

*Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Северо-Осетинский государственный университет имени Коста
Левановича Хетагурова»*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Общая физика: лабораторный практикум»**

Направление подготовки 03.03.01 Прикладные математика и физика

Профиль подготовки
«Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии»

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная

Год начала подготовки - 2026

Утверждена в составе ОПОП.

Владикавказ, 2026

1. Структура и общая трудоемкость дисциплины – 8 з.е. (288 ч.)

	Очная форма обучения			
Курс	1		2	
Семестр	1	2	3	4
Лекции	-	-	-	-
Практические занятия	-	-	-	-
Лабораторные занятия	36	36	36	36
Консультации	-	-	-	-
Итого аудиторных занятий	36	36	36	36
Самостоятельная работа	36	36	36	36
Курсовая работа	-	-	-	-
Контроль				
Экзамен	-	-	-	-
Зачет	+	+	+	+
Общее количество часов	72	72	72	72

2. Цели и задачи освоения дисциплины

Цели дисциплины:

-формирование базовых знаний по физике и умения работать в лаборатории для дальнейшего использования в других дисциплинах естественнонаучного содержания; формирование культуры эксперимента, исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся базовых знаний по физике;
- формирование культуры эксперимента: умение работать в лаборатории, знать основные методы эксперимента, устанавливать логические связи между понятиями;
- формирование умений и навыков применять полученные знания для постановки эксперимента, самостоятельного анализа полученных результатов.

3. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Общая физика: лабораторный практикум» относится к дисциплинам обязательной части Блока 1, Б1.О.17.06.

4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых спланируемыми результатами освоения образовательной программы)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций и достижение следующих результатов обучения.

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
--------------------------------	-----------------------------------	---

УК-10 Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	УК-10.2 Знает основные виды и источники возникновения экономических и финансовых рисков и подходы к их снижению.	Знает основные источники возникновения экономических и финансовых рисков при проведении и организации эксперимента и подходы к их снижению.
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов	Способен абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических ситуаций; делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента
ОПК-3Способен составлять и оформлять научные и (или) технические (технологические, инновационные) отчеты (публикации, проекты);	ОПК-3.3 Владеет методами визуального и графического представления результатов научной (научно-технической, инновационной технологической) деятельности в виде отчетов, научных публикаций	Способен представить результаты практических задач математическими методами в графическом виде, в том числе и с помощью прикладных программ.
ПК-3 Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области	ПК-3.2 Знает области и критерии применимости используемых теоретических подходов и умение оценивать точность приближенных аналитических методов вычислений	Знает методику проведения эксперимента; методику обработки полученных результатов.

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

1 семестр

№	Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине	Лаб	Самостоятельная работа студентов		Формы контроля	Литература
			Содержание	часы		
1.	Вводные работы 1 Изучаются систематические и случайные погрешности приборов на примере измерения удельного сопротивления нихромовой проволоки. Исследуются инструментальные погрешности аналоговых и цифровых приборов, законы сложения погрешностей, погрешность при получении прямой методом наименьших квадратов	2	Подготовка к защите работы	2	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]
2.	Вводные работы 2 На примере космического излучения, регистрируемого счетчиком Гейгера, изучаются основные методы статистической обработки данных. Изучаются основные свойства нормального распределения и распределения Пуассона. Исследуется зависимость среднеквадратичного отклонения данных от числа измерений.	2	Подготовка к защите работы	2	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]
3.	Изучение электронного осциллографа	4	Подготовка к защите работы	4	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]

	фа Изучается устройство и принцип работы электронного осциллографа. Измеряются параметры простейших колебаний — амплитуда, фаза и частоты. Исследуется влияние амплитудно-частотной и фазово-частотной характеристик на результат измерений с помощью осциллографа				шение задач	
4.	Определение моментов инерции твердых тел с помощью трифилярного подвеса. С помощью трифилярного подвеса измеряются периоды крутильных колебаний тел различной формы. По измеренным периодам вычисляются моменты инерции тел, значения которых сравниваются с полученными из расчетов по их геометрическим размерам. Экспериментально проверяется аддитивность моментов инерции и теорема Гюйгенса—Штейнера.	4	Подготовка к защите работы	4	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]
5.	Экспериментальная проверка закона вращательного движения на крестообразном маятнике Обербека. С помощью крестообразного маятника, к оси которого подвешиваются грузы	4	Подготовка к защите работы	4	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]

	различной массы, исследуется основной закон вращательного движения. Экспериментально проверяются соотношения для моментов инерции цилиндров и зависимости момента инерции от расстояния до оси вращения. Исследуется влияние сопротивления воздуха на искажение результатов опыта.					
6.	Определение ускорения свободного падения при помощи оборотного маятника. Изучение физического маятника. С помощью физического маятника в форме длинного стержня и оборотного маятника с подвижными грузами исследуются основные законы колебательного движения. Измеряются периоды колебаний маятников, исследуются зависимость периода от амплитуды колебаний и затухания. По значению периода измеряется ускорение свободного падения с высокой точностью.	4	Подготовка к защите работы	4	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]
7.	Определение модуля Юнга. Исследуются малые упругие деформации растяжения/сжатия, изгиба и кручения для различных материалов (сталь, латунь, различные породы дерева). По значению деформации вычисляется модуль соответствующего материала различными способами.	4	Подготовка к защите работы	4	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]

8.	Исследование прецессии уравновешенного гироскопа. Исследуются законы движения быстровращающихся оссимметричных тел (гироскопов). По скорости прецессии гироскопа под действием постоянного момента сил определяется скорость вращения ротора. Момент инерции ротора определяется методом крутильных колебаний при сравнении с эталонным телом. По опускании оси гироскопа измеряется момент силы трения в оси гироскопа.	4	Подготовка к защите работы	4	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]
9.	Изучение колебаний струны. Исследуются стоячие волны, возбуждаемые на натянутой стальной струне с закрепленными концами. Измеряются резонансные частоты в зависимости от силы натяжения нити, из чего определяется скорость распространения волн на струне и её линейная плотность. Регистрация колебаний проводится с помощью электромагнитного датчика, подключенного к электронному осциллографу. По ширине резонанса измеряется добротность колебательной системы.	4	Подготовка к защите работы	4	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]

10	Исследование свободных колебаний связанных маятников. Исследуются особенности колебаний системы из двух связанных маятников. Измеряются собственные частоты колебаний и исследуются собственные моды колебаний. Исследуется зависимость характера колебаний от константы связи маятников.	4	Подготовка к защите работы	4	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]
Итого		36		36		

2 семестр

№	Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине	Лаб	Самостоятельная работа студентов		Формы контроля	Литература
			Содержание	часы		
1.	Стационарное течение (Бернулли, Пуазейль). Изучаются свойства стационарных течений жидкостей и газов. Расход жидкости измеряется расходомерами Пито и Вентури. По зависимости расхода газа от перепада давления на участке трубы измеряется вязкость газа. По отклонению от закона Пуазейля определяется критическое число Рейнольдса, соответствующее переходу от ламинарного течения к турбулентному.	4	Подготовка к защите работы	2	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]

2.	Вязкость жидкости, энергия активации. По вертикальному падению пробных шариков в вертикальной колбе, заполненной глицерином, измеряется коэффициент вязкости жидкости в зависимости от температуры. По установившейся скорости падения проверяется формула Стокса для силы сопротивления в вязкой жидкости. По температурной зависимости вязкости определяется энергия активации для молекул жидкости. Энергия активации сравнивается с энергией связи, теплотой испарения и энергией поверхностного натяжения.	4	Подготовка к защите работы	2	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]
3.	Вакуум. Изучаются основные методы получения и измерения вакуума. Исследуется закон откачки в вязкостном режиме при откачке форвакуумным насосом и закон откачки в кнудсеновском режиме при высоком вакууме (с помощью диффузионного масляного или турбомолекулярного насосов). Измерение низкого вакуума проводится масляным, термопарным и терморезисторным вакуумметрами. Высокий вакуум измеряется иони-	4	Подготовка к защите работы	4	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]

	зационным и магнетронным вакуумметрами.					
4.	Диффузия. Исследуется взаимная диффузия воздуха и гелия через тонкую трубку, соединяющую два сосуда. Концентрации газов измеряются терморезисторным датчиком по разности теплопроводности смеси. Исследуется применимость закона Фика и зависимость коэффициента взаимной диффузии от давления	4	Подготовка к защите работы	4	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]
5.	Теплопроводность. Исследуется зависимость коэффициента теплопроводности воздуха от температуры и давления. Измерения проводятся по нагреву проволоки, заключенной в цилиндрическую воздушную оболочку. Температура внешней оболочки контролируется термостатом, температура проволоки определяется по зависимости сопротивления материала проволоки от температуры. При низком давлении исследуется явление температурного скачка вблизи проволоки.	4	Подготовка к защите работы	4	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]

6.	Молекулярные явления. Исследуются молекулярные процессы в сильно разреженных газах. Изучается процесс электрооткачки — поглощения частиц газа анодом в результате ионизации электронным ударом. Измеряется давление насыщенных паров тугоплавких металлов по изменению давления при нагреве током образца в вакууме.	4	Подготовка к защите работы	4	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]
7.	Определение СР/CV газов. Измеряется показатель адиабаты методами Клемана-Дезорма и акустического резонанса. Вычисляется значение скорости звука. Измеряются параметры и их зависимость от температуры для воздуха и углекислого газа.	4	Подготовка к защите работы	4	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]
8.	Фазовые переходы. С помощью ртутного манометра и термостата измеряется зависимость давления насыщенных паров от температуры для воды и спирта. По полученной зависимости вычисляется теплота парообразования соответствующих жидкостей.	4	Подготовка к защите работы	4	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]
9.	Теплоемкость. Измеряется теплоёмкость твердых тел и теплоемкость газов при постоянном давлении для различных расходов. Темпе-	4	Подготовка к защите работы	4	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]

	ратура твердого тела измеряется по зависимости сопротивления нагревателя от температуры. Температура газа измеряется термопарой.					
Итого		36		36		

