Ответ: 10⁴ К; 1070 м.

Контрольная работа № 3 «Электричество и магнетизм. Квантовая, атомная и ядерная физика»

1. На двух бесконечных параллельных плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями σ_1 и σ_2 . Определить напряженность электрического поля: между плоскостями; вне плоскостей. Построить график изменения напряженности поля вдоль линии, перпендикулярной пластинам. Принять $\sigma_1 = -2\sigma$, $\sigma_2 = \sigma$, где $\sigma = 80$ нКл/м².

2. Два источника с э.д.с. $\varepsilon_1 = 6,5$ В и $\varepsilon_2 = 3,9$ В и одинаковыми внутренними сопротивлениями по 2,0 Ом соединены параллельно и подключены ко внешней цепи сопротивлением 9,0 Ом. Определить токи в элементах и во внешней цепи.

3. Расстояние между двумя длинными параллельными проводами $d = 5$ см. По проводам в одном направлении текут одинаковые токи $I = 30$ А каждый. Найти индукцию В магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии $r_1 = 4$ см от одного и $r_2 = 3$ см от другого провода.

4. Определить частоту вращения прямоугольной рамки, вращающейся в однородном магнитном поле, магнитная индукция которого $B = 0,5$ Тл, если амплитуда наведенной в рамке ЭДС $\varepsilon_{\max} = 10$ В. Площадь рамки $S = 200$ см², а число витков $N = 20$. Ось вращения перпендикулярна вектору магнитной индукции.

5. Оценить с помощью соотношения неопределённостей минимальную кинетическую энергию электрона, движущегося в области, размер которой $L = 10^{-10}$ м.

6. Определить период полураспада висмута $^{210}_{83}\text{Bi}$, если известно, что висмут массой $m = 1$ г выбрасывает $N = 4,6 \cdot 10^{15}$ β -частиц за $t = 1$ с.

Перечень лабораторных работ:

1 семестр

1. Л. р. № 1 «Применение законов сохранения для определения скорости полета пули»
2. Л. р. № 14 «Определение показателя адиабаты γ методом Клемана и Дезорма»

2 семестр

1. Л. р. № 34 «Определение длины световой волны и характеристик дифракционной решетки»
1. Л. р. № 36 «Изучение закономерностей фотоэффекта»

3 семестр

1. Л. р. № 23 «Расширение предела измерения амперметра и вольтметра постоянного тока»
2. Л. р. № 28 «Определение индуктивности соленоида»
3. Л.Р. № 42 «Определение главных квантовых чисел возбужденных состояний атома водорода»

Перечень теоретических вопросов для проработки лекционного материала и самостоятельного изучения:

1 семестр

Кинематика и динамика поступательного и вращательного движения

1. Понятие радиус-вектора, скорости и ускорения материальной точки. Средние и мгновенные величины.
2. Прямая и обратная задачи механики. Роль начальных условий. Перемещение и пройденный путь.
3. Движение по окружности. Угол поворота, угловая скорость и угловое ускорение. Связь угловых и линейных величин.
4. Криволинейное движение. Тангенциальное и нормальное ускорение. Полное ускорение. Угол между скоростью и ускорением.
5. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Первый закон Ньютона.
6. Понятие силы, массы и импульса. Принцип суперпозиции. Основной закон динамики поступательного движения. Третий закон Ньютона.
7. Момент импульса и момент силы относительно точки. Основное уравнение динамики вращательного движения.
8. Вращение вокруг неподвижной оси. Момент инерции твердого тела. Теорема Штейнера.
9. Аналогия характеристик и уравнений поступательного и вращательного движения.

Законы сохранения в механике

1. Интегралы движения. Связь законов сохранения с симметриями пространства и времени.
2. Замкнутая система. Закон сохранения полного импульса системы тел.
3. Закон сохранения полного момента импульса системы тел. Движение в центральном поле.
4. Работа и мощность. Кинетическая энергия поступательного и вращательного движения.
5. Консервативные и диссипативные силы. Работа консервативных и диссипативных сил.
6. Потенциальная энергия. Закон сохранения полной механической энергии.
7. Связь между силой и потенциальной энергией. Два способа описания взаимодействия.
8. Соударение двух тел. Упругий и неупругий удар.

Механические колебания

1. Уравнение гармонических колебаний и его решение.
2. Характеристики колебаний (амплитуда, частота, начальная фаза).
3. Математический и физический маятники.
4. Сложение гармонических колебаний одного направления. Биения.
5. Сложение перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу.
6. Уравнение затухающих колебаний и его решение.
7. Характеристики затухающих колебаний (время релаксации, логарифмический декремент, добротность).
8. Энергия гармонических и затухающих колебаний.
9. Вынужденные колебания. Резонанс.

Упругие волны

1. Поперечные и продольные волны. Характеристики бегущей упругой волны.
2. Скорость распространения упругих волн.
3. Классификация волн по форме волновой поверхности. Плоская, сферическая и цилиндрическая волна.
4. Волновое уравнение. Уравнение луча, уравнение плоской волны, волновое уравнение в общем виде
5. Наложение упругих волн. Стоячая волна и ее особенности.
6. Колебание натянутой струны.

