

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФЭСУ

_____/А.В. Бурковский/

2024 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физика»

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль Промышленная теплоэнергетика

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 6 м. / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / очно-заочная / заочная

Год начала подготовки 2024

Автор программы

Заведующий кафедрой

Физики

Руководитель ОПОП

_____/М.Н. Копытин

_____/Т.Л. Тураева

_____/С.В. Дахин

Воронеж 2024

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Обеспечение фундаментальной подготовки по физике, позволяющей будущим специалистам ориентироваться в научно-технической информации, использовать физические принципы и законы, а также результаты физических открытий в тех областях техники, в которых они будут трудиться.

Изучение дисциплины должно способствовать формированию у студентов основ научного мышления, в том числе: пониманию границ применимости физических понятий и теорий; умению оценивать степень достоверности результатов теоретических и экспериментальных исследований; умению планировать физический и технический эксперимент и обрабатывать его результаты с использованием современных методов.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- 1) изучение законов окружающего мира в их взаимосвязи;
- 2) освоение основных физических теорий, позволяющих описать явления в природе, и пределов применимости этих теорий для решения современных и перспективных профессиональных задач;
- 3) ознакомление студентов с историей и логикой развития физики и основных ее открытий;
- 4) изучение назначения и принципов действия основных физических приборов, приобретение навыков работы с измерительными приборами и инструментами и постановки физических экспериментов;
- 5) приобретение навыков моделирования физических процессов и явлений

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Физика» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Физика» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-3 - Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

ОПК-6 - Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-3	Знать физические законы классической механики; молекулярную физику и термодинамику; основные физические величины и законы электричества и магнетизма; основные законы колебаний и волн, волновой оптики; основные законы квантовой оптики и квантовой механики; элементы атомной физики, физики ядра и элементарных частиц, современную физическую картину мира
	Уметь анализировать и описывать физические явления и процессы; применять физические законы для решения практических задач
	Владеть основными методами решения физических задач
ОПК-6	Знать технику безопасности при проведении эксперимента, теорию оценки погрешности измерений
	Уметь проводить экспериментальные исследования и обрабатывать полученные результаты
	Владеть основными приемами обработки и представления полученных данных

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Физика» составляет 8 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		1	2
Аудиторные занятия (всего)	144	54	90
В том числе:			
Лекции	54	18	36
Практические занятия (ПЗ)	54	18	36
Лабораторные работы (ЛР)	36	18	18
Самостоятельная работа	99	54	45
Часы на контроль	45	-	45
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	Зачет	Экзамен
Общая трудоемкость:			
академические часы	288	108	180
зач.ед.	8	3	5

очно-заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		1	2
Аудиторные занятия (всего)	96	48	48
В том числе:			
Лекции	32	16	16
Практические занятия (ПЗ)	32	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	32	16	16
Самостоятельная работа	147	51	96
Часы на контроль	45	9	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	Зачет	Экзамен
Общая трудоемкость:			
академические часы	288	108	180
зач.ед.	8	3	5

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		2	3
Аудиторные занятия (всего)	12	4	8
В том числе:			
Лекции	6	2	4
Практические занятия (ПЗ)	4	2	2
Лабораторные работы (ЛР)	2	-	2
Самостоятельная работа	263	100	163
Часы на контроль	13	4	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	Зачет	Экзамен
Общая трудоемкость:			
академические часы	288	108	180
зач.ед.	8	3	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
I семестр							
1	Механика	Кинематика твердого тела. Основные понятия и законы динамики. Работа, энергия. Законы сохранения импульса, энергии. Динамика вращательного движения.	6	6	8	24	44

2	Механические колебания и волны	Свободные гармонические колебания (пружинный, математический и физический маятники). Затухающие и вынужденные механические колебания. Характеристики колебательных процессов. Механические волны.	4	4	4	10	22
3	Молекулярная физика и термодинамика	Идеальный газ, параметры газа, уравнение состояния идеального газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Распределение энергии по степеням свободы. Внутренняя энергия идеального газа. Молекулярно-кинетическая теория теплоемкости. Уравнение адиабатического процесса. Первое начало термодинамики. Работа в газовых процессах. Тепловые машины.	8	8	6	20	42
II семестр							
4	Электростатика	Характеристики электростатического поля. Принцип суперпозиции полей. Работа в электрическом поле. Проводники и диэлектрики в электрическом поле.	6	6	2	8	22
5	Постоянный электрический ток	Законы Ома, Джоуля-Ленца, правило Кирхгофа.	2	4	2	6	14
6	Электромагнетизм	Индукция магнитного поля. Законы Био-Савара-Лапласа, Ампера. Сила Лоренца. Магнитное поле в веществе. Явление электромагнитной индукции. Самоиндукция. Электромагнитные колебания и волны.	6	8	4	8	26
7	Волновая оптика	Явления интерференции, дифракции, поляризации и дисперсии света.	8	6	4	8	26
8	Квантовая оптика	Тепловое излучение и его законы. Фотоэффект. Эффект Комптона. Давление света.	4	6	2	6	18
9	Квантовая физики	Гипотеза де Бройля. Соотношение неопределенности Гейзенберга. Уравнение Шредингера и его применение.	4	2	2	5	13
10	Строение атома и ядра	Строение атома по Резерфорду. Энергия связи, дефект массы. Строение ядра. Виды распада. Закон радиоактивного распада. Элементарные частицы.	6	4	2	4	16
Итого			54	54	36	99	243