3 семестр

№	Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине	Лаб	Самостоятельная работа студентов		Формы контроля	Литература
			Содержание	часы		
1.	Магнитометр. Абсолютный вольтметр. Моделирование электрических полей. Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли, и установление количественного соотношения между единицами электрического тока и напряжения в системах СИ и СГС. Изучение электростатических полей прямоугольного кабеля, плоского конденсатора, четырех заряженных цилиндров на электропроводной бумаге.	4	Подготовка к защите работы	2	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]
2.	Спектры электрических сигналов. Волновод. Синтез электрических	4	Подготовка к защите работы	2	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]

	сигналов. Изучение спектрального состав периодических электрических сигналов. Изучение возможности синтеза периодических электрических сигналов при ограниченном наборе спектральных компонент. Ознакомление с особенностями распространения электромагнитных волн в волноводе, аппаратурой и методами измерения основных характеристик протекающих при этом процессов.					
3.	Магнетрон (и фокусировка). Закон трёх вторых. Опыт Милликена. Определение отношения заряда электрона к его массе методом магнитной фокусировки и методом магнетрона. Определение удельного заряда электрона на основе закона «трёх вторых» для вакуумного диода. Измерение элементарного заряда методом масляных капель по их движению в воздухе под действием силы тяжести и вертикального электрического поля.	4	Подготовка к защите работы	4	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]
4.	Сдвиг фаз в цепи переменного тока. Резонанс напряжений. Резонанс токов. Изучение влияния активного сопротивления, индуктивности и ёмкости на	4	Подготовка к защите работы	4	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]

	сдвиг фаз между током и напряжением в цепи переменного тока. Исследование резонансов напряжений и токов в последовательном и в параллельном колебательном контурах с изменяемой ёмкостью, получение амплитудно-частотных и фазово-частотных характеристик, определение основных параметров контуров.					
5.	Эффект Холла в полупроводниках. Эффект Холла в металлах. Магнетосопротивление полупроводников. Исследование зависимости ЭДС Холла от величины магнитного поля при различных токах через образец для определения константы Холла. Измерение подвижности и концентрации носителей заряда в полупроводниках и металлах. Измерение зависимости сопротивления полупроводниковых образцов различной формы от индукции магнитного поля.	4	Подготовка к защите работы	4	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]
6.	Свободные колебания. Вынужденные колебания. Дробовой шум. Колеб. контур с нелинейной ёмкостью. Исследование свободных и вынужденных колебаний в электрическом колебательном контуре. Измерение заряда электрона по дробовому шуму. Изучение резонансных свойств нелинейного	4	Подготовка к защите работы	4	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]

	колебательного контура					
7.	Баллистический гальванометр. Изучение работы высокочувствительного зеркального гальванометра магнито-электрической системы в режимах измерения постоянного тока и электрического заряда.	4	Подготовка к защите работы	4	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]
8.	Релаксационный генератор. Тлеющий разряд. Высокочастотный разряд. Исследование релаксационного генератора на стабилитроне. Изучение вольт-амперной характеристики нормального тлеющего разряда. Изучение свойств плазмы высокочастотного газового разряда в воздухе методом зондовых характеристик.	4	Подготовка к защите работы	4	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]
9.	Петля гистерезиса (динамический метод). Петля гистерезиса (статический метод). Параметрон. Двойное ярмо. Изучение петель гистерезиса различных ферромагнитных материалов в переменных полях. Измерение начальной кривой намагничивания ферромагнетиков и предельной петли гистерезиса для образцов тороидальной формы, изготовленных из чистого железа или стали.	4	Подготовка к защите работы	4	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]

	Изучение параметрических колебаний в электрической цепи.					
Итого		36		36		

4 семестр

№	Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине	Лаб	Самостоятельная работа студентов		Формы контроля	Литература
			Содержание	часы		
1.	Кольца Ньютона. Интерферометр Жамена. Интерферометр Релея. Интерференционное измерение кривизны стеклянной поверхности с помощью колец Ньютона. Интерференционные измерения показателей преломления газов с помощью интерферометров Жамена и Релея.	4	Подготовка к защите работы	2	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]
2.	Центрированные оптические системы. Моделирование оптических приборов. Рефрактометр Аббе. Изучение методов определения фокусных расстояний линз и сложных оптических систем. Определение характеристик оптической системы, составленной из тонких линз. Изучение сферической и хроматической аберраций. Изучение моделей зрительных труб Кеплера и Галилея и модели микроскопа. Измерение	4	Подготовка к защите работы	2	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]

	показателей преломления твёрдых и жидких тел в монохроматическом свете с помощью рефрактометра Аббе.					
3.	Изучение лазера. Изучение основных принципов работы гелий-неонового лазера, свойств лазерного излучения и измерение усиления лазерной трубки. Исследование состояния поляризации излучения лазера на исследуемой трубке. Наблюдение модовой структуры лазерного излучения.	2	Подготовка к защите работы	2	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]
4.	Дифракция света. Исследование явления дифракции Френеля и Фраунгофера на щели. Изучение влияния дифракции на разрешающую способность оптических инструментов.	4	Подготовка к защите работы	4	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]
5.	Поляризация. Ознакомление с методами получения и анализа поляризованного света. Определение показателя преломления эбонита через угол Брюстера. Исследование характера поляризации света в преломлённом и отражённом от стопы лучах. Исследование интерференции поляризованных лучей. Определение направления вращения светового вектора в эллиптически поляризованной волне.	4	Подготовка к защите работы	4	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]
6.	Интерференция волн СВЧ. Изучение интерференции электромагнитных волн миллиметрового диапазона с применением двух оптических интер-	4	Подготовка к защите работы	4	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]

	ференционных схем. Экспериментальное определение длины волны излучения и показателя преломления диэлектрика. Экспериментальная проверка закона Малюса.					
7.	Дифракционные решётки (гониометр). Знакомство с работой и настройкой гонометра и определение спектральных характеристик амплитудной решётки. Исследование спектра ртутной лампы. Определение спектральных характеристик фазовой решётки (эшелетта).	4	Подготовка к защите работы	4	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]
8.	Двойное лучепреломление. Изучение зависимости показателя преломления необыкновенной волны от направления в двоякопреломляющем кристалле. Определение главных показателей преломления в кристалле.	2	Подготовка к защите работы	2	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]
9.	Дифракция на ультразвуковых волнах. Изучение дифракции света на синусоидальной акустической решётке и наблюдение фазовой решётки методом тёмного поля.	4	Подготовка к защите работы	4	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]
10	Разреш. способность микроскопа (метод Аббе). Определение дифракционного предела разрешения объектива микроскопа ме-	2	Подготовка к защите работы	2	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]

	тодом Аббе. Определение периода решёток по их пространственному спектру, по изображению, увеличенному с помощью модели микроскопа, а также, по оценке разрешающей способности микроскопа. Пространственная фильтрация и мультиплицирование.					
11	Эффект Поккельса. Исследование интерференции рассеянного света, прошедшего кристалл. Наблюдение изменения характера поляризации света при наложении на кристалл электрического поля.	2	Подготовка к защите работы	2	Контрольные вопросы по теме, решение задач	[1-14]
Итого		36		36		

Примечания:

- Все виды учебной работы могут проводиться дистанционно на основании локальных нормативных актов.
- В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины может осуществляться через индивидуальные консультации преподавателя очно, в часы консультаций, по электронной почте, а также платформы дистанционного обучения Moodle, личный кабинет студента на сайте СОГУ, других элементов ЭИОС СОГУ.

6. Образовательные технологии

Согласно учебному плану в ходе преподавания дисциплины используются традиционные образовательные технологии: лекции, семинарские занятия, самостоятельная работа студентов.

Также при проведении занятий и самостоятельной работе студентов могут быть использованы:

- *интерактивные технологии* («мозговой штурм», дебаты, коллоквиумы, презентационный метод, работа в группах и др.);
- *технологии контекстного обучения* – система дидактических форм, методов и средств, направленная на моделирование содержания будущей профессиональной деятельности специалиста (анализ конкретных ситуаций, методы работы с информационными базами данных, моделирование исторических ситуаций и др.);
- *технологии электронного обучения* (реализуется при помощи электронной образовательной среды СОГУ при использовании ресурсов ЭБС, при проведении автоматизированного тестирования и т. д.).

Все виды учебной работы могут проводиться дистанционно на основании локальных нормативных актов.

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение дисциплины может осуществляться через индивидуальные консультации преподавателя очно, в часы консультаций, по электронной почте и с использованием платформ дистанционного обучения (ЭИОС СОГУ).

7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы.

Самостоятельная работа обучающихся является одним из видов учебных занятий. Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

К видам самостоятельной работы при изучении данной дисциплины относится: написание докладов, подготовка презентаций, самостоятельное изучение литературы по теме и составление по ней конспектов, работа со справочными материалами (терминологическими и иными словарями, энциклопедиями) и т.д.

Темы и формы внеаудиторной самостоятельной работы, ее трудоёмкость содержатся в разделе 5, табл. 5.1.

Методические рекомендации по дисциплине прилагаются.

Методические рекомендации по выполнению контрольной работы

Критерии оценки контрольной работы могут быть как общие, так и частные. К общим критериям можно отнести следующие:

- соответствие контрольной работы теме;
- глубина и полнота раскрытия темы;
- адекватность передачи содержания первоисточника; логичность, связность; доказательность;
- структурная упорядоченность (наличие введения, основной части, заключения, их оптимальное соотношение);
- оформление (наличие плана, списка литературы, культура цитирования, сноски и т. д.); языковая правильность.

Частные критерии относятся к конкретным структурным частям контрольной работы: введению, основной части, заключению.

1. Критерии оценки введения: наличие обоснования выбора темы, ее актуальности; наличие сформулированных целей и задач работы; наличие краткой характеристики первоисточников.

2. Критерии оценки основной части: структурирование материала по разделам, параграфам, абзацам; наличие заголовков к частям текста и их соответствие содержанию; проблемность и разносторонность в изложении материала; выделение в тексте основных понятий и терминов, их толкование; наличие примеров, иллюстрирующих теоретические положения.

3. Критерии оценки заключения: наличие выводов по результатам анализа; выражение своего мнения по проблеме; наличие приложения: рисунков и схем (при необходимости).

Все требования к контрольной работе сообщаются задолго до его написания. Общая оценка за контрольную работу выставляется следующим образом: от 65% до 80% - «удовлетворительно»; 80-90% - «хорошо»; 90-100% - «отлично».