Классическая статистика

1. Макросистема. Статистический и термодинамический подходы к описанию макросистем.
2. Дискретный набор величин. Понятие вероятности и средней величины.
3. Непрерывный набор величин. Функция распределения случайной величины и ее свойства (физический смысл, расчет вероятностей, условие нормировки, расчет средних величин).
4. Распределение молекул по проекциям скоростей. Распределение Гаусса.
5. Распределение молекул по модулю скорости. Распределение Максвелла.
6. Наиболее вероятная, средняя и среднеквадратичная скорости.
7. Распределение молекул идеального газа по высоте в поле тяжести Земли. Распределение Больцмана. Барометрическая формула.

МКТ и первое начало термодинамики

1. Модель идеального газа. Давление и температура с точки зрения МКТ. Уравнение состояния идеального газа.
2. Понятие степеней свободы молекулы. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы.
3. Внутренняя энергия как функция состояния системы.
4. Работа как функция процесса.
5. Первое начало термодинамики.
6. Изотермический, изохорический и изобарический процессы.
7. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона. Политропические процессы.
8. Понятие теплоемкости. Молярная и удельная теплоемкости. Теплоемкость при изопроцессах.

Второе начало термодинамики. Энтропия

1. Направление процессов. Статистический вес макросостояния. Суть необратимости.
2. Второе начало термодинамики. Формулировки Клаузиуса и Кельвина.
3. Энтропия системы и ее свойства. Теорема Нернста.
4. Изменение энтропии в тепловых процессах.
5. Основное уравнение термодинамики. Термодинамические потенциалы.
6. Циклический процесс. Коэффициент полезного действия тепловой машины.
7. Цикл Карно. Теорема Карно. Термодинамическая шкала температур.
8. Статистический смысл энтропии. Формула Больцмана.

2 семестр

Электромагнитные волны

1. Система уравнений Максвелла как обобщение разрозненных явлений

электричества и магнетизма.

2. Свойства уравнений Максвелла. Предсказание существования электромагнитных волн.

3. Волновое уравнение. Скорость распространения волны и показатель преломления среды.

4. Плоская электромагнитная волна и ее основные характеристики.

5. Энергия и импульс электромагнитной волны. Вектор Пойнтинга. Интенсивность.

6. Шкала электромагнитных волн. Особенности оптического диапазона.

7. Естественный и поляризованный свет. Виды поляризации. Степень поляризации частично поляризованного света.

8. Закон Малюса.

9. Поляризация при отражении и преломлении света на границе раздела диэлектриков. Угол Брюстера.

10. Двойное лучепреломление. Устройство призмы Николя.

11. Оптически активные вещества. Вращение плоскости поляризации света при прохождении через оптически активную среду.

Интерференция световых волн

1. Понятие интерференции. Принцип суперпозиции для световых волн. Наблюдаемые и ненаблюдаемые величины.

2. Когерентные и некогерентные волны. Сложение интенсивностей в случае некогерентных и когерентных колебаний.

3. Условия усиления и ослабления света в зависимости от разности фаз интерферирующих волн.

4. Оптический путь светового луча. Способы изменения оптического пути световых волн.

5. Связь оптической разности хода двух волн с разностью фаз. Условия максимума и минимума интерференции в зависимости от оптической разности хода.

6. Схема Юнга. Условия наблюдения интерференции. Координаты светлых и темных полос на экране.

7. Временная и пространственная когерентность.

8. Интерференция в тонких пленках в отраженном и проходящем свете.

9. Схема для наблюдения колец Ньютона. Радиусы светлых и темных колец в отраженном и проходящем свете.

Дифракция и дисперсия световых волн

1. Явление дифракции. Особенность дифракции световых волн. Дифракция Френеля и Фраунгофера.

2. Принцип Гюйгенса-Френеля. Упрощение вычислений с помощью векторной диаграммы.

3. Дифракция Френеля на круглом отверстии. Зоны Френеля.

4. Дифракция Фраунгофера на узкой прямолинейной щели. Условия максимума и минимума. Зависимость интенсивности света от угла дифракции.

5. Дифракционная решетка. Основные характеристики дифракционной решетки. Условия главных максимумов и минимумов и добавочных минимумов.

6. Угловая дисперсия и разрешающая способность дифракционной решетки.

7. Дифракция на пространственной решетке.

8. Физические принципы голографии.

9. Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсия.

10. Волновой пакет. Фазовая и групповая скорости волны.

Квантовая природа излучения

1. Тепловое излучение абсолютно черного тела. Закон Стефана – Больцмана.
2. Закон смещения Вина. Гипотеза Планка.
3. Энергия и импульс фотона. Давление света.
4. Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Красная граница фотоэффекта.
5. Формула Эйнштейна. Релятивистский и нерелятивистский фотоэффект.
6. Тормозное рентгеновское излучение.
7. Эффект Комптона. Формула Комптона.
8. Корпускулярно-волновой дуализм света.

3 семестр

Электростатическое поле

1. Силы в природе. Роль электромагнитного взаимодействия.
2. Электростатическое поле. Электрический заряд. Свойства электрического заряда. Закон Кулона.
3. Напряженность электростатического поля.
4. Принцип суперпозиции электростатических полей для дискретного и непрерывного распределения зарядов.
5. Поток вектора напряженности электростатического поля. Теорема Гаусса.
6. Потенциальность электростатического поля. Принцип суперпозиции для потенциала.
7. Работа по перемещению заряда в электростатическом поле. Теорема о циркуляции.
8. Связь между напряженностью и потенциалом.
9. Геометрическое описание поля. Силовые линии. Эквипотенциальные поверхности.