очно-заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
I семестр							
1	Механика	Кинематика твердого тела. Основные понятия и законы динамики. Работа, энергия. Законы сохранения импульса, энергии. Динамика вращательного движения.	6	6	8	23	43
2	Механические колебания и волны	Свободные гармонические колебания (пружинный, математический и физический маятники). Затухающие и вынужденные механические колебания. Характеристики колебательных процессов. Механические волны.	2	2	2	8	14

3	Молекулярная физика и термодинамика	Идеальный газ, параметры газа, уравнение состояния идеального газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Распределение энергии по степеням свободы. Внутренняя энергия идеального газа. Молекулярно-кинетическая теория теплоемкости. Уравнение адиабатического процесса. Первое начало термодинамики. Работа в газовых процессах. Тепловые машины.	8	8	6	20	42
II семестр							
4	Электростатика	Характеристики электростатического поля. Принцип суперпозиции полей. Работа в электрическом поле. Проводники и диэлектрики в электрическом поле.	2	2	2	16	22
5	Постоянный электрический ток	Законы Ома, Джоуля-Ленца, правило Кирхгофа.	2	2	2	32	38
6	Электромагнетизм	Индукция магнитного поля. Законы Био-Савара-Лапласа, Ампера. Сила Лоренца. Магнитное поле в веществе. Явление электромагнитной индукции. Самоиндукция. Электромагнитные колебания и волны.	4	4	4	16	28
7	Квантовая оптика	Тепловое излучение и его законы. Фотоэффект. Эффект Комптона. Давление света.	4	4	4	12	24
8	Строение атома и ядра	Строение атома по Резерфорду. Энергия связи, дефект массы. Строение ядра. Виды распада. Закон радиоактивного распада. Элементарные частицы.	4	4	4	20	32
Итого			32	32	32	147	243

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
2 семестр							
1	Механика	Основные законы механики поступательного и вращательного движения. Работа, энергия, законы сохранения.	1	1	-	50	52
2	Молекулярная физика и термодинамика	Основное уравнение МКТ. Изопроцессы. I и II начала термодинамики.	1	1	-	50	52
3 семестр							
3	Электростатика. Постоянный ток. Электромагнетизм.	Основные законы электрических и магнитных полей.	2	1	2	92	97
4	Волновая и квантовая оптика. Основы ядерной физики.	Корпускулярно-волновой дуализм излучения. Строение атома и ядра.	2	1	-	71	74
Итого			6	4	2	263	275

5.2 Перечень лабораторных работ

N	Студенты выполняют работы в соответствии с индивидуальным графиком по разделам:
1	Механика: <ul style="list-style-type: none"> определение скорости полета пули с помощью баллистического маятника (лабораторная работа №1.6); определение ускорения свободного падения на машине Атвуда (лабораторная работа №1.1); определение упругого модуля сдвига стальной проволоки методом крутильных колебаний (лабораторная работа №1.2); исследование движения тел в жидкости (лабораторная работа №1.10); определение момента инерции методом трифилярного подвеса (лабораторная работа №1.3);