Методические указания для преподавателей по проведению практических занятий

В начале занятия рекомендуется рассмотреть соответствующий теоретический материал. Затем идет практический разбор изучаемого материала, решаются задачи из сборников по введению в языкознание, разбирается каждый конкретный пример.

В начале практического занятия следует обратить на теоретические вопросы по теме занятия. Первоначально идет изложение теоретического материала темы занятия. Затем в ряде вопросов преподавателя следует сконцентрировать внимание на основных идеях темы занятия. Вопросы должны включать в себя различные вариации элементарных ситуаций, отображающих основные идеи темы занятия в их взаимной взаимосвязи. Задаваемые вопросы должны быть конкретными и максимально проявлять в студентах их сообразительность.

После предварительной части следует начинать разбирать вопросы, имеющие более длинные сценарии взаимодействия основных идей темы занятия.

Устный опрос требует от преподавателя большой предварительной подготовки: тщательного отбора содержания, всестороннего продумывания вопросов, задач и примеров, которые будут предложены, путей активизации деятельности всех студентов группы в процессе проверки, создания на занятии деловой и доброжелательной обстановки.

Различают фронтальный, индивидуальный и комбинированный опрос.

Фронтальный опрос проводится в форме беседы преподавателя с группой. Он органически сочетается с повторением пройденного, являясь средством для закрепления знаний и умений. Его достоинство в том, что на активную умственную работу можно вовлечь всех студентов группы. Для этого вопросы должны допускать краткую форму ответа, быть лаконичными, логически взаимосвязанными друг с другом, даны в такой последовательности, чтобы ответы студентов в совокупности могли раскрыть содержание раздела, темы. С помощью фронтального опроса преподаватель имеет возможность проверить выполнение студентами домашнего задания, выяснить готовность группы к изучению нового материала, определить сформированность основных понятий, усвоение нового учебного материала, который был только что разобран на занятии.

Индивидуальный опрос предполагает обстоятельные, связные ответы студентов на вопрос, относящийся к изучаемому учебному материалу, поэтому он служит важным учебным средством развития речи, памяти, мышления студентов. Чтобы сделать такую проверку более глубокой, необходимо ставить перед студентами вопросы, требующие развернутого ответа.

Вопросы для индивидуального опроса должны быть четкими, ясными, конкретными, емкими, иметь прикладной характер, охватывать основной, ранее пройденный материал программы. Их содержание должно стимулировать студентов логически мыслить, сравнивать, анализировать, доказывать, подбирать убедительные примеры, устанавливать

причинно-следственные связи, делать обоснованные выводы и этим способствовать объективному выявлению знаний студентов.

Вопросы обычно задают всей группе и после небольшой паузы, необходимой для того, чтобы студенты поняли его и приготовились к ответу, вызывают для ответа конкретного студента.

Письменная проверка, наряду с устной, является важнейшим методом контроля знаний, умений и навыков студентов. Однородность работ, выполняемых студентами, позволяет предъявлять ко всем одинаковые требования, попытается объективность оценки результатов обучения. Применение этого метода дает возможность в наиболее короткий срок одновременно проверить усвоение учебного материала всеми студентами группы, определить направления для индивидуальной работы с каждым.

Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе (выполнение домашних заданий).

8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, рубежной аттестации и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Рабочая программа предусматривает проведение лекционных и практических занятий, а также следующие виды работ: самостоятельную работу студентов по подготовке устных сообщений, написанию докладов, подготовку презентаций и обсуждений по темам дисциплины - работу в активной и интерактивной формах.

Рабочая программа предполагает текущий и промежуточный контроль знаний.

Текущий контроль – это непрерывно осуществляемый мониторинг уровня усвоения знаний и формирования умений и навыков в течение семестра или учебного года. Текущий контроль знаний, умений и навыков студентов осуществляется в ходе учебных (аудиторных) занятий, проводимых по расписанию. Формами текущего контроля выступают опросы на занятиях с целью проверки наличия знаний, необходимых для усвоения нового материала или для выяснения степени усвоения изложенного материала; рефераты, доклады, презентации, контрольные работы и др.

Рубежный контроль осуществляется по окончании изучения материала в конце семестра в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля или дисциплины в целом.

8.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Основными формами *текущего контроля* знаний по дисциплине являются:

- выполнение практических работ;
- задания по теме, вынесенной на самостоятельное изучение;
- проверка домашнего конспекта.

Форма *рубежного контроля*: тест

Формы *промежуточной аттестации*: зачет/экзамен.

Формы контроля и критерии оценивания

Эт ап	Форма контро- ля	Критерии оценивания (процент от максимального кол-ва баллов)			
		86-100 %	71–85%	50–70%	Менее 50%
		отлично / зачет	хорошо / зачет	удовлетвори- тельно / зачет	неудовлетвори- тельно / незачет
1. Текущий контроль (max 40 баллов)					
		33–37 баллов	28–32 баллов	19–27 баллов	0–18 баллов
	Текущая работа в течение модуля (max 37	Студент актив- но работает на занятиях, пре- восходно вы- полняет все за-	Студент актив- но работает на занятиях, хоро- шо выполняет задания препо-	Студент недо- статочно актив- но работает на занятиях, удовлетвори-	Студент недоста- точно активно работает на заня- тиях, неудовле- творительно вы-

	б.)	дания преподавателя.	давателя.	тельно выполняет задания преподавателя.	полняет задания преподавателя.
		3 балла	2 балла	1 балл	0 баллов
	Реферат / доклад / конспект (маx 3б.)	Тема полностью раскрыта. Превосходное владение материалом. Высокий уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Превосходный стиль изложения.	Тема в основном раскрыта. Хорошее владение материалом. Средний уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Хороший стиль изложения.	Тема частично раскрыта. Удовлетворительное владение материалом. Низкий уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Удовлетворительный стиль изложения.	Тема не раскрыта. Неудовлетворительное владение материалом. Недостаточный уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Неудовлетворительный стиль изложения.
2. Рубежный контроль (30 б.)					
	тест/контрольная работа	Количество баллов за выполнение каждого задания указываются в тесте/контрольной работе.			
3. Промежуточная аттестация по дисциплине – 30 баллов					
		Критерии оценивания (процент от максимального кол-ва баллов)			
		86–100 %	71–85%	50–70%	0–49 %
	Зачет/Экзамен	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента.	Дан полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Но допущены незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.	Дан недостаточно полный ответ. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	Не получены ответы по базовым вопросам дисциплины или дан неполный ответ и допущены грубые ошибки. Речь неграмотная. Уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

Пересчет полученной суммы баллов по дисциплине в оценку производится в соответствии с действующим локальным нормативным актом.

8.2. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Для получения зачёта студенту необходимо выполнить заданное количество лабораторных работ. Для выполнения каждой лабораторной работы студент должен подготовиться к выполнению работы, сдать подготовку преподавателю, выполнить эксперимен-

тальную часть работы, выполнить необходимые расчёты и оформить работу, сдать работу преподавателю. Для получения зачета по каждой работе предусмотрены контрольные вопросы: Работа 1.1.2. Измерение коэффициента расширения с помощью микроскопа.

Контрольные вопросы

1. С какой точностью измерять длину стержня и сопротивление термометра при достигнутой точности ΔL ?
2. Какой вклад в ошибку измерения вносят погрешности и измерения цены деления окулярной шкалы, в определении положения метки, в измерении комнатной температуры и погрешность температурного коэффициента сопротивления?
3. Близорукие и дальнозоркие наблюдатели настраивают микроскоп так, что изображение I_2 оказываются на очень малом или, наоборот, очень большом расстоянии от глаза. Какое из увеличений - линейное или угловое - при этом меньше меняется?

Работа 1.1.5. Исследование упругих столкновений протонов с электронами.

Контрольные вопросы

1. Выведите формулы, связывающие угол вылета электрона с его импульсом, в нерелятивистской и релятивистской механике.
2. Получите зависимость скорости частиц в релятивистской механике от их импульса и энергии.
3. Выведите формулу, связывающую импульс электрона с радиусом его траектории в магнитном поле. Покажите, что эта формула справедлива как в нерелятивистской механике, так и релятивистской

Работа 1.2.1. Определение скорости полета пули при помощи баллистического маятника.

I. Метод баллистического маятника, совершающего поступательное движение

Контрольные вопросы

1. В каком случае маятник называется баллистическим и для чего он может быть использован?
2. При каких условиях начальный импульс баллистического маятника равен импульсу пули?
3. Почему необходимо использовать неупругое соударение пули с маятником?
4. Оцените время соударения пули с маятником в проводимых опытах.
5. От чего зависит точность выполнения закона сохранения импульса при соударении тел?
6. Каковы требования к установке оружия?
7. Что влияет на затухание колебаний баллистического маятника?
8. Какие допущения, сделанные при выводе формулы (5), могут быть проверены экспериментально?
9. Для чего нити подвеса разведены в поперечном направлении?

II. Метод крутильного баллистического маятника

Контрольные вопросы

1. Как сказывается на применимости данного метода отличие угла, под которым направлена скорость пули к поверхности мишени, от прямого?
2. При каких амплитудах колебаний маятника следует измерять периоды?
3. Как влияет импульс пули на колебания маятника?

4. Какая доля энергии пули переходит в тепло в I и II опыте в результате соударения с маятником?

Работа 1.2.2. Экспериментальная проверка закона вращательного движения на крестообразном маятнике.

Контрольные вопросы

1. Почему стремятся уменьшить величину момента сил трения в оси маятника?
2. Какова роль толщины и упругости нити в опыте?
3. Какую величину в данном эксперименте следует измерять с наибольшей точностью?
4. Сформулируйте и докажите теорему Гюйгенса-Штейнера.

Работа 1.2.3. Определение моментов инерции твердых тел с помощью трифилярного подвеса.

Контрольные вопросы

1. При каких упрощающих предположениях выведена формула (10).
2. Можно ли пользоваться предложенным методом для определения моментов инерции тел в том случае, когда ось вращения платформы не проходит через центр массы?
3. Выведите формулу Гюйгенса-Штейнера.

Работа 1.2.4. Определение главных моментов инерции твердых тел с помощью крутильных колебаний.

Контрольные вопросы

1. Что такое главные моменты инерции твердого тела?
2. Как выглядит эллипсоид инерции кубика?
3. Как происходит свободное (в отсутствие внешних моментов сил) вращение твердого тела?