Диэлектрики и проводники в электрическом поле

1. Электрический диполь. Дипольный момент.
2. Электрическое поле в диэлектрике. Поляризация диэлектрика.
3. Вектор электрического смещения. Диэлектрическая проницаемость вещества. Теорема Гаусса для диэлектриков.
4. Условия на границе раздела двух диэлектриков.
5. Емкость уединенного проводника.
6. Конденсатор. Емкость плоского, сферического и цилиндрического конденсатора.
7. Соединение конденсаторов.
8. Энергия заряженного конденсатора. Плотность энергии электрического поля.
9. Включение конденсатора в электрические цепи.

Постоянный электрический ток

1. Электрический ток. Плотность тока. Уравнение непрерывности.
2. Закон Ома в дифференциальной форме.
3. Закон Ома в интегральной форме для однородного участка цепи. Электрическое напряжение.
4. Сопротивление проводника. Соединение сопротивлений.
5. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Сторонние силы. ЭДС.
6. Правила Кирхгофа для расчета разветвленных цепей.
7. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля-Ленца.
8. Переходные процессы в цепи с конденсатором.

Магнитное поле и электромагнитная индукция

1. Единая природа электрического и магнитного поля.
2. Источники магнитного поля. Магнитное поле движущегося заряда и проводника с током. Закон Био-Савара.
3. Поток и циркуляция вектора индукции магнитного поля. Теорема Гаусса и теорема о циркуляции.
4. Сила Лоренца. Движение заряженной частицы в магнитном поле.
5. Сила Ампера.
6. Магнитное поле в веществе. Намагниченность.
7. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость вещества. Диамагнетики и парамагнетики.
8. Ферромагнетики. Физическая природа ферромагнетизма.
9. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца. Вихревое электрическое поле.
10. Явление самоиндукции. Индуктивность. Соленоид.
11. Энергия контура с током и магнитного поля.

Электрические колебания и переменный ток

1. Колебательный контур. Механизм возникновения электрических колебаний.
2. Энергия электрических колебаний.
3. Затухающие колебания. Характеристики затухающих колебаний.
4. Роль активного сопротивления в колебательном контуре.
5. Вынужденные колебания. Векторная диаграмма напряжений. Резонанс тока. Резонансная частота.
6. Соотношение фаз между внешним напряжением, силой тока и напряжением на различных элементах цепи.
7. Переменный ток. Индуктивное и емкостное сопротивление. Полное сопротивление цепи при переменном токе.
8. Действующие значения силы тока и напряжения. Мощность при переменном токе. Коэффициент мощности.

Элементы квантовой механики

1. Волновые свойства частиц.
2. Длина волны де Бройля. Экспериментальное подтверждение.
3. Принцип неопределенности Гейзенберга. Соотношение неопределенностей.
4. Волновая функция и ее свойства.
5. Основная задача квантовой механики. Уравнение Шрёдингера.
6. Частица в потенциальной яме. Квантование энергии.
7. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект.

Теория Бора и излучение атомов

1. Планетарная модель атома.
2. Постулаты Бора.
3. Излучение атома водорода и водородоподобных систем.
4. Спектральные серии. Формула Бальмера.
5. Спектры многоэлектронных атомов. Закон Мозли.

Атом с точки зрения квантовой механики

1. Квантовые числа, характеризующие положение электрона в атоме.
2. Квантование энергии.
3. Квантование момента импульса.
4. Спин электрона. Полный момент электрона.
5. Схема энергетических уровней атома водорода.
6. Правила отбора при атомных переходах.
7. Заполнение электронных оболочек в многоэлектронных атомах. Принцип Паули.

Квантовая статистика и электропроводность твердых тел

1. Принцип тождественности одинаковых частиц.
2. Бозоны и фермионы. Три вида статистики: классическая, Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака.
3. Свободные электроны. Энергия Ферми.
4. Зонная теория твердых тел.
5. Электропроводность полупроводников. Зависимость проводимости от температуры.
6. Собственная и примесная проводимость полупроводников.
7. Электропроводность металлов. Зависимость сопротивления от температуры.
8. Явление сверхпроводимости. Квантовая теория сверхпроводимости.

Атомное ядро и ядерные реакции

1. Явление радиоактивности. Основной закон радиоактивного распада.
2. Радиоактивные ряды.
3. Состав и характеристики атомного ядра. Ядерные силы.
4. Капельная и оболочечная модели ядер. Радиус ядра.
5. Масса и энергия связи ядра. Удельная энергия связи.
6. Ядерные реакции. Энергия ядерной реакции.
7. Ядерная энергетика.

Особенности радиоактивных распадов

1. Уравнение и энергетическое условие α -распада. Связь энергии α -частицы с периодом полураспада.
2. Туннельный эффект при α -распаде. Спектр α -частиц.
3. Характер спектра γ -излучения.
4. Процессы взаимодействия γ -квантов с веществом.
5. Зависимость интенсивности γ -излучения от толщины слоя вещества. Сравнение проникающей способности различных видов излучения.
6. Три вида β -распада. Энергетический спектр β -частиц. Гипотеза нейтрино.
7. Законы сохранения при β -распаде. Лептоны. Лептонный заряд.