	<ul style="list-style-type: none"> определение момента инерции крестообразного маятника (лабораторная работа №1.5a); определение момента инерции маховика и момента сил трения (лабораторная работа №1.5б).
2	Механические колебания и волны: <ul style="list-style-type: none"> изучение колебаний математического и физического маятников (лабораторная работа №1.12); определение ускорения свободного падения с помощью физического маятника (лабораторная работа №1.11, 1.13); изучение резонансных явлений при колебаниях плоской пружины (лабораторная работа №1.14). определение скорости звука в воздухе методом стоячей волны (лабораторная работа №1.15a); определение скорости звука методом сдвига фаз (лабораторная работа №1.15б).
3	Молекулярная физика и термодинамика: <ul style="list-style-type: none"> определение коэффициента внутреннего трения воздуха при различных температурах (лабораторная работа №1.16); определение удельной теплоемкости воздуха при постоянном давлении (лабораторная работа №1.17); определение отношения теплоемкостей воздуха при постоянном давлении и постоянном объеме (лабораторная работа №1.18a, 1.18б).
4	Электростатика и постоянный ток: <ul style="list-style-type: none"> моделирование электрических полей (лабораторная работа №2.1); определение емкости конденсатора посредством измерения тока разрядки (лабораторная работа №2.2); определение емкости конденсаторов методом Соти (лабораторная работа №2.3). определение ЭДС источника методом компенсации (лабораторная работа №2.4); изучение обобщенного закона Ома (лабораторная работа №2.6). измерение сопротивления проводников мостиком Уитстона (лабораторная работа №2.5).
5	Электромагнетизм: <ul style="list-style-type: none"> определение удельного заряда электрона с помощью магнетрона (лабораторная работа №2.8a); изучение магнитного поля соленоида (лабораторная работа №2.9); изучение явления взаимной индукции (лабораторная работа №2.10); снятие кривой намагничивания и петли гистерезиса с помощью осциллографа (лабораторная работа №2.11); определение точки Кюри ферромагнетика (лабораторная работа №2.12); исследование затухающих электромагнитных колебаний (лабораторная работа №2.14); изучение вынужденных электромагнитных колебаний (лабораторная работа №2.15).
6	Волновая оптика: <ul style="list-style-type: none"> изучение явления интерференции (лабораторная работа №2.20); изучение явления дифракции (лабораторная работа №2.21); изучение поляризованного света (лабораторная работа №2.22).
7	Квантовая физика: <ul style="list-style-type: none"> определение температуры оптическим пирометром (лабораторная работа №3.01); исследование внешнего фотоэффекта (лабораторная работа №3.02); исследование фотоэффекта (лабораторная работа №3.03); изучение спектра атома водорода (лабораторная работа №3.04).
8	Ядерная физика: <ul style="list-style-type: none"> определение длины пробега α-частиц в воздухе (лабораторная работа №3.17); определение интенсивности потока частиц радиоактивного излучения (лабораторная работа №3.18).

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-3	Знать физические законы классической механики; молекулярную физику и термодинамику; основные физические величины и законы электричества и магнетизма; основные законы колебаний и волн, волновой оптики; основные законы квантовой оптики и квантовой механики; элементы атомной физики, физики ядра и элементарных частиц, современную физическую картину мира	Отчет лабораторных работ, решение задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь анализировать и описывать физические явления и процессы; применять физические законы для решения практических задач	Отчет лабораторных работ, решение задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть основными методами решения физических задач	Отчет лабораторных работ, решение задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-6	Знать технику безопасности при проведении эксперимента, теорию оценки погрешности измерений	Отчет лабораторных работ, решение задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь проводить экспериментальные исследования и обрабатывать полученные результаты	Отчет лабораторных работ, решение задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть основными приемами обработки и представления полученных данных	Отчет лабораторных работ, решение задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 1, 2 семестре для очной формы обучения, 1, 2 семестре для очно-заочной формы обучения, 2, 3 семестре для заочной формы обучения по двух/четырёхбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-3	Знать физические законы классической механики; молекулярную физику и термодинамику; основные физические величины и законы электричества и магнетизма; основные законы колебаний и волн, волновой оптики; основные законы квантовой оптики и квантовой механики; элементы атомной физики, физики ядра и элементарных частиц,	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%

	современную физическую картину мира			
	Уметь анализировать и описывать физические явления и процессы; применять физические законы для решения практических задач	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть основными методами решения физических задач	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-6	Знать технику безопасности при проведении эксперимента, теорию оценки погрешности измерений	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь проводить экспериментальные исследования и обрабатывать полученные результаты	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть основными приемами обработки и представления полученных данных	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

или

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-3	Знать физические законы классической механики; молекулярную физику и термодинамику; основные физические величины и законы электричества и магнетизма; основные законы колебаний и волн, волновой оптики; основные законы квантовой оптики и квантовой механики; элементы атомной физики, физики ядра и элементарных частиц, современную физическую картину мира	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь анализировать и описывать физические явления и процессы; применять физические законы для решения практических задач	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	Владеть основными методами решения физических задач	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-6	Знать технику безопасности при проведении эксперимента, теорию оценки погрешности измерений	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь проводить экспериментальные исследования и обрабатывать полученные результаты	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть основными приемами обработки и представления полученных данных	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Укажите характер движения материальной точки, если известно, что нормальное ускорение $a_n = \text{const}$, а тангенциальное ускорение $a_t = 0$.

Ответ: равномерное движение по окружности.