Работа 1.2.5. Исследование вынужденной регулярной прецессии гироскопа.

Контрольные вопросы

1. Что такое гироскоп? Каковы его основные свойства?
2. От чего зависит скорость регулярной прецессии гироскопа?
3. Какова размерность модуля кручения, входящего в формулу для определения периода крутильных колебаний?
4. Получите формулу (9) из формулы (8).
5. Чем объяснить, что монета, катящаяся по полу, поворачивается на сторону, в которую она наклонена?

Работа 1.3.1. Определение модуля Юнга на основе исследования деформаций растяжения и изгиба.

Контрольные вопросы

1. Какие основные источники погрешности измерений? Каким образом можно уменьшить погрешности?
2. Оцените максимальную точность, с которой при данных условиях целесообразно измерять удлинение проволоки и стрелку прогиба бруса.
3. В чем различие между одноосным напряженным состоянием и одноосным деформируемым состоянием?
4. При каких напряжениях и относительных деформациях выполняется закон Гука?
5. Какие отклонения от закона Гука возможны при деформировании твердых тел?
6. Что такое коэффициент Пуассона?
7. Какие предположения сделаны, чтобы получить связь максимального прогиба

балки с модулем Юнга?

8. В какой зависимости $u(x)$ описывается форма средней линии балки при чистом изгибе?

9. Для чего в приборе Лермантова нежна площадка М?

Работа 1.3.2. Определение модуля кручения.

Контрольные вопросы

1. Как трение в осях блоков Б влияет на результаты измерений статическим методом? Как можно уменьшить это влияние?

2. Как меняется период колебаний при увеличении их затухания?

3. Какой метод предпочтительнее на практике: статический или динамический?

4. Как оценить погрешность измерения модуля кручения при определении его из графика в координатах I^2, T^2 ?

Работа 1.3.3. Определение вязкости воздуха по скорости течения через тонкие трубки.

Контрольные вопросы

1. Какой формулой описывается профиль скорости ламинарного потока в трубке? Как соотносятся средняя по сечению и максимальная скорости?

2. Что такое число Рейнольдса? Как его можно определить из экспериментальных данных?

3. Как графически надо обработать результаты измерений по п.8, чтобы из них достоверно было видно различие участков со сформированным и несформированным течениями?

Работа 1.3.4. Исследование стационарного потока жидкости в трубе.

Контрольные вопросы

1. При каких предположениях получено уравнение Бернулли?

2. В какую сторону изменяет показания расходомеров Пито и Вентури наличие вязкости?

3. При каких уровнях воды H в резервуаре 1 течение в трубе Т ламинарное, при каких - турбулентное?

4. В некотором опыте происходит ламинарное течение жидкости по трубе. Как будет изменяться течение, если использовать все менее вязкую жидкость, оставляя неизменным диаметр трубы, скорость течения и плотность жидкости?

5. При каком течении - турбулентном или ламинарном - получается лучшее согласие скорости, определенной по расходомерам Пито и Вентури, со скоростью, найденной с помощью резервуара П?

6. Выведите формулу Торричелли. Используя формулу Торричелли, оцените скорости вытекания воды из очень короткой трубы при различных уровнях H . Почему реальные скорости вытекания из длинной трубы значительно меньше? В расходомерах Пито и Вентури оцените разницу уровней воды AI в левых измерительных трубках, присоединенных к трубе Т в местах одинакового сечения. Как можно объяснить наличие разницы давлений? Какие получатся результаты, если с помощью линейного экстраполирования попытаться найти давления на концах трубы Т?

Работа 1.4.1. Изучение физического маятника.

Контрольные вопросы

1. При каких упрощающих предположениях выведена формула (4)?
2. При каком расстоянии от центра масс до точки подвеса период колебаний маятника минимален?
3. Как будет вести себя физический маятник, если совместить точку его подвеса с центром масс?
4. С какой целью в данной работе математический маятник подвешивается на двух нитях?
5. Сформулируйте и докажите теорему Гюйгенса-Штейнера?

Работа 1.4.2. Определение ускорения свободного падения при помощи обратного маятника.

Контрольные вопросы

1. Как влияют на точность эксперимента колебания температуры, сила трения, амплитуда колебаний маятника?
2. При каком расстоянии от опорной призмы до центра масс период колебаний маятника минимален?
3. Покажите, что точка опоры маятника и его центр качания лежат по разные стороны от центра масс.
4. Сформулируйте и докажите теорему Гюйгенса-Штейнера.
5. Покажите, что при перемещении оси качаний в центр качаний период колебаний маятника не должны изменяться,

Работа 1.4.3. Исследование нелинейных колебаний длиннопериодного маятника.

Контрольные вопросы

1. Как меняется период колебания маятника при увеличении затуханий?
2. Как устроен длиннопериодный маятник, имеющий большие периоды колебаний при небольших размерах? Можно ли в работе вместо него использовать обычный маятник?
3. Как изменяется период колебания маятника при увеличении амплитуды колебаний?

Работа 1.4.4. Исследование свободных колебаний связанных маятников.

Контрольные вопросы

1. Приведите примеры колебательных систем с двумя степенями свободы.
2. Что такое нормальные колебания (моды)?
3. Какие колебания называются парциальными?
4. При каком начальном условии возникает поочередная раскачка маятника?
5. Выведите формулу (17).

Работа 1.4.5. Изучение колебаний струны.

Контрольные вопросы

1. Что такое продольные и поперечные волны? Напишите уравнение бегущей волны.
2. Выведите уравнение стоячей волны. Дайте определение пучности и узла стоячей волны. Как происходит передача энергии по струне?
3. Покажите, что скорость распространения поперечных волн по струне равна. Чему равна эта скорость в ваших измерениях?

4. Как происходит отражение бегущей волны от жестко закрепленного конца струны и от конца, который может свободно двигаться в направлении, перпендикулярном к направлению натяжению струны? Как меняется фаза отраженной волны?

5. При каком условии влиянием бегущей волны на картину колебаний струны можно пренебречь? Как это условие можно проверить при проведении эксперимента?

Работа 1.4.6. Измерение скорости ультразвука в жидкости с помощью ультразвукового интерферометра.

Контрольные вопросы

1. Какие механические колебания называются ультразвуковыми?
2. Что такое продольные и поперечные волны и какова их природа? В каких веществах они могут распространяться?
3. Напишите выражение для бегущей волны.
4. При каких условиях возможна интерференция волн?
5. Выведите формулу, определяющую условия возникновения резонанса в интерферометре. Как влияют граничные условия на эту формулу?
6. При каких условиях возникает стоячая волна? Что такое узлы и пучности? Как происходит передача энергии в волне?
7. Почему в растворах электролитов скорость распространения ультразвука больше, чем в чистой воде?
8. Какие изменения следовало бы сделать в интерферометре, чтобы можно было производить измерения в газах?

Работа 1.4.7. Определение упругих констант жидких и твердых тел по скорости распространения ультразвука.

Контрольные вопросы

1. При определении скорости распространения ультразвука с помощью дефектоскопа на экране помимо последовательно отраженных импульсов наблюдаются побочные импульсы. Какие причины приводят к появлению этих импульсов? Как от них избавиться?
2. При измерении скорости ультразвука с помощью щупа в результат вносится систематическая погрешность, возникающая из-за того, что между излучателем и исследуемым материалом находится клиновидная часть плексигласового щупа. Оцените величину этой погрешности, исходя из размеров щупа и образца.
3. Покажите, что коэффициент отражения ультразвуковой волны на границе двух сред не зависит от направления движения волны.

Работа 2.1.2.

1. Зависит ли γ от температуры в выбранном интервале температур?
2. Чему равны C_p , C_{vi} у для идеальных газов по теореме о равномерном распределении энергии по степеням свободы?
3. Почему при наполнении сосуда воздух в нём нагревается?
4. Сделайте оценку времени вытекания газа, используя формулу Пуазейля.

Работа 2.1.3.

1. Выведите формулы (1.16) и (1.17).
2. Зависит ли γ от температуры в выбранном интервале температур?
3. Будет ли наблюдаться такая зависимость при изменении температуры от очень малых значений до 1000 °C?

Работа 2.1.4.

1. Как определяются удельная и молярная теплоёмкости?
2. Чему равна атомная теплоёмкость металла по классической теории? Чему равна молярная теплоёмкость химического соединения?
3. Какие меры рекомендуется применять для уменьшения ошибок измерения, связанных с потерями?

Работа 2.1.5.

1. Какие условия нужно выполнить, чтобы процесс деформации был обратимым?
2. Покажите, что при малых X и DT формула (15) приводит к обычным выражениям для упругого растяжения и для теплового расширения.
3. Возможен ли случай, когда деформация резины не сопровождается тепловым эффектом?

Работа 2.1.6.

1. Чем отличаются реальные газы от идеальных?
2. Начертите кривые, выражающие характер зависимости сил взаимодействия и взаимной потенциальной энергии двух молекул от расстояния между ними, и, используя их, объясните причины эффекта Джоуля-Томсона.
3. Какая температура называется критической? Что такое температура инверсии?
4. Объясните качественно знак эффекта Джоуля-Томсона в случае $a = 0$, $b \neq 0$ и в случае $a \neq 0$, $b = 0$.

Работа 2.2.1.

1. Покажите, что в условиях опыта концентрацию газов можно считать постоянной по всему объёму сосуда V_1 (и V_2).
2. Почему следует ожидать, что график зависимости Dot $1/P$ должен иметь вид прямой линии?

Работа 2.2.2

1. Почему теплоотвод от нити падает при уменьшении давления от нескольких тор до десятых долей тора?
2. Зависит ли теплоотвод от давления в области более высоких давлений? (Обсудите в том числе механизмы, отличные от теплопроводности.)

Работа 2.2.3.

1. Как известно из кинетической теории газов, длина свободного пробега X зависит от концентрации следующим образом: $X = 1/\rho n$. Что вы можете сказать о зависимости X от температуры на основании полученных в п. 6 результатах?
2. Почему приборы для измерения теплопроводности газов всегда устанавливают так, что цилиндрический столб газа делается тонким и длинным и располагается вертикально?
3. Оцените влияние теплоотдачи через концы проволоки.
4. Всевозможные термоэдс обычно имеют величину нескольких микровольт на градус. Оцените величину тока в нити, при котором термоэдс в цепи вольтметра будут заметно искажать результаты измерений.
5. Какова разность температур между нитью и кожухом при токе 150 мА? Сопоставьте теоретический расчёт со своими экспериментальными результатами.