Приложение 2.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ОПК-1 – Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики		
ОПК-1.1	Использует положения, законы и методы в области естественных наук и математики при решении практических задач	<p>Перечень теоретических вопросов к зачету:</p> <p>1 семестр</p> <ol style="list-style-type: none">1. Кинематика поступательного движения. Понятие радиус-вектора, скорости и ускорения. Начальные условия. Прямая и обратная задачи механики.2. Инерциальные системы отсчета. Понятие силы, массы и импульса. Основной закон динамики поступательного движения.3. Законы сохранения в механике. Замкнутая система. Законы сохранения импульса и момента импульса.4. Два способа описания взаимодействия. Движение частицы в одномерном стационарном поле. Связь между силой и потенциальной энергией.5. Общее понятие о волнах. Характеристики бегущей волны. Волновое уравнение плоской волны.6. Постулаты Эйнштейна. Замедление времени. Лоренцево сокращение длины. Релятивистские инварианты. Интервал.7. Макросистема. Микросостояние и макросостояние системы. Статистический подход. Понятие вероятности и средней величины.8. Функция распределения случайной величины. Распределение молекул по проекциям скоростей.9. Модель идеального газа. Давление и температура с точки зрения молекулярно-кинетической теории. Уравнение состояния идеального газа.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>10. Проблема необратимости тепловых процессов. Энтропия системы и ее свойства. Теорема Нернста.</p> <p>11. Статистический вес макросостояния. Суть необратимости. Статистический смысл энтропии. Формула Больцмана.</p> <p>12. Границы применимости модели идеального газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы реального газа.</p> <p>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</p> <p>2 семестр</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Естественный и поляризованный свет. Степень поляризации линейно поляризованного света. Закон Малюса. 2. Поляризация при отражении и преломлении света на границе раздела диэлектриков. Угол Брюстера. Двойное лучепреломление. 3. Способы поляризации естественного света. Призма Николя. Вращение плоскости поляризации света при прохождении через оптически активную среду. 4. Шкала электромагнитных волн. Особенности оптического диапазона. Показатель преломления среды. 5. Когерентные волны. Интерференция световых волн. Сложение интенсивностей в случае некогерентных и когерентных колебаний. 6. Оптическая разность хода. Связь оптической разности хода двух волн с разностью фаз между ними. Условия максимума и минимума. 7. Схема Юнга для наблюдения интерференции. Временная и пространственная когерентность. 8. Интерференция в тонких пленках. Наблюдение колец Ньютона в отраженном и проходящем свете. 9. Явление дифракции. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Принцип Гюйгенса-Френеля.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>10. Дифракция Френеля на круглом отверстии. Зоны Френеля. Графический метод сложения амплитуд</p> <p>11. Дифракция Фраунгофера на узкой прямолинейной щели. Дифракционная решетка как совокупность конечного числа щелей.</p> <p>12. Тепловое излучение тела. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина. Гипотеза Планка.</p> <p>13. Фотоэффект. Законы Столетова. Формула Эйнштейна.</p> <p>14. Фотоны. Давление света. Корпускулярно-волновой дуализм света.</p> <p>15. Рассеяние фотона на свободном электроны. Формула Комптона.</p> <p>Перечень теоретических вопросов к зачету с оценкой:</p> <p>3 семестр</p> <p>1. Силы взаимодействия в природе. Электростатическое поле. Закон Кулона. Напряженность электростатического поля. Принцип суперпозиции.</p> <p>2. Силовые линии. Поток вектора напряженности электростатического поля. Теорема Гаусса.</p> <p>3. Потенциал. Теорема о циркуляции вектора напряженности электростатического поля. Связь между напряженностью и потенциалом.</p> <p>4. Емкость. Конденсаторы. Соединение конденсаторов. Энергия конденсатора. Энергия электрического поля.</p> <p>5. Электрическое поле в диэлектриках. Поляризация.</p> <p>6. Электрический ток. Плотность тока. Уравнение непрерывности. Закон Ома в дифференциальной и интегральной формах.</p> <p>7. Сопротивление проводников. Сторонние силы. Закон Ома в интегральной форме.</p> <p>8. Правила Кирхгофа для расчета разветвленных цепей. Мощность тока. Закон Джоуля-Ленца.</p> <p>9. Единая природа электрического и магнитного поля. Поле движущегося заряда. Принцип суперпозиции магнитных полей. Закон Био-Савара.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>10. Поток и циркуляция вектора индукции магнитного поля. Теорема Гаусса и теорема о циркуляции.</p> <p>11. Сила Лоренца. Сила Ампера.</p> <p>12. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца. Вихревое электрическое поле.</p> <p>13. Явление самоиндукции. Индуктивность. Энергия контура с током. Энергия магнитного поля.</p> <p>14. Колебательный контур. Свободные гармонические и затухающие электрические колебания. Энергия колебаний.</p> <p>15. Вынужденные электрические колебания. Векторная диаграмма напряжений. Резонанс тока.</p> <p>16. Переменный ток. Индуктивное и емкостное сопротивление. Мощность в цепи переменного тока. Действующие значения тока и напряжения.</p> <p>17. Электрическое поле в веществе. Поляризация диэлектрика. Вектор электрического смещения. Диэлектрическая проницаемость вещества.</p> <p>18. Магнитное поле в веществе. Намагниченность. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость вещества. Ферромагнетики.</p> <p>19. Система уравнений Максвелла как обобщение разрозненных явлений электричества и магнетизма. Материальные уравнения.</p> <p>20. Свойства уравнений Максвелла. Предсказание существования электромагнитных волн.</p> <p>21. Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Свойства электромагнитных волн.</p> <p>22. Волновые свойства частиц. Длина волны де Бройля. Экспериментальные подтверждения гипотезы де Бройля.</p> <p>23. Принцип неопределенности. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Особенности процесса измерения в квантовой механике.</p> <p>24. Физическое истолкование волн де Бройля. Волновая функция и ее свойства. Плотность вероятности обнаружения частицы.</p> <p>25. Основная задача квантовой механики. Нестационарное и стационарное</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>уравнение Шрёдингера.</p> <p>26. Частица в одномерной бесконечной прямоугольной потенциальной яме. Квантование энергии. Собственные функции состояния частицы.</p> <p>27. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект.</p> <p>28. Квантовый гармонический осциллятор.</p> <p>29. Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Квантование энергии водородоподобной системы.</p> <p>30. Излучение водородоподобных систем. Спектральные серии атома водорода. Обобщенная формула Бальмера.</p> <p>31. Спектры многоэлектронных атомов. Закон Мозли.</p> <p>32. Уравнение Шредингера для атома водорода. Квантование момента импульса. Правила отбора.</p> <p>33. Спин электрона. Квантовые числа, описывающие состояние электрона в атоме. Кратность вырождения энергетических уровней. Принцип Паули.</p> <p>34. Принцип тождественности одинаковых частиц. Бозоны и фермионы. Квантовые распределения.</p> <p>35. Свободные электроны в металле. Энергия Ферми. Зонная теория твердых тел.</p> <p>36. Электропроводность металлов и полупроводников. Сверхпроводимость.</p> <p>37. Явление радиоактивности. Основной закон радиоактивного распада. Постоянная распада. Период полураспада.</p> <p>38. Состав и характеристики атомного ядра. Капельная модель. Размер и спин ядра.</p> <p>39. Масса и энергия связи атомного ядра. Зависимость удельной энергии связи от массового числа. Оболочечная модель ядра.</p> <p>40. Ядерные реакции. Энергия реакции. Реакции деления и синтеза ядер.</p> <p>41. Три вида β-распада. Энергетический спектр β-частиц. Нейтрино.</p>