2. Движение тела на плоскости xOy описывается уравнениями $x = t - 3$ и $y = 10 - 2t^2$. По какой траектории движется тело? Чему равен модуль скорости в начальный момент времени?

Ответ: по параболе; 5 м/с

3. Мяч массой m , двигаясь со скоростью v_0 , абсолютно упруго ударяется о стенку под углом α к ее поверхности. Определите, какой импульс получит стенка в результате соударения?

Ответ: $2mv_0 \sin \alpha$

4. Рассчитайте момент инерции однородного стержня массой 10 кг и длиной 1 м относительно оси, проходящей на расстоянии 25 см от одного его конца.

Ответ: 1,46 кг·м².

5. Колебания материальной точки описываются уравнением

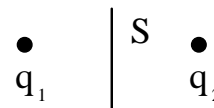
$x=0,02\cos(2\pi t+0,25\pi), \text{м}$. Запишите уравнение проекции ускорения на ось Ox для этой точки.

Ответ: $a_x = -0,08 \cdot \pi^2 \cos(2\pi t+0,25\pi), \text{м/с}^2$.

6. Сравните работу идеального газа при расширении из одного состояния в изотермическом и адиабатном процессах?

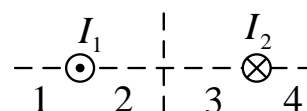
Ответ: В изотермическом процессе газ совершит большую работу.

7. Является ли эквипотенциальной плоскость симметрии S в поле точечных зарядов: а) $q_1=q_2=q$; б) $q_1=+q; q_2=-q$?



Ответ: а) нет; б) да.

8. Два бесконечно длинных прямолинейных проводника с противоположными токами ($I_2=2I_1$) лежат в плоскости, перпендикулярной плоскости рисунка. На каком участке находятся точки, в которых магнитная индукция равна нулю?



Ответ: 1.

9. Как изменится мощность излучения абсолютно черного тела, если длина волны, на которую приходится максимум его испускательной способности, увеличится в 2 раза?

Ответ: уменьшится в 16 раз.

10. Активность A некоторого изотопа за 10 суток уменьшилась на 20%. Определить период полураспада этого изотопа. Ответ: 31 сут.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Тело бросили под углом 60° к горизонту, сообщив ему скорость 20 м/с . Определите радиус траектории через одну секунду после броска. Ответ округлите до целого.

Ответ: 18 м.

2. Пуля массой 10 г летящая горизонтально со скоростью 200 м/с попадает в середину однородного стержня, подвешенного шарнирно за один конец. Определите их общую угловую скорость после соударения. Масса стержня 240 г , длина 40 см .

Ответ: 100 рад/с .

3. Смесь газов состоит из 20 г водорода и 120 г неона. Определите удельную теплоемкость смеси газов при постоянном объеме.

Ответ: $0,21 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$.

4. Определить модуль работы изотермического сжатия газа совершающего цикл Карно, КПД которого $\eta=0,3$, если работа

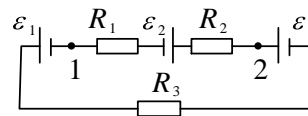
изотермического расширения равна 10 Дж.

Ответ: 7 Дж.

5. В трех вершинах квадрата со стороной 2 см находятся одинаковые точечные заряды по 10 нКл каждый. Определите модуль напряженности и потенциал поля в четвертой вершине.

Ответ: 42,3 кВ/м; 1,2 кВ.

6. Определить разность потенциалов между точками 1 и 2 представленной цепи: $\varepsilon_1 = 2,0$ В, $\varepsilon_2 = 5,0$ В, $\varepsilon_3 = 2,0$ В, $R_1 = 1,0$ Ом, $R_2 = 2,0$ Ом, $R_3 = 2,0$ Ом.



Ответ: -4,4 В.

7. В однородном магнитном поле с индукцией 0,35 Тл равномерно с частотой $n = 480$ об/мин вращается рамка, содержащая $N = 1500$ витков площадью $S = 50$ см². Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции. Определить максимальную ЭДС индукции, возникающую в рамке.

Ответ: 132 В.

8. Если интенсивность естественного света, проходящего через поляризатор и анализатор, уменьшается в 4 раза, то угол между их главными плоскостями равен

Ответ: 45°.

9. При исследовании фотоэффекта с поверхности цинка ($A_{\text{в}} = 4$ эВ) установлено, что при изменении частоты падающего света в 1,2 раза для прекращения фотоэффекта необходимо увеличить задерживающее напряжение в 1,6 раза. Определите частоту излучения в первом эксперименте.

Ответ: $1,45 \cdot 10^{15}$ Гц.

10. Электрон выбит из атома водорода, находящегося в основном состоянии, фотоном с энергией $\varepsilon = 17,7$ эВ. Определите скорость электрона за пределами атома.