6. При выводе формулы (1) пренебрегалось зависимостью теплопроводности от температуры, поэтому она справедлива только при $\Delta T \ll T$. Оцените связанную с этим погрешность в определении χ , получив точную формулу в предположении, что зависимость теплопроводности от температуры имеет вид $\chi \sim T^n$.

Работа 2.2.4.

1. Дайте определение коэффициента теплопроводности и укажите его размерность.
2. Выведите формулу, аналогичную формуле (3), но учитывающую изменение площади потока тепла от S_1 до S_2 .
3. Выведите формулу (6), учитывающую разную чувствительность термопар.
4. Удаётся ли экспериментально на данной установке проверить, зависит ли коэффициент теплопроводности эталонного материала от температуры? Мешают ли этому тепловые потери через боковые поверхности?
5. Используя экспериментальные значения зависимости температуры от радиуса, постройте изотермы и нарисуйте линии потока тепла (хотя бы три изотермы и три линии потока тепла, но чтобы они охватывали всю площадь сечения пакета пластин).

Работа 2.2.5.

1. Почему в первом упражнении рекомендовалось определять вязкость воды графическим методом? Не лучше ли определять искомую вязкость из опытов, полученных для разных высот трубки? Казалось бы, усредняя результаты этих опытов, можно не только найти близкие к истине значения вязкости, но и надёжно оценок погрешность опытов по разбросу полученных значений. Чем плох такой способ обработки?
2. Разность давлений, которую нужно приложить к жидкости, чтобы получить заданную скорость её протекания через трубку при ламинарном течении, зависит от вязкости жидкости. Важно ли знать вязкость жидкости, если нужно рассчитать её расход при турбулентном течении? Какие характеристики жидкости нужно знать для такого расчёта?

Работа 2.2.6.

1. Из рассмотренной модели жидкости следует, что для перемещения молекулы в соседнюю «дырку» должны быть разорваны её связи с соседними молекулами. Разрыв связей происходит и при испарении жидкости. Поэтому можно ожидать, что энергия активации молекулы близка к энергии кипения жидкости, приходящейся на одну молекулу. Подтверждают ли этот вывод результаты проведённого эксперимента? Значение энергии испарения исследуемой жидкости возьмите из справочника.
2. При определении вязкости жидкости по методу Стокса рекомендуется использовать стальные шарики разных размеров. Шарики каких размеров — большие или маленькие — лучше использовать при проведении экспериментов?

Работа 2.2.7.

1. Покажите, что в условиях нашего опыта концентрацию газов можно считать постоянной по всему объёму сосуда.
2. В чем различие между молекулярным и вязкостным режимами диффузии?

Работа 2.3.1.

1. В каких условиях теплопроводность и вязкость газов не зависят от давления?
2. Почему термовакuumметр не меняет показаний при уменьшении давления ниже 10⁻⁴ торр?

3. Для чего в ионизационном манометре движению электронов придан колебательный характер?

4. Почему пропускная способность труб в молекулярном режиме не зависит от размеров молекул?

Работа 2.3.2.

1. Какой наилучший вакуум может быть получен в результате электрооткачки в манометрической лампе ЛМ-2, используемой в данной работе?

2. Улучшится или ухудшится вакуум, если процесс электрооткачки вести при дополнительном охлаждении коллектора лампы?

Работа 2.3.3.

1. Оцените влияние капиллярных явлений на результаты измерений.

2. При каких концентрациях раствора справедлива формула (1).

Работа 2.3.4.

1. Что называется поперечным сечением взаимодействия? Какое поперечное сечение называется упругим, а какое неупругим?

2. Как связаны между собой поперечное сечение и длина свободного пробега? Получите формулу (5).

3. Каким законом определяется зависимость упругости насыщенного пара жидкости от температуры?

4. Почему погружать прибор в жидкость надо полностью, т. е. со всеми его выступающими элементами?

Работа 2.3.6.

1. Как меняются давления, регистрируемые лампами 5 (P1) и 7 (P2) в зависимости от времени и от температуры баллона 1?

2. Какой ожидается зависимость отношения давлений P2/P1 от температуры баллона 1 при увеличении общего давления в баллоне от 10-3 торр до 1 торр?

Работа 2.4.1.

1. В справочниках приводится теплота испарения, измеренная при давлении 760 мм рт. ст. Совпадает ли эта величина с измеренной вами на опыте? Какая из них больше? Оцените разницу между ними.

2. Укажите, исходя из теоретических соображений, в какую сторону должна меняться теплота испарения с увеличением температуры.

Работа 2.5.1.

1. Если пропускать несколько пузырьков в секунду, манометр показывает практически постоянное давление. Почему бы не измерять его?

2. Почему следует измерять именно максимальное давление?

3. Почему погружение иглы уменьшает влияние теплового расширения?

4. Почему пузырьки не должны касаться дна?

5. Можно ли, не зная глубины погружения иглы, определить а, измеряя максимальное и минимальное давление при проталкивании пузырька?

6. Пользуясь полученными результатами, оцените критическую температуру анилина.

7. Позволяет ли проведённый эксперимент заметить нелинейность зависимости $\sigma(T)$?

8. Какие погрешности преобладают в эксперименте: случайные или систематические?

9. Какая величина должна стоять в формуле для высоты поднятия жидкости в капилляре: $\sigma_{\text{вода—воздух}}$ или $\sigma_{\text{вода—стекло}}$?

Работа 2.5.2.

1. Почему в формулы (4) и (6) входит только коэффициент поверхностного натяжения воды (границы вода - воздух) и не входят коэффициенты поверхностного натяжения стенка - воздух и вода - стенка?

2. Почему загрязнения кольца А и внутренней поверхности кюветы С (рис. 1) могут повлиять на результаты измерений?

3. Почему при определении величины $F_{\text{вес}}$ кольца А в воздухе рекомендуется измерять не до, а после его отрыва от воды?

4. Выведите формулу (8).

5. Проанализируйте возможные причины погрешностей в каждом из экспериментов.

6. Работа 2.5.3.

1. С помощью теории размерностей найдите формулу для скорости волн, распространяющихся по поверхности жидкости, при больших значениях X , когда можно пренебречь вкладом сил поверхностного натяжения.

2. Постройте график зависимости скорости гравитационно-капиллярных волн от длины волны. При какой длине волны скорость распространения оказывается минимальной?

Работа 3.1.1.

1. Приведите формулу для поля точечного магнитного диполя.

2. Получите формулу для магнитного поля в центре кругового витка с током.

Каким должно быть внутреннее сопротивление источника напряжения, чтобы ёмкость успевала разряжаться между замыканиями вибратора?

3. Мы измеряем не поле Земли, а поле внутри здания. Влияет ли это на точность определения электродинамической постоянной?

4. Установите соотношения между эрстедом и ампером на метр, гауссом и теслой, максвеллом и вебером.

Работа 3.1.2.

1. Оцените ошибку, возникающую вследствие того, что равновесие весов устанавливалось при наличии небольшого зазора между штифтами и контактными пластинами, а измерения производятся при отсутствии этого зазора.

2. Покажите, что электростатический вольтметр пригоден для измерения как постоянного, так и переменного напряжения.

3. Покажите, что измерения на переменном токе определяют именно эффективное значение его напряжения.

4. Чем определяется интервал частот, в котором можно измерять переменные напряжения с помощью электростатического вольтметра?

Работа 3.2.1.

1. Что называется импедансом электрической цепи?
2. Как складываются импедансы при последовательном и параллельном соединении элементов электрической цепи?

Работа 3.2.2.

1. Почему показание вольтметра V_{R+L} не равно сумме показаний вольтметров V_R и V_L ? в нашем случае $V_{R+L} < V_R + V_L$. Может ли неравенство иметь другой знак?
2. Почему при резонансе в схеме на рис. 2 эллипс на экране осциллографа вырождается в прямую?
3. Из чего складывается активное сопротивление катушки с сердечником?
4. Поясните принцип работы ваттметра.
5. Выполняется ли условие квазистационарности токов в используемой схеме? Почему?
6. На какой частоте гудит катушка?

Работа 3.2.3.

1. Приведите все известные Вам определения резонанса.
2. Как установить наличие резонанса в цепи? Перечислите все известные Вам признаки.
3. Получите формулу, связывающую добротность и сопротивления.
4. Какие причины приводят к потерям энергии в контуре?
5. Зависят ли потери энергии от частоты тока?

Работа 3.2.4.

1. Что называется собственной частотой, добротностью, логарифмическим декрементом затухания колебательного контура?
2. Какая плоскость называется фазовой плоскостью колебаний?
3. Как определить логарифмический декремент затухания по картине колебаний в фазовой плоскости?

Работа 3.2.5.

1. Выведите формулу (2.57).
2. Найдите частное решение уравнения (2.44), не переходя к комплексным величинам. (Указание: решение (2.44) следует искать в виде $A_1 \sin Qt + A_2 \cos Qt$.)
3. Получите все равенства (2.28), определяющие добротность контура. В чём состоит физический смысл добротности?
4. В каких случаях можно говорить, что колебательный контур слабо связан с другими элементами схемы?

Работа 3.2.6.

1. Дайте определение динамической постоянной гальванометра. От чего она зависит и в каких единицах указывается в паспорте гальванометра?
2. Какие режимы движения рамки возможны при работе гальванометра в стационарном режиме? В каком из этих режимов удобно проводить измерения постоянного тока?
3. Как изменяется коэффициент затухания подвижной системы гальванометра при увеличении омического сопротивления его цепи?
4. Почему рамка гальванометра быстро успокаивается при замыкании ключа K_1

(см. рис. 2)?

5. Зачем в полюсах магнита гальванометра делают вырез цилиндрической формы? (рис. 1)

6. В чём сущность баллистического режима работы гальванометра? Дайте определение баллистической постоянной гальванометра.

7. При каких условиях первый отброс гальванометра, работающего в баллистическом режиме, максимален?

Работа 3.3.1.

1. Нарисуйте и объясните схемы измерения удельного заряда электрона методом магнитной фокусировки и методом магнетрона.