ОПК-1.2	Решает стандартные профессиональные задачи с применением методов математического анализа	<p>Примеры практических заданий:</p> <p>1 семестр</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>1. Однородный стержень массой $M = 5$ кг, расположенный вертикально, может вращаться вокруг оси, проходящей через его верхний конец. В середину стержня попадает пуля массой $m = 10$ г, летящая горизонтально со скоростью $v = 10^3$ м/с, и застревает в нём. Определить кинетическую энергию стержня сразу после удара.</p> <p>2. Частица массы $m_1 = 0,1$ кг, движущаяся со скоростью $v = 3$ м/с, испытала упругое соударение с покоившейся частицей массы $m_2 = 0,2$ кг. Определить какую кинетическую энергию приобрела вторая частица, если первая отскочила под прямым углом к своему первоначальному направлению.</p> <p>3. Релятивистский электрон имеет кинетическую энергию $T_e = 0,34$ МэВ. Определить скорость, с которой он движется. Считать энергию покоя электрона $m_e c^2 = 0,511$ МэВ.</p> <p>4. Определить скорость молекул азота, при которой значение функции распределения Максвелла при температуре $T_1 = 400$ К будет таким же, как и для температуры $T_2 = 500$ К.</p> <p>5. Углекислый газ в количестве $\nu = 0,8$ молей нагревают изобарически так, что его объём увеличивается в $n = 3,1$ раза. Определите изменение энтропии в этом процессе.</p> <p>6. Идеальный одноатомный газ совершает цикл, состоящий из двух изохор и двух изотерм. Наибольшая и наименьшая температуры цикла составляют $T_1 = 400$ К и $T_2 = 300$ К, а наибольший объём в $n = 4,5$ раза превышает наименьший. Определите коэффициент полезного действия такого цикла.</p> <p>2 семестр</p> <p>1. Свет с $\lambda = 589$ нм падает нормально на дифракционную решетку с периодом $d = 2,5$ мкм, содержащую $N = 10000$ штрихов. Найти угловую ширину дифракционного максимума второго порядка.</p> <p>2. Пучок естественного света падает на систему из двух последовательно расположенных поляризаторов, угол между плоскостями пропускания которых составляет 30°. Коэффициент поглощения первого поляризатора составляет 10%, а второго – 20%. Какая часть интенсивности света пройдет</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>через эту оптическую систему?</p> <p>3. Черное тело нагрели от температуры 600К до 2400К. Во сколько раз увеличилась общая тепловая энергия, излучаемая телом? На сколько изменилась длина волны, соответствующая максимуму энергии излучения и спектральный состав излучения?</p> <p>4. Определить наименьший задерживающий потенциал, необходимый для прекращения эмиссии с поверхности фотокатода, если он освещается излучением с длиной волны 0,4 мкм, а красная граница для материала катода равна 0,67 мкм</p> <p>5. Фотон с энергией 1 МэВ рассеялся на свободном покоившемся электроне. Найти кинетическую энергию электрона отдачи, если в результате рассеяния длина волны фотона изменилась на 25%</p> <p>3 семестр</p> <p>1. Квадратная проволочная рамка расположена в одной плоскости с длинным прямым проводом так, что две ее стороны параллельны проводу. По рамке и проводу текут одинаковые токи $I = 1$ кА. Определить силу F, действующую на рамку, если ближайшая к проводу сторона рамки находится на расстоянии, равном ее длине.</p> <p>2. Колебательный контур имеет емкость $C = 10$ мкФ, индуктивность $L = 25$ мГн и активное сопротивление $R = 1$ Ом. Через сколько колебаний амплитуда тока в этом контуре уменьшится в e раз?</p> <p>3. Два бесконечно длинных прямых провода скрещены под прямым углом. По проводам текут токи $I_1 = 80$ А и $I_2 = 60$ А. Расстояние d между проводами равно 10 см. определить магнитную индукцию B в точке, одинаково удаленной от обоих проводников.</p> <p>4. Концы цепи, состоящей из последовательно включенных конденсатора и активного сопротивления $R = 110$ Ом, подсоединили к переменному напряжению с амплитудным значением $U_m = 110$ В. При этом амплитуда установившегося тока в цепи $I_m = 0,50$ А. Найти разность фаз между током и подаваемым напряжением.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>5. При движении частицы вдоль оси x скорость ее может быть определена с точностью (ошибкой) до 1 см/с. Найти неопределенность координаты, если частицей является: 1) электрон, 2) дробинка массой 0,1г</p> <p>6. Собственная функция, описывающая состояние микрочастицы в бесконечно глубокой потенциальной яме шириной ℓ, имеет вид $\psi_n(x) = C \sin \frac{\pi n}{\ell} x$. Используя условия нормировки, определить постоянную C.</p> <p>7. Вычислить радиусы первых трех орбит электрона в атоме водорода</p> <p>8. Найти наибольшую и наименьшую длины волн серии Пашена в спектре излучения водорода. Сравнить полученные значения с длинами волн видимого излучения</p> <p>9. Первоначальная масса изотопа иридия $^{192}_{77}\text{Ir}$ равна $m = 5$ г, период полураспада 75 суток. Определите, сколько ядер распадется за 1 секунду в этом препарате. Сколько атомов этого препарата останется через 30 суток и во сколько раз изменится активность препарата за это время?</p> <p>10. В центре солнца протекает термоядерная реакция синтеза гелия из водорода, в которой из четырех протонов образуется ядро He^4 и два позитрона. Запишите эту реакцию. Какие еще частицы образуются в ней?</p> <p>11. Какое количество U^{235} «выгорает» за год в ядерном реакторе с электрической мощностью 1 ГВт и к.п.д. 38%? Считать, что распад ядер урана под действием тепловых нейтронов приводит к образованию изотопов ксенона-141, стронция-92 и трех вторичных нейтронов.</p>
ОПК-1.3	Применяет естественнонаучные знания и методы математического анализа в профессиональной деятельности	<p>Примерный перечень вопросов и заданий по лабораторным работам (1 семестр)</p> <p>№ 1 «Применение законов сохранения для определения скорости полета пули»</p> <p>1. Приведите примеры сил, дающих разные виды потенциальной энергии. Какие из них присутствуют в данной работе? Изобразите схему экспериментальной установки и укажите на ней силы, действующие на все</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>тела, входящие в систему, в каждый момент времени.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Какие величины имели кинетическая и потенциальная энергия системы «пуля+маятник» в различные моменты опыта? Представьте схему изменения кинетической и потенциальной энергии системы. 3. Для каких моментов времени в данном эксперименте можно применять закон сохранения механической энергии, а для каких нельзя и почему? Схема. 4. Для каких моментов времени в данном эксперименте можно применять закон сохранения импульса, а для каких нельзя и почему? Схема 5. Используя законы сохранения получите формулу для расчета скорости полета пули в данной работе. 6. Как производится обработка экспериментальных данных в данной работе. Как определяется доверительный интервал скорости и средняя квадратическая погрешность отклонения маятника? <p>№ 14 «Определение показателя адиабаты методом Клемана и Дезорма»</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Объясните ход эксперимента и результаты расчета. 2. Назовите процессы, происходящие с газом, в ходе эксперимента и изобразите их графически. 3. Запишите уравнения для вывода формулы показателя адиабаты. 4. Продемонстрируйте возможность применения среды Microsoft Excel (или другой среды) для обработки экспериментальных данных. 5. Как в данной работе минимизируется погрешность экспериментальных данных? <p>Примерный перечень вопросов и заданий по лабораторным работам (2 семестр)</p> <p>№ 34 «Определение длины световой волны и характеристик дифракционной решетки»</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Каковы параметры и характеристики дифракционной решетки, применяемой в эксперименте? 2. Получите формулу для определения длины световой волны при