Ответ: 1,2 м/с.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

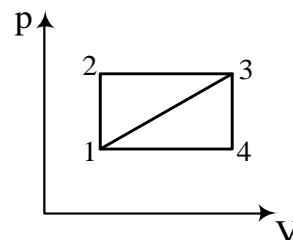
1. Во сколько раз модуль нормального ускорения точки, лежащей на ободе колеса, больше тангенциального ускорения в момент времени, когда полное ускорение составляет угол 30° с направлением линейной скорости.

Ответ: 0,58

2. Пуля массой 10 г летящая горизонтально со скоростью 200 м/с попадает в середину однородного стержня, подвешенного шарнирно за один конец. На какой угол отклонится в результате соударения стержень? Масса стержня 240 г, длина 40 см.

Ответ: $\alpha=0,93 \text{ рад}=53^\circ$.

3. КПД тепловой машины, работающей по циклу 1-2-3-1 равен η_0 (см. рисунок). Найти КПД η тепловой машины, работающей по циклу 1-3-4-1.

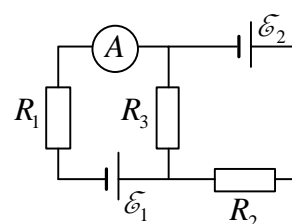


Ответ: $\eta = \frac{\eta_0}{1-\eta_0}$.

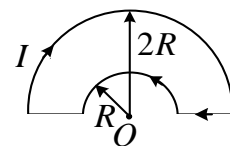
4. Электрическое поле создается бесконечно длинной заряженной нитью с линейной плотностью $\tau = -2 \text{ нКл/см}$. Какую скорость приобретет электрон, удалившись под действием поля вдоль линии напряженности с расстояния $r_1 = 1 \text{ см}$ до $r_2 = 2 \text{ см}$?

Ответ: 3 Мм/с .

5. Батареи имеют ЭДС 110В и 220В , сопротивления $R_1 = R_2 = 100 \text{ Ом}$, $R_3 = 500 \text{ Ом}$ (см. рис.). Найти показание амперметра. Ответ: $0,4\text{А}$.



6. По проводнику, изогнутому как показано на рисунке течет ток I . Запишите выражение для модуля магнитной индукции в точке O .



Ответ: $\frac{\mu_0 I}{8R}$

7. Ток в колебательном контуре зависит от времени как $I=I_m \sin \omega_0 t$, где $I_m=90\text{мА}$, $\omega_0=4,5 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$. Емкость конденсатора $C=0,50\text{мкФ}$. Найти индуктивность контура и напряжение на конденсаторе в момент $t=0$.

Ответ: $L=1\text{мГн}$, $U_m=0,4\text{В}$.

8. Монохроматическое излучение с длиной волны, равной 500 нм , падает нормально на плоскую зеркальную поверхность и давит на нее с силой 10 нН . Определите число фотонов, ежесекундно падающих на эту поверхность.

Ответ: $3,8 \cdot 10^{18}$.

9. Определить скорость электронов, бомбардирующих антикатод рентгеновской трубки, если коротковолновая граница сплошного рентгеновского спектра равна 1 нм .

Ответ: 20 Мм/с .

10. Электрон находится в одномерном потенциальном ящике шириной 1 нм в основном состоянии. Определите вероятность обнаружить электрон в крайней четверти ящика.

Ответ: 9% .

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Кинематика материальной точки и поступательного движения твердого тела.
2. Инерциальные системы отсчета. Законы Ньютона.
3. Импульс тела. Законы изменения и сохранения импульса тела.
4. Механическая работа. Кинетическая энергия и ее связь с работой внешних и внутренних сил.
5. Потенциальная энергия. Связь силы и потенциальной энергии.
6. Закон сохранения и превращения механической энергии
7. Момент импульса частицы. Законы изменения и сохранения момента импульса частицы.
8. Момент инерции твердого тела. Расчет момент инерции тел правильной формы. Теорема Штейнера.
9. Момент силы. Основной закон динамики вращательного движения твердого тела.
10. Момент импульса твердого тела. Закон изменения и сохранения момента импульса.
11. Гармонические колебания и их характеристики. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний и его решение.
12. Дифференциальное уравнение затухающих колебаний и его решение. Характеристики затухающих колебаний.
13. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний и его решение. Резонансные кривые.
14. Физический маятник.
15. Идеальный газ. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. Газовые законы.
16. Распределение Максвелла и распределение Больцмана. Барометрическая формула.
17. Явления переноса.
18. Основы термодинамики. Внутренняя энергия идеального газа. Работа термодинамической системы. Количество теплоты. Теплоемкость. Первый закон термодинамики и его применение к изопроцессам.
19. Обратимые и необратимые процессы. Циклические процессы. Цикл Карно. Коэффициент полезного действия тепловых машин. Второй закон термодинамики.
20. Энтропия и ее статистическая интерпретация. Возрастание энтропии при неравновесных процессах. Границы применимости второго закона термодинамики.