2. Объясните принцип действия электронно-лучевой трубки осциллографа.

3. Объясните принцип работы милливееберметра.

4. Почему в методе магнетрона используется анод из трёх цилиндров, а не из одного?

Работа 3.3.2.

1. Нарисуйте качественные графики распределения потенциала $V(r)$ между катодом и анодом: а) при нулевой разности потенциалов между катодом и анодом; б) при большой разности потенциалов (режим насыщения тока диода). Объясните эти распределения.

2. Качественно изобразите зависимость тока диода от напряжения на аноде в области от отрицательных напряжений $V_{ад}$ до больших положительных. Покажите на этом графике участок напряжений, при которых выполняется «закон трёх вторых». Чем объясняются отклонения от этого закона при малых и больших напряжениях на аноде?

3. Как влияет ток накала катода на ток диода при неизменном напряжении на аноде? Приводит ли это к погрешности измерения e/m ?

Работа 3.3.3.

1. Почему не следует выбирать капли слишком большого и слишком маленького размера?

2. Какие напряжения соответствуют оптимальным условиям опыта? Приведите расчёты (см. п. 1).

3. Нарисуйте график зависимости скорости капли в поле силы тяжести от времени и укажите на нём время и путь релаксации.

4. Зная параметры установки, оцените ёмкость конденсатора C и время его разрядки через сопротивление R (площадь пластин $\sim 20 \text{ см}^2$).

5. Какие ещё способы измерения заряда электрона вам известны?

Работа 3.3.4.

1. Какие вещества называют диэлектриками, проводниками, полупроводниками? Чем объясняется различие их электрических свойств? Как зависит от температуры проводимость металлов и полупроводников?

2. Дайте определение константы Холла. Как зависит константа Холла от температуры у металлов и полупроводников?

3. Зависит ли результат измерения константы Холла от геометрии образца?

4. Как устроен милливееберметр? Зависят ли его показания от сопротивления измерительной катушки? Каким должно быть это сопротивление по сравнению с сопротивле-

нием катушки прибора: большим или маленьким?

5. Получите выражение константы Холла для материалов с двумя типами носителей. При выводе используйте условие равенства нулю поперечного тока.

Работа 3.3.5.

1. Какие вещества называют диэлектриками, проводниками, полупроводниками? Чем объясняется различие их электрических свойств? Как зависит от температуры проводимость металлов и полупроводников?

2. Дайте определение константы Холла. Как зависит константа Холла от температуры у металлов и полупроводников?

3. Зависит ли результат измерения константы Холла от геометрии образца?

4. Как устроен милливеберметр? Зависят ли его показания от сопротивления измерительной катушки? Каким должно быть это сопротивление по сравнению с сопротивлением рамки прибора; большим или маленьким?

Работа 3.3.5.

1. Исследуйте уравнения движения электронов в прямоугольной пластинке. Зависит ли сопротивление пластинки от индукции магнитного поля?

2. Поясните качественно (без формул), почему сопротивление образца зависит от магнитного поля.

Работа 3.4.1.

1. Объясните суть метода измерения магнитной восприимчивости.

2. Напишите выражения для магнитной силы, действующей на образец, помещённый в неоднородное магнитное поле.

3. Как можно убедиться в однородности или неоднородности магнитного поля в зазоре электромагнита?

4. Как проверить экспериментально, влияет ли намагниченность весов на результаты измерения магнитной восприимчивости?

Работа 3.4.2.

1. Как объяснить явления пара- и диамагнетизма с молекулярной точки зрения?

2. Чем отличаются пара- и ферромагнетики в отсутствие магнитного поля?

3. Сформулируйте общий физический принцип, объясняющий явление диамагнетизма.

4. Качественно изобразите на одном графике $B(H)$ для пара-, диа- и ферро-магнетика.

5. 5Г Какой вклад в магнитную восприимчивость образца вносит проводимость гадолиния? Как связан этот вклад с размером крупинок, частотой и удельной проводимостью? Зависит ли этот вклад от температуры? Оцените этот вклад для крупинок размером 0,5 мм.

Работа 3.4.3.

1. Чем отличаются атомы пара- и диамагнетиков по магнитным характеристикам в отсутствие магнитного поля?

2. Как изменяются характеристики вещества при фазовых переходах пер-

вого и второго рода?

3. Какие два конкурирующих взаимодействия между атомами характерны для ферромагнитного вещества?
4. На одном графике качественно изобразите начальные кривые намагничивания $B(H)$ для ферромагнетика при трёх температурах: комнатной, более высокой и температуре выше точки Кюри. Укажите на оси H , где лежит область, соответствующая условиям настоящей работы.

Работа 3.4.4.

1. Почему рекомендуется начинать обход петли с насыщения образца?
2. Получите выражение, связывающее отклонение рамки гальванометра и изменение индукции образца. При каких условиях справедливо это соотношение?
3. Пользуясь теоремой о циркуляции, получите формулу для напряжённости магнитного поля в длинном соленоиде.

Работа 3.4.5.

1. При какой форме образцов, помещённых в однородное магнитное поле, их намагниченность постоянна по всему объёму?
2. Почему для наблюдения петли гистерезиса используются образцы в виде тора, а не в виде стержня?
3. Почему при калибровке горизонтальной оси осциллографа необходимо отключать намагничивающую обмотку?
4. Оцените погрешность, которая возникает при измерении индукции B , если измерительная катушка неплотно надета на образец; например, если образец занимает всего половину охватываемой ею площади.

Работа 3.4.6.

Получите условие возбуждения колебаний (3), когда индуктивность меняется по гармоническому закону: $L = L_0[1 - m\sin(2\pi\omega t)]$.

Напишите закон изменения тока, возбуждаемого в контуре.

1. Почему в нашем случае индуктивность пропорциональна дифференциальной магнитной проницаемости?
2. Нарисуйте качественный график зависимости $\mu_{\text{диф}}$ от величины подмагничивающего тока для петли гистерезиса, изображённой на рис. 1.
3. На каких ещё частотах (в принципе) могут возбуждаться колебания в контуре параметрона при больших изменениях индуктивности?

Раздел 5.

1. При каких условиях возникает газовый разряд? От каких параметров газа зависит потенциал зажигания газового разряда?
2. Пользуясь кривой Пашена (рис. 5.5), определите напряжённость электрического поля, при котором происходит пробой воздуха при атмосферном давлении.
3. Что такое дебаевский радиус экранирования?
4. Дайте определение понятия плазма.
5. Почему потенциал зонда, погружённого в плазму и отключённого от источника питания, оказывается отличным от потенциала окружающей плазмы?

мы?

6. Чем определяется величина зондового тока насыщения?
7. Чем определяется температура электронов и ионов в плазме?

Работа 3.5.3.

1. Какие колебания называются релаксационными?
2. От каких параметров газа зависит напряжение зажигания стабилвольта?
3. Почему напряжение гашения существенно меньше напряжения зажигания?
4. Как по вольт-амперной характеристике стабилвольта и известным параметрам генератора найти ток в лампе в стационарном режиме?
5. Что такое критическое сопротивление релаксационного генератора? От чего оно зависит?
6. Почему критическое сопротивление зависит от величины напряжения на входе генератора? Рассмотрите рис. 3.
7. Почему при малой ёмкости колебания не возникают (лампа не гаснет) даже при $R > R^*$? Оцените «малость» ёмкости, сравнив время релаксации и время деионизации.

Работа 3.6.1.

1. Нарисуйте спектры $F(\omega)$:
 - а) бесконечно длинной синусоиды;
 - б) синусоиды конечной длины;
 - в) периодической последовательности цугов;
 - г) периодической последовательности прямоугольных импульсов;
 - д) одного цуга;
 - е) одного прямоугольного импульса.
2. Как изменится спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов, если убрать каждый второй импульс? Как выглядит спектр, если повторять эту процедуру, пока не останется один импульс?
3. Найдите спектр синусоидальных колебаний, модулированных по фазе: $f(t) = A_0 \cos j\omega t + m \cos Qt$, считая $m \ll 1$. Сравните со спектром синусоиды, модулированной по амплитуде.

Работа 4.1.1.

1. Покажите, что если расстояние между предметом и экраном превышает $4f$, то изображение на экране может быть получено при двух различных положениях линзы.
2. Опишите методику измерения фокусных расстояний отрицательных линз.
3. Дайте определения главных фокусов, фокусных расстояний и главных плоскостей сложной центрированной оптической системы.
4. Определите графически положение главных плоскостей системы, состоящей из двух тонких линз — собирающей и рассеивающей, — с известными фокусными расстояниями и расстоянием между ними.
5. Дайте определения сферической и хроматической аберраций.
6. Объясните, почему сферическая аберрация зависит от того, какой сторо-

ной плосковыпуклая линза обращена к источнику.

Работа 4.1.2.

1. С какой целью при исследовании моделей телескопов и микроскопа используется дополнительная зрительная труба?
2. Чему равны поперечное, угловое и продольное увеличения телескопа, если передние фокусные расстояния его объектива и окуляра равны соответственно $f_1 = 40$ см и $f_2 = -2$ см?
3. При каком условии угловое увеличение микроскопа равно поперечному?
4. Выведите формулу (4) и объясните соответствующий метод измерения увеличения микроскопа.

Работа 4.1.3.

1. Что называется полным внутренним отражением?
2. Для чего грани аби призмы P1 и P2 делают матовыми?
3. При каких условиях слой жидкости между исследуемым твёрдым образцом и призмой P2 не влияет на измеренное значение показателя преломления?
4. Что называется атомной и молекулярной рефракцией? Сформулируйте правило аддитивности для рефракций.

Работа 4.2.1.

1. Почему в центре колец Ньютона в отражённом свете расположено тёмное пятно?
2. Как расположены кольца Ньютона в проходящем свете?
3. Почему ширина колец убывает с увеличением порядка?
4. Почему при расчёте интерференционной картины не учитывают отражение от передней (плоской) поверхности линзы?
5. Выведите формулу, связывающую период биений, выраженный в числе колец, с длинами волн спектральных линий.
6. Почему видность колец увеличивается при диафрагмировании пучка перед оптическим иллюминатором?
7. Почему интерференционные кольца больших номеров кажутся размытыми?

Работа 4.2.2.