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>дифракции на дифракционной решетке.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Каково практическое применение дифракционных решеток? 4. Как в данной работе минимизируется погрешность экспериментальных данных? <p>№ 36 «Снятие вольтамперных характеристик фотозлемента и определение его чувствительности»</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Проанализируйте полученные в лабораторной работе ВАХ 2. Как определяется постоянная Планка в данном эксперименте? 3. Как в данной работе минимизируется погрешность экспериментальных данных? 4. Как в данной работе рассчитывается погрешность определения постоянной Планка? 5. Продемонстрируйте возможность применения среды Microsoft Excel (или другой среды) для обработки экспериментальных данных. <p>Примерный перечень вопросов и заданий по лабораторным работам (3 семестр)</p> <p>№ 24 «Расширение предела измерения амперметра постоянного тока»</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Каков принцип действия электроизмерительных приборов магнитоэлектрического и электромагнитного типа, применяемы в данной работе? 2. Что называют током полного отклонения и напряжением полного отклонения электроизмерительного прибора? 3. Каким образом включают амперметр и вольтметр в электрическую цепь для измерения тока и напряжения? Продемонстрируйте навыки включения этих приборов в электрическую цепь. 4. Что такое шунт? Для чего и как он используется? Продемонстрируйте использование шунта. 5. Что такое добавочное сопротивление? Для чего и как оно используется?