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

1. Электростатическое поле в вакууме и его характеристики (напряженность и потенциал). Принцип суперпозиции полей.
2. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме.

3. Работа электростатического поля. Теорема о циркуляции вектора напряженности электростатического поля.
4. Проводники в электростатическом поле. Емкость уединенного проводника. Емкость конденсатора. Энергия конденсатора.
5. Электрическое поле в диэлектрике. Поляризация диэлектрика. Теорема Гаусса для электрического поля в диэлектрике.
6. Постоянный электрический ток и его характеристики. Законы постоянного тока.
7. Магнитное поле в вакууме. Магнитная индукция. Принцип суперпозиции полей.
8. Закон Био-Савара-Лапласа и его применение к расчету магнитного поля прямого и кругового токов.
9. Теорема Гаусса и теорема о циркуляции вектора магнитной индукции. Поле соленоида и поле тороида.
10. Действие магнитного поля на движущийся заряд, проводник с током и рамку с током.
11. Магнитное поле в веществе. Магнитные моменты атомов. Намагниченность. Теорема о циркуляции для магнитного поля в веществе. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость.
12. Диа- и парамагнетики. Ферромагнетики. Кривая намагничивания. Магнитный гистерезис. Точка Кюри
13. Закон электромагнитной индукции. Самоиндукция, индуктивность. Взаимная индукция. Энергия магнитного поля.
14. Продольные и поперечные волны в упругой среде. Характеристики волн. Уравнение плоской волны. Волновое уравнение. Интерференция света. Расчет интерференционной картины от двух источников.
15. Интерференция в тонких пленках.
16. Дифракция Френеля на круглом отверстии и на круглом непрозрачном диске.
17. Дифракция Фраунгофера на щели.
18. Дифракционная решетка и ее характеристики.
19. Поляризация света. Закон Малюса. Закон Брюстера.
20. Тепловое излучение и его характеристики.
21. Спектр и законы излучения абсолютно черного тела.
22. Квантовая гипотеза. Формула Планка. Оптические пирометры
23. Фотоны. Масса и импульс фотона. Давление света.
24. Внешний фотоэффект и его законы. Уравнение Эйнштейна.
25. Эффект Комптона.
26. Волновые свойства частиц. Гипотеза де Бройля. Экспериментальные подтверждения волновых свойств частиц.
27. Соотношения неопределенностей Гейзенберга.
28. Волновая функция и ее статистическое толкование.

29. Уравнение Шредингера.
30. Движение свободной частицы.
31. Частица в одномерной потенциальной яме. Квантование энергии.
32. Гармонический осциллятор.
33. Прохождение частицы через одномерный потенциальный барьер, туннельный эффект.
34. Квантово-механическая модель атома водорода. Квантовые числа. Схема энергетических уровней атома водорода.
35. Рентгеновские лучи. Сплошной спектр и характеристическое излучение. Закон Мозли.
36. Состав и характеристики атомного ядра. Ядерные силы. Дефект масс. Энергия связи. Удельная энергия связи.
37. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада.
38. Виды и законы радиоактивных процессов.
39. Ядерные реакции. Законы сохранения в ядерных реакциях. Деление ядер. Синтез ядер.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 12 вопросов. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 12.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 4 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 4 до 6 баллов.

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 7 до 9 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 10 до 12 баллов

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Механика	ОПК-3, ОПК-6	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, зачет
2	Механические колебания и волны	ОПК-3, ОПК-6	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, зачет
3	Молекулярная физика и термодинамика	ОПК-3, ОПК-6	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, зачет
4	Электростатика	ОПК-3, ОПК-6	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, экзамен
5	Постоянный электрический ток	ОПК-3, ОПК-6	Тест, контрольная работа,

			защита лабораторных работ, экзамен
6	Электромагнетизм	ОПК-3, ОПК-6	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, экзамен
7	Волновая оптика	ОПК-3, ОПК-6	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, экзамен
8	Квантовая оптика	ОПК-3, ОПК-6	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, экзамен
9	Квантовая физики	ОПК-3, ОПК-6	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, экзамен
10	Строение атома и ядра	ОПК-3, ОПК-6	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, экзамен

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература

1 Трофимова, Т.И.

Курс физики : учеб. пособие. - 8-е изд., стереотип. - М. : Высш. шк., 2004. - 544 с. : ил. - ISBN 5-06-003634-0 : 240.00.