1. Почему пластинки P1 и P2 интерферометра Жамена должны быть достаточно толстыми (не менее 2-3 см)?
2. Могут ли эти пластинки сильно отличаться по толщине?
3. Объясните, почему увеличивается число наблюдаемых интерференционных полос, если на пути лучей из осветителя установлен светофильтр.

Работа 4.2.3.

1. Объясните, почему при поочерёдном перекрывании щелей наблюдается дифракционная картина не смещается.
2. Почему ширина щели Коллиматора должна быть достаточно малой? Оцените максимальный размер этой щели, если известны фокус коллиматора и расстояние между щелями.
3. Будет ли наблюдаться чёткая нулевая полоса, если исследуемое вещество обладает заметной дисперсией $n = n(X)$? Сделайте соответствующие

оценки.

Работа 4.2.4.

1. С какой скоростью движется картина интерференционных полос при перемещении подвижного зеркала?
2. Чем ограничена наибольшая и наименьшая скорости движения зеркала, которые могут быть измерены в нашей установке по доплеровскому смещению частоты?
3. Чем определяется точность в измерении длины волны лазера? Как эта точность зависит от скорости перемещения зеркала?
4. Какую форму имеют интерференционные полосы при произвольном расположении источников S1 и S2?

Работа 4.2.5.

1. Как связаны между собой функции когерентности и контрастности изображений?
2. Как измерить длину когерентности, радиус когерентности?
3. На рис. 6 при переходе через рког максимумы интерференционных полос меняются на минимумы. Почему?
4. Каков КПД электрической лампы накаливания, используемой для освещения?
5. Как зависит радиус когерентности от ширины оптической щели и расстояния от щели до входной плоскости интерферометра?
6. Как изменится число наблюдаемых интерференционных полос, если между глазом и микроскопом установить оптический фильтр?

Работа 4.2.6.

1. Как возникает спекл-структура и чем она отличается от дифракции Фраунгофера на мелкой сетке?
2. При каких условиях будет наблюдаться спекл-картина при отражении от шероховатой поверхности?
3. Как зависит радиус корреляции фазового множителя от характеристик матовой поверхности, показателя преломления материала?
4. Чем определяется длина вектора $|\mathbf{E}|$ и угол его поворота на рис. 7?
5. Что такое радиус индикатрисы рассеяния и от чего он зависит?
6. Как использовать гистограмму камеры для её настройки?
7. Наблюдалось ли в опыте нарушение условия $\langle \epsilon \rangle = 0$?

Работа 4.3.1. Изучение дифракции света.

1. Объясните, почему при дифракции Френеля на круглом отверстии в центре картины может быть как тёмное, так и светлое пятно, а при дифракции на препятствии _ круглом экране _ пятно всегда светлое (пятно Пуассона).
2. Объясните, почему смещение щели S2 в боковом направлении в установке на рис. 3 не приводит к сдвигу дифракционной картины. Будет ли смещаться картина дифракции при смещении щели S2 вдоль оси установки?
3. Получите формулу для распределения интенсивности при дифракции Фраунгофера на двух щелях.
4. Выведите формулу (8). На примере размытия интерференционной кар-

тины при широком источнике объясните, что такое пространственная когерентность.

5*. Как связана видность интерференционной картины с пространственной когерентностью источника? Чем отличаются графики видности при дискретном и непрерывном изменении параметров источника? То же для временной когерентности.

6*. Сформулируйте теорему Бабин'е.

Работа 4.3.2. Дифракция света на ультразвуковой волне Контрольные вопросы

1. Покажите, что период акустической решётки совпадает с длиной бегущей ультразвуковой волны как в случае бегущих, так и в случае стоячих волн.

Покажите, что формула (4) справедлива для любой периодической решётки, независимо от того, является ли она амплитудной или фазовой.

2*. Как изменяется во времени интенсивность света в дифракционных максимумах разного порядка при дифракции света на бегущих и на стоячих ультразвуковых волнах?

3*. В чём отличие метода тёмного поля от метода фазового контраста? 4*. Сформулируйте экспериментальный критерий того, что акустическая решётка является чисто фазовой.

Работа 4.3.3. Исследование разрешающей способности микроскопа методом Аббе Контрольные вопросы

1. Какому условию должно удовлетворять расстояние между сеткой и экраном, чтобы на экране наблюдалась дифракционная картина Фраунгофера?
2. Почему при наблюдении дифракции на удалённом экране дифракционные максимумы в случае крупных сеток перекрываются?
3. Почему предмет располагается вблизи передней фокальной плоскости объектива микроскопа?
4. Почему при смещении сетки в поперечном направлении первичное изображение не меняется, а вторичное смещается?

5*. Какой пространственный фильтр следует расположить в задней фокальной плоскости объектива, чтобы получить в плоскости Р2 изображение сетки с уменьшенными в два раза линейными размерами ячеек?

Работа 4.3.4. Метод преобразования Фурье в оптике Контрольные вопросы

1. Как связаны между собой изображения, наблюдаемые в плоскостях Р1, Р2?
2. Что общего между спектром одиночной щели и спектром периодической последовательности щелей такой же ширины?
3. Как связаны между собой ширина щели и ширина её спектра?
4. В работе наблюдается картина дифракции Фраунгофера на сетке. Какие параметры сетки можно определить по этой картине?
5. Что общего и чем отличаются спектры, образующиеся при дифракции Фраунгофера на щели и на волосе?

Работа 4.3.5. Изучение голограммы Контрольные вопросы

1. В чем сходство и различие голограммы точечного источника и зонной пластинки Френеля, фотографии колец Ньютона?
2. Что изменится в изображении голограммы точечного источника, наблюдаемого по схеме, изображённой на рис. 1, если устранить точечный источник O'

1,

поместив в фокус линзы L небольшой непрозрачный экран-фильтр?

3. Как изменится фокусное расстояние голограммы точечного источника, если она была получена при одной длине волны, а освещается светом с другой длиной волны?
4. Чем определяется минимальный размер голограммы, при котором можно восстановить изображение предмета?
5. Как изменятся масштабы действительного и мнимого изображений предмета, если голограмму освещать расходящейся или сходящейся волной?
6. Как зависит диапазон углов, под которым можно рассматривать мнимое изображение предмета, от разрешающей способности фотоэмульсии, от ширины спектра источника света?

Работа 4.3.6. Дифракция света на периодических структурах (саморепродукция).

Контрольные вопросы

1. Оцените, на каком расстоянии от экрана до решётки выполняется условие дифракции Фраунгофера.
2. Почему в эксперименте получается лишь несколько чётких репродуцированных изображений решёток?
3. Объясните, как получается выражение для направления на дифракционные максимумы.
4. Объясните, почему изображение проволочной сетки репродуцируется, а изображение одиночной проволоки не репродуцируется.

Работа 4.4.1. Амплитудная дифракционная решетка Контрольные вопросы

1. Дайте определение спектральных характеристик дифракционной решётки.
2. Сформулируйте критерий Релея.
3. Как меняются угловые характеристики спектров при изменении периода решётки, размера штриха, размера всей решётки?
4. Можно ли по спектру ртутной лампы определить в ваших опытах дисперсионную область?
5. Какие физические и технические причины определяют число эффективно работающих штрихов дифракционной решётки большого размера?

Работа 4.4.2. Фазовая дифракционная решетка.

Контрольные вопросы

1. Дайте определения спектральных характеристик эшелетта.
2. В чем заключается преимущество эшелетта по сравнению с амплитудной дифракционной решёткой?

3. Какой элемент спектрального прибора: эшелетт, гониометр, Ваш глаз (чувствительность, острота зрения) _ оказал наибольшее влияние на точность оценки разрешающей способности?
4. Нарисуйте принципиальную оптическую схему установки для определения рабочего порядка эшелетта и его рабочей длины волны.
5. Нарисуйте качественную зависимость интенсивности от угла излучения в дальней зоне для рабочей длины волны. Эшелетт работает в автоколлимационном режиме.

Работа 4.4.3. Изучение призмы с помощью гониометра.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение спектральных характеристик призмы. Чему равна её дисперсионная область?
2. Выведите соотношение, связывающее угол наименьшего отклонения и значение показателя преломления.
3. Дайте качественное объяснение зависимости показателя преломления стекла от длины волны в оптическом диапазоне.
4. Оцените максимальный шаг амплитудной решётки, при котором её угловая дисперсия в 1-м порядке сравнима с угловой дисперсией вашей призмы. Для этого шага оцените размер решётки, при которой её разрешающая способность в 1-м порядке спектра сравнима с разрешающей способностью призмы.

Работа 4.4.4. Интерферометр Фабри-Перо Контрольные вопросы

1. Дайте определения и приведите формулы расчёта спектральных характеристик интерферометра Фабри-Перо.

Если бы жёлтые линии ртути были не узкими, а перекрывали друг друга, т.е. имели ширину 21°Л , то можно ли исследовать такой спектр вашим интерферометром?

2. Оцените минимальный диаметр зеркал интерферометра, при котором разрешается жёлтый дублет натрия.
3. Оцените длительность импульса излучения натриевой лампы, при которой интерферометр не разрешает жёлтый дублет. Для этого случая оцените путь, который проходит свет внутри интерферометра, сравните его с базой интерферометра.

Работа 4.5.1. Гелий-неоновый лазер.

Контрольные вопросы

1. Почему не удаётся получить большего усиления в трубке He-Ne-лазера путём увеличения разрядного тока?
2. Зачем окошки в лазерной трубке приклеены под углом и почему наружные поверхности окошек смотрят вниз, а не вверх или вбок?
3. Зачем в лазерной трубке к рабочему веществу - неону добавляется гелий?
4. Зачем осуществляется модуляция пучка измеряемого излучения и можно ли обойтись без модуляции в данной установке?

Работа 4.5.2. Интерференция лазерного излучения.

Контрольные вопросы

1. Объясните принцип действия ромба Френеля.
2. Чему равна видность интерференционной картины интерферирующих волн одинаковой интенсивности, если одна волна имеет плоскую поляризацию, а другая круговую?
3. Как изменяется кривая $V_2(f)$ при уменьшении и при увеличении расстояния между зеркалами оптического резонатора лазера?
4. Из каких соображений следует выбирать ширину входной щели фотоприёмного устройства?
5. Как выглядит зависимость $V(f)$ для одной моды; для двух мод?