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>Продemonстрируйте использование добавочного сопротивления.</p> <p>6. Продemonстрируйте возможность применения среды Microsoft Excel (или другой среды) для обработки экспериментальных данных.</p> <p>7. Как в данной работе минимизируется погрешность экспериментальных данных?</p> <p>№ 28 «Определение индуктивности катушки и магнитной проницаемости ферромагнитного тела»</p> <p>1. Какие приборы применялись в данной работе для определения параметров постоянного и переменного тока?</p> <p>2. Получите формулу для расчета полного сопротивления цепи переменного тока, используемой в данной работе (или представленной преподавателем).</p> <p>3. Как определялась индуктивность катушки в данной работе? Каким еще способом можно определить индуктивность?</p> <p>4. Продemonстрируйте возможность применения среды Microsoft Excel (или другой среды) для обработки экспериментальных данных.</p> <p>№ 42 «Определение главных квантовых чисел возбужденных состояний атома водорода»</p> <p>1. Поясните устройство и принцип работы спектроскопа, используемого в данной работе</p> <p>2. Получите формулу для определения главных квантовых чисел возбужденных состояний атома водорода и других водородоподобных атомов</p> <p>3. Что называется градуировочным графиком?</p> <p>4. Продemonстрируйте возможность применения среды Microsoft Excel (или другой среды) для обработки экспериментальных данных</p>
ОПК-2: Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин		
ОПК-2.1	Выполняет постановку задач в формализованном виде на основе знаний профильных разделов	<p>Примеры практических заданий:</p> <p>1 семестр</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ОПК-2.2	<p>математических и естественнонаучных дисциплин в области профессиональной деятельности</p> <p>Выбирает математический аппарат для решения формализованных задач в области профессиональной деятельности</p>	<p>7. Однородный стержень массой $M = 5$ кг, расположенный вертикально, может вращаться вокруг оси, проходящей через его верхний конец. В середину стержня попадает пуля массой $m = 10$ г, летящая горизонтально со скоростью $v = 10^3$ м/с, и застревает в нём. Определить кинетическую энергию стержня сразу после удара.</p> <p>8. Частица массы $m_1 = 0,1$ кг, движущаяся со скоростью $v = 3$ м/с, испытала упругое соударение с покоившейся частицей массы $m_2 = 0,2$ кг. Определить какую кинетическую энергию приобрела вторая частица, если первая отскочила под прямым углом к своему первоначальному направлению.</p> <p>9. Релятивистский электрон имеет кинетическую энергию $T_e = 0,34$ МэВ. Определить скорость, с которой он движется. Считать энергию покоя электрона $m_e c^2 = 0,511$ МэВ.</p> <p>10. Определить скорость молекул азота, при которой значение функции распределения Максвелла при температуре $T_1 = 400$ К будет таким же, как и для температуры $T_2 = 500$ К.</p> <p>11. Углекислый газ в количестве $\nu = 0,8$ молей нагревают изобарически так, что его объём увеличивается в $n = 3,1$ раза. Определите изменение энтропии в этом процессе.</p> <p>12. Идеальный одноатомный газ совершает цикл, состоящий из двух изохор и двух изотерм. Наибольшая и наименьшая температуры цикла составляют $T_1 = 400$ К и $T_2 = 300$ К, а наибольший объём в $n = 4,5$ раза превышает наименьший. Определите коэффициент полезного действия такого цикла.</p> <p>3 семестр</p> <p>6. Свет с $\lambda = 589$ нм падает нормально на дифракционную решетку с периодом $d = 2,5$ мкм, содержащую $N = 10000$ штрихов. Найти угловую ширину дифракционного максимума второго порядка.</p> <p>7. Пучок естественного света падает на систему из двух последовательно расположенных поляризаторов, угол между плоскостями пропускания которых составляет 30°. Коэффициент поглощения первого поляризатора составляет 10%, а второго – 20%. Какая часть интенсивности света пройдет</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>через эту оптическую систему?</p> <p>8. Черное тело нагрели от температуры 600К до 2400К. Во сколько раз увеличилась общая тепловая энергия, излучаемая телом? На сколько изменилась длина волны, соответствующая максимуму энергии излучения и спектральный состав излучения?</p> <p>9. Определить наименьший задерживающий потенциал, необходимый для прекращения эмиссии с поверхности фотокатода, если он освещается излучением с длиной волны 0,4 мкм, а красная граница для материала катода равна 0,67 мкм</p> <p>10. Фотон с энергией 1 МэВ рассеялся на свободном покоившемся электроне. Найти кинетическую энергию электрона отдачи, если в результате рассеяния длина волны фотона изменилась на 25%</p> <p>3 семестр</p> <p>12. Квадратная проволочная рамка расположена в одной плоскости с длинным прямым проводом так, что две ее стороны параллельны проводу. По рамке и проводу текут одинаковые токи $I = 1$ кА. Определить силу F, действующую на рамку, если ближайшая к проводу сторона рамки находится на расстоянии, равном ее длине.</p> <p>13. Колебательный контур имеет емкость $C = 10$ мкФ, индуктивность $L = 25$ мГн и активное сопротивление $R = 1$ Ом. Через сколько колебаний амплитуда тока в этом контуре уменьшится в e раз?</p> <p>14. Два бесконечно длинных прямых провода скрещены под прямым углом. По проводам текут токи $I_1 = 80$ А и $I_2 = 60$ А. Расстояние d между проводами равно 10 см. определить магнитную индукцию B в точке, одинаково удаленной от обоих проводников.</p> <p>15. Концы цепи, состоящей из последовательно включенных конденсатора и активного сопротивления $R = 110$ Ом, подсоединили к переменному напряжению с амплитудным значением $U_m = 110$ В. При этом амплитуда установившегося тока в цепи $I_m = 0,50$ А. Найти разность фаз между током и подаваемым напряжением.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>16. При движении частицы вдоль оси x скорость ее может быть определена с точностью (ошибкой) до 1 см/с. Найти неопределенность координаты, если частицей является: 1) электрон, 2) дробинка массой 0,1г</p> <p>17. Собственная функция, описывающая состояние микрочастицы в бесконечно глубокой потенциальной яме шириной ℓ, имеет вид $\psi_n(x) = C \sin \frac{\pi n}{\ell} x$. Используя условия нормировки, определить постоянную C.</p> <p>18. Вычислить радиусы первых трех орбит электрона в атоме водорода</p> <p>19. Найти наибольшую и наименьшую длины волн серии Пашена в спектре излучения водорода. Сравнить полученные значения с длинами волн видимого излучения</p> <p>20. Первоначальная масса изотопа иридия $^{192}_{77}\text{Ir}$ равна $m = 5$ г, период полураспада 75 суток. Определите, сколько ядер распадется за 1 секунду в этом препарате. Сколько атомов этого препарата останется через 30 суток и во сколько раз изменится активность препарата за это время?</p> <p>21. В центре солнца протекает термоядерная реакция синтеза гелия из водорода, в которой из четырех протонов образуется ядро He^4 и два позитрона. Запишите эту реакцию. Какие еще частицы образуются в ней?</p>