2 Савельев И.В.

Курс общей физики : В 5 кн.: Учеб. пособие. Кн.1 : Механика. - М. : Астрель: АСТ, 2005. - 336 с. : ил. - ISBN 5-17-002963-2 : 131-00.

- 3 **Савельев И.В.**
Курс общей физики : В 5 кн.: Учеб. пособие. Кн.2 : Электричество и магнетизм. - М. : Астрель: АСТ, 2005. - 336 с. : ил. - ISBN 5-17-003760-0 : 131-00.
- 4 **Савельев И.В.**
Курс общей физики : В 5 кн.: Учеб. пособие. Кн. 3 : Молекулярная физика и термодинамика. - М. : Астрель: АСТ, 2005. - 208 с. : ил. - ISBN 5-17-004585-9 : 131-00.
- 5 **Савельев И.В.**
Курс общей физики : В 5 кн.: Учеб. пособие. Кн.4 : Волны. Оптика. - М. : Астрель: АСТ, 2005. - 256 с. : ил. - ISBN 5-17-004586-7 : 131-00.
- 6 **Савельев И.В.**
Курс общей физики : В 5 кн.: Учеб. пособие. Кн. 5 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. - М. : Астрель: АСТ, 2005. - 368 с. - ISBN 5-17-004587-5 : 131-00.
- 7 **Волькенштейн В.С.**
Сборник задач по общему курсу физики. - СПб. : Книжный мир, 2005. - 328 с. - 151-00.
- 8 **Москаленко А.Г.**
Практика решения задач по общей физике: Механика. Молекулярная физика. Термодинамика: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / А. Г. Москаленко, Е. П. Татьяна, Т. Л. Тураева, Т. И. Касаткина. – Воронеж. ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2022. 199 с.

Дополнительная литература

- 1 Методические указания к лабораторным работам по квантовой физике по дисциплине "Физика" для студентов всех специальностей очной формы обучения / Учебно-лабораторный центр кафедр общей физики; Сост.: А. Г. Москаленко, А. Д. Груздев, О. С. Хабарова, Е. П. Татьяна. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2010. - 44 с. - 00-00.
- 2 Электростатика. Постоянный ток. Электромагнетизм [Электронный ресурс] : Контрольные задания по лабораторным работам по дисциплине "Физика" для студентов всех направлений и специальностей очной формы обучения. - Электрон. текстовые, граф. дан. (3,56 Мб). - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2015. - 1 файл. - 00-00.
- 3 Методические указания к лабораторным работам по физике атома и ядра для студентов всех технических направлений очной формы обучения / Каф. физики; Сост.: А. Г. Москаленко, Т. Л. Тураева, О. С. Хабарова, Е. П. Татьяна, М. Н. Гаршина, А. А. Долгачев, Н. В. Матовых. - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2014. - 34 с. - 00-00; 154 экз.
- 4 Квантовая оптика, физика атомов и ядер. Физика полупроводников [Электронный ресурс] : Контрольные задания для зачета по лабораторным работам по дисциплине "Физика" для студентов всех направлений и специальностей очной формы обучения / Каф. физики; Сост.: А. Г. Москаленко, М. Н. Гаршина, Е. П. Татьяна, Т. Л. Тураева, О. И. Ремизова. - Электрон. текстовые, граф. дан. (704 Кб). - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2015. - 1 файл. - 00-00.
- 5 Итоговые тесты по физике [Электронный ресурс] : Контрольные задания для всех технических направлений и специальностей очной формы обучения / Каф. физики; Сост.: А. Г. Москаленко, М. Н. Гаршина, Е. П. Татьяна, Т. Л. Тураева, Е. Н. Пономаренко. - Электрон. текстовые, граф. дан. (4,6 Мб). - Воронеж : ФГБОУ ВПО

- "Воронежский государственный технический университет", 2015. - 1 файл. - 00-00.
- 6 Методические указания к выполнению лабораторных работ по теме "Электромагнетизм" дисциплины "Физика" для студентов всех технических направлений специальностей очной формы обучения / Каф. физики; Сост. А. Г. Москаленко, Т. Л. Тураева, Н. В. Матовых, М. Н. Гаршина, А. Ф. Татаренков, О. И. Ремизова. - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2014. - 55 с. - 00-00; 154 экз.
 - 7 Методические указания к лабораторным работам по волновой оптике по дисциплине "Физика" для студентов всех технических направлений специальностей очной формы обучения / Каф. физики; Сост. А. Г. Москаленко, Т. Л. Тураева, Е. П. Татьянина, Н. В. Матовых, А. Ф. Татаренков. - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2014. - 31 с. - 00-00; 154 экз.
 - 8 Методические указания к выполнению лабораторных работ по разделу "Молекулярная физика и термодинамика" для студентов всех технических направлений и специальностей очной формы обучения / Каф. физики; Сост.: А. Г. Москаленко, М. Н. Гаршина, Н. В. Матовых, Т. Л. Тураева, Б. Г. Суходолов. - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2014. - 44 с. - 00-00; 154 экз.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Электронная информационная образовательная среда ВГТУ, код доступа: <https://old.education.cchgeu.ru>