Работа 4.5.3. Сканирующий интерферометр.

Контрольные вопросы

1. Объясните основные процессы, приводящие к появлению инверсной заселённости уровней неона.
2. Почему плоскопараллельные пластинки, закрывающие с торцов рабочую трубку с гелий-неоновой смесью, устанавливают под углом Брюстера?
3. Что такое моды? Получите формулу (2) для межмодового расстояния.
4. В чём состоит условие возбуждения лазера?
5. Выведите формулу (6) для разрешающей способности интерферометра Фабри_Перо.
6. Как работает поляризационная развязка?

7*. При какой длине резонатора He-Ne-лазера, независимо от уровня накачки, генерация возможна не более чем на одной моде (одномодовый лазер)?

Работа 4.6.1 Интерференция электромагнитных волн миллиметрового диапазона.

Контрольные вопросы

1. Выведите соотношение (1).

Как убедиться на опыте, что электромагнитная волна, излучаемая передающей антенной, линейно поляризована?

2. Как экспериментально определить направление колебаний вектора электрического поля в электромагнитной волне?
3. В чём заключается закон Малюса и как его экспериментально проверить?
4. При каких условиях можно наблюдать интерференцию ЭМ-волн?
5. Оцените длину и радиус когерентности для опыта с зеркалом и решёткой.
6. Укажите возможные причины расхождения измеренных в работе величин друг с другом и с известными значениями этих величин.

Работа 4.6.2. Туннелирование миллиметровых радиоволн.

Контрольные вопросы

1. Какой угол называется предельным углом полного внутреннего отражения? Чему он равен?
2. Что такое неоднородная волна? Как направлен вектор Умова-Пойнтинга в такой волне и почему?
3. В чём заключается явление туннелирования волн? Чем отличается это

явление от обычного прохождения волн через тонкие прозрачные пластинки?

4. Каковы возможные причины расхождения измеренных в работе величин друг с другом и с табличными значениями этих величин?

Работа 4.7.1. Двойное лучепреломление.

Контрольные вопросы

1. Как связаны между собой векторы D и E в анизотропной среде?
2. Как направлена оптическая ось в одноосном кристалле относительно главных осей эллипсоида диэлектрических проницаемостей?
3. Дайте определение главных показателей преломления.
4. Приведите пример, когда волна, распространяющаяся в кристалле, является обыкновенной и когда необыкновенной.
5. Получите из (1) приближённое выражение (2).
6. Как электромагнитная теория объясняет появление двух преломлённых волн при падении плоской волны на поверхность одноосного кристалла?
7. Как зависит показатель преломления обыкновенной и необыкновенной волны от угла между осью кристалла и волновой нормалью?
8. Как будет зависеть показатель преломления для обыкновенной и необыкновенной волны от угла преломления, если ось кристалла будет параллельна оси вращения призмы?
9. Как направлены векторы E в выходящих из призмы лучах?

Работа 4.7.2. Эффект Поккельса Контрольные вопросы

1. Можно ли наблюдать эффект Поккельса в жидкости?
2. Почему при повороте анализатора на 90° интерференционная картина на экране меняется с позитива на негатив?
3. Что такое полуволновое напряжение $U_{\pi/2}$? Как оно зависит от длины волны λ ?
4. Почему при $U = 1$

$2U_{\pi/2}$ поляризация на выходе из кристалла круговая?

Оцените относительное изменение показателя преломления данного кристалла при подаче напряжения $U = U_{\pi/2}$.

5. Выведите формулу (5).

Работа 4.7.3. Поляризация Контрольные вопросы

1. Покажите, что при выполнении условия Брюстера отражённый и преломлённый лучи взаимно перпендикулярны.
2. Как отличить свет с правой и с левой круговой поляризацией?
3. Неполаризованный свет проходит через двоякопреломляющую пластинку $X/4$. Что можно сказать о поляризации света на выходе из пластинки?
4. Как отличить естественный свет от света, поляризованного по кругу, и от смеси естественного света со светом, поляризованным по кругу?
5. Объясните изменения интенсивности и цвета, наблюдаемые в опытах по интерференции поляризованных лучей.
6. Почему свет от вечернего неба поляризован?

Работа 4.7.4. Вращение плоскости поляризации.

Контрольные вопросы

1. В чём заключается отличие оптической активности от двойного лучепреломления?
2. Как объясняет теория Френеля поворот плоскости поляризации в оптически активных веществах?
3. Что называют удельным вращением?
4. Как работает поляризационная призма Николя?
5. Опишите принцип устройства и работы поляриметра.
6. При исследовании магнитного вращения плоскости поляризации иногда при меняют устройства с многократным прохождением света в образце в направлении по и против магнитного поля. Объясните, почему в этом случае эффект поворота плоскости поляризации накапливается.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения, доказательство отдельных утверждений, свойств;
- решение задач, предлагаемых студентам на лекциях и семинарах;
- подготовку к семинарам, коллоквиумам, экзамену.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций. Показателем владения материалом служит умение решать задачи. Для формирования умения применять теоретические знания на практике студенту необходимо решать как можно больше задач. При решении задач каждое действие необходимо аргументировать, ссылаясь на известные теоретические сведения. Значительно облегчить решение задачи может хорошо выполненный чертеж, если он соответствует условию задачи (прямой угол нарисован прямым, равнобедренный треугольник - равнобедренным и т. д. При подготовке к семинарам необходимо повторять ранее изученные основные определения, формулировки теорем. В начале занятия, как правило, проводится короткий (10-15 минут) опрос по материалу прошедших занятий в устной или письменной форме. Обычно придерживаются следующей схемы: изучение материала лекции по конспекту в тот же день, когда была прослушана лекция (10-15 минут); повторение материала накануне следующей лекции (10-15 минут), проработка учебного материала по конспектам лекций, учебной и научной литературе, подготовка ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения (1 час неделю), подготовка к семинару, решение задач (1 час). Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к лектору или преподавателю, ведущему семинары.

Обязательным требованием является выполнение домашних работ, которые оформ-

ляются в специально отведённой для этого тетради и систематически сдаются на проверку. Промежуточный контроль знаний проводится в виде коллоквиумов, на которых студенту предлагается письменно ответить на теоретический вопрос и решить две задачи по теме коллоквиума, а также студенту в ходе освоения курса необходимо выполнить две домашних индивидуальных работы с их последующей защитой.

10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Общий курс физики : в 5 т. Т 1 : Механика : учеб. пособие для вузов / Д. В. Сивухин .— 4-е изд., стереотип. — М. : Физматлит , 2002, 2006, 2010, 2014 .— 560 с. — 560 с.
2. Основы физики : Курс общей физики : в 2 т. Т 1. Механика, электричество и магнетизм. Колебания и волны, волновая оптика / А. С. Кингсеп, Г. Р. Локшин, О. А. Ольхов ; под ред. А. С. Кингсепа .— 2-е изд., испр. — М. : Физматлит, 2007 .— 704 с.
3. Общая физика. Механика : учеб. пособие для вузов / Н. А. Кириченко, К. М. Крымский ; М-во образования и науки РФ, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т) .— М. : МФТИ, 2013 .— 290 с.
4. Общий курс физики : в 5 т. Т. 2 : Термодинамика и молекулярная физика : учеб. пособие для вузов / Д В. Сивухин .— 5-е изд., испр. — М. : Физматлит, 2005, 2006, 2011, 2014 .— 544 с.
5. Основы физики : Курс общей физики : в 2 т. Т 2 : учебник для вузов. Квантовая и статистическая физика. Термодинамика / В. Е. Белонучкин, Д А. Заикин, Ю. М. Ципенюк ; под ред. Ю. М. Ципенюка .— 2-е изд., испр. — М. : Физматлит, 2007 .— 608 с.
6. Термодинамика, статистическая и молекулярная физика : учеб. пособие для вузов / Н. А. Кириченко .— 4-е изд., испр. и доп. — М. : Физматкнига, 2012 .— 192 с.
7. Общий курс физики : в 5 т. Т 3, Ч. 1 : учеб. пособие для вузов / Д. В. Сивухин .— 3-е изд., испр. и доп. — М. : Наука, 1996. — 320 с.
8. Основы физики. Курс общей физики : в 2 т. Т 1 : Механика, электричество и магнетизм, колебания и волны, волновая оптика : учебник для вузов / А. С. Кингсеп, Г. Р. Локшин, О. А. Ольхов .— М. : Физматлит, 2001 .— 560 с.
9. Электричество и магнетизм : учеб. пособие для вузов / Н. А. Кириченко ; М-во образования и науки РФ, Моск. физ.-техн. (гос. ун-т) .— М. : МФТИ, 2011 .— 420 с.
10. Квантовая микро- и макрофизика : учеб. пособие для вузов / Ю. М. Ципенюк .— М. : Физматкнига, 2006 .— 640 с.
11. Начальные главы квантовой механики : [учеб. пособие для вузов] / Н. В. Карлов, Н.А. Кириченко .— М : Физматлит, 2004,2006 .— 360 с.
12. Общий курс физики : в 5 т. Т 5 : Атомная и ядерная физика : учеб. пособие для вузов / Д В. Сивухин .— 2-е изд., стереотип. — М : Физматлит : МФТИ, 2002, 2006,2008 .— 784 с.
13. Лабораторный практикум по общей физике : в 3 т. Т 3 : Квантовая физика : учеб. пособие для вузов / Ф. Ф. Игошин, Ю. А. Самарский, Ю. М. Ципенюк ; под ред. Ю. М. Ципенюка ; Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т) .— 2-е изд., испр. и доп. — М. : Физматкнига, 2005 .— 432 с.
14. Калашников Н.П., Смондырев М.А./Основы физики в 2-х томах М.-Лаборатория знаний,2017

б) дополнительная литература

1. Курс общей физики. Механика и молекулярная физика : учеб. пособ. для вузов / Л. Д. Ландау, А. И. Ахиезер, Е. М. Лифшиц .— 2-е изд., испр. — М. : Наука, 1969 .— 400

с.

2. Методы решения задач в общем курсе физики. Механика : учеб. пособие для вузов / В. П. Корявов .— 2-е изд., испр. — М. : Студент, 2012 .— 382 с.

3. Молекулярная физика и термодинамика : Основные положения и решение задач : учеб. пособие для вузов