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Согласно учебному плану видами промежуточной аттестации по дисциплине «Физика» являются экзамен (1 курс, зимняя сессия) и два зачета с оценкой (1 курс, летняя сессия; 2 курс, зимняя сессия). Зачет проводится в виде собеседования по теоретическим вопросам.

Экзамен – устный, классический. В каждом билете 2 теоретических вопроса и 1 задача. Для получения оценки «Отлично» или «Хорошо» обязательно правильное решение задачи.

Критерии выставления экзаменационной оценки:

– на оценку **«отлично»** – обучающийся должен показать высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполнять практические задания, свободно оперировать знаниями, умениями, применять их в ситуациях повышенной сложности; обучающийся должен обладать знаниями не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальными навыками решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** – обучающийся должен показать средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации;

– на оценку **«удовлетворительно»** – студент должен показать пороговый уровень сформированности компетенций, то есть он должен иметь знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач; в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** – результат обучения не достигнут, компетенции не сформированы, студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Зачёт с оценкой обучающиеся получают в результате выполнения всех видов работ, предусмотренных при изучении дисциплины. Все виды работ оцениваются преподавателем, согласно установленной рейтинговой шкале для данного семестра. В случае невыполнения обучающимся 20% - 30% от общего числа видов работ, предусмотренных в семестре или при возникновении спорных ситуаций, зачет проводится в форме собеседования по вопросам и заданиям согласно перечню вопросов и практических заданий к зачёту с оценкой.

Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:

– на оценку **«отлично»** – результирующий рейтинг обучающегося должен составлять 85 – 100% от максимальной суммы баллов за семестр. Обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, навыками применения их в ситуациях повышенной сложности;

– на оценку **«хорошо»** – результирующий рейтинг обучающегося должен составлять 70 – 84% от максимальной суммы баллов за семестр. Обучающийся должен показать средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации;

– на оценку **«удовлетворительно»** – результирующий рейтинг обучающегося должен составлять 50 – 69% от максимальной суммы баллов за семестр. Студент должен показать пороговый уровень сформированности компетенций, то есть он должен иметь знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач; в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** – результирующий рейтинг обучающегося составляет менее 50% от максимальной суммы баллов за семестр результат обучения не достигнут, компетенции не сформированы, студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

11. Магазин индуктивностей Time Electronics 1053.
12. Магазины сопротивлений Р-33.
9. Магазин емкостей Time Electronics 1071.
10. Магазин емкости Р-513.
11. Магазин индуктивностей Time Electronics 1053.
12. Магазины сопротивлений Р-33.
13. Мультиметры цифровые MAS-838.
14. Мультиметры АРРА 106,203,205.
15. Осциллограф двухканальный GOS-620 FG.
16. Поляриметр СМ.
17. Мерительный инструмент.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: Лаборатория «Атома, твердого тела, ядра»

Оснащение аудитории:

Лабораторные установки, измерительные приборы для проведения лабораторных работ:

1. Лабораторная установка для "Изучения внешнего фотоэффекта".
2. Установка для изучения спектра атома водорода и определения постоянной Ридберга.
3. Установка лабораторная для определения потенциала возбуждения газа.
4. Установка для определения длины пробега частиц в воздухе.
5. Измерит. скорости счета УИМ2-2.
6. Монохроматоры МУМ-1.
7. Мультиметры АРРА 205, 207.
8. Осциллограф двухканальный GOS-620 FG.
9. Мерительный инструмент.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

Оснащение аудитории:

Интерактивная доска, проектор;

Мультимедийный проектор, экран.

Учебные аудитории для выполнения курсового проектирования, помещения для самостоятельной работы.

Оснащение аудитории:

Персональные компьютеры с пакетом MS Office, с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

Оснащение аудитории:

Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования. Инструменты для ремонта оборудования.