8.2.1 Программное обеспечение компьютеров для самостоятельной и аудиторной работы:

- Операционные системы семейства MSWindows;
- Пакет программ семейства MS Office;
- Пакет офисных программ OpenOffice;
- Программа просмотра файлов Djview;
- Программа просмотра файлов формата pdfAcrobatReader;
- Интернет-браузеры MozillaFirefox, GoogleChrome

8.2.2 Используемые электронные библиотечные системы:

- Модуль книгообеспеченности АИБС «МАРК SQL», код доступа: <http://bibl.cchgeu.ru/provision/struct/>;
- ЭБС Издательства «ЛАНЬ», код доступа <http://e.lanbook.com/>;
- ЭБС IPRbooks, код доступа: <http://www.iprbookshop.ru>;
- научная электронная библиотека eLIBRARY.RU, код доступа: <http://elibrary.ru/>.

8.2.3 Информационные справочные системы:

- портал федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования, код доступа <http://fgosvo.ru>;
- открытый образовательный ресурс НИЯУ МИФИ, код доступа <http://online.mephi.ru/>;
- открытое образование, код доступа: <https://openedu.ru/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированные лекционные аудитории 327 и 322, оснащенные оборудованием для лекционных демонстраций и проектором, стационарным экраном (учебный корпус, расположенный по адресу: Московский пр., 14)

Учебные лаборатории, оснащенные необходимым оборудованием:

- **Лаборатория “Механики и молекулярной физики”**, ауд. 320 (учебный корпус, расположенный по адресу: Московский пр., 14):
 - баллистический маятник с набором пуль;
 - машина Атвуда;
 - установка для определения упругих характеристик материалов;
 - установка для исследования движения тел в жидкостях;
 - трифилярный подвес с набором дисков;
 - маятник Максвелла;
 - гироскоп;
 - физический и упругий маятники;
 - звуковые генераторы;
 - стенды для выполнения лабораторного практикума по молекулярной физике и термодинамике;
 - специализированная мебель, классная доска
- **Лаборатория “Электромагнетизма и волновой оптики”**, ауд. 326 (учебный корпус, расположенный по адресу: Московский пр., 14):
 - стенд для измерения тока зарядки/разрядки конденсатора;
 - мостик Соти;
 - стенды для исследования параметров простейших электрических цепей;
 - магнетрон;
 - соленоид;
 - набор катушек индуктивности;
 - осциллограф;
 - стенды для исследования электромагнитных колебаний;
 - установка для наблюдения колец Ньютона;
 - источники света, набор дифракционных решеток, оптическая скамья, поляризаторы;
 - специализированная мебель, классная доска

Дисплейный класс, оснащенный компьютерами с необходимым программным обеспечением ауд. 324, 322 (учебный корпус, расположенный по адресу: Московский пр., 14)

Аудитории для проведения практических занятий, оборудованные проекторами,

стационарными экранами и интерактивными досками, ауд. 320а, 322 (учебный корпус, расположенный по адресу: Московский пр., 14) и другие учебные аудитории 317, 318, 323 и др. (учебный корпус, расположенный по адресу: Московский пр., 14)

Помещения для самостоятельной работы студентов:

- ауд. 324 (учебный корпус, расположенный по адресу: Московский пр., 14);
- библиотечный зал (учебный корпус, расположенный по адресу: Московский пр., 14, 1 этаж);
- читальный зал (учебный корпус, расположенный по адресу: Московский пр., 14, ауд 203)

Помещения для хранения и обслуживания оборудования: ауд. 316 (учебный корпус, расположенный по адресу: Московский пр., 14)

Оборудование для натуральных лекционных демонстраций:

- Закон сохранения импульса
- Скамья Жуковского
- Маятник Максвелла
- Гироскоп
- Модель момента силы относительно точки и оси
- Прибор для демонстрации газовых законов
- Электрофорная машина
- Модель стоячей волны
- Набор опытов по интерференции света
- Набор опытов по дифракции света
- Набор опытов по поляризации света
- Модель поляризованного света
- Набор по флюоресценции
- Камера Вильсона

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Физика» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков решения задач. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом, экзаменом, экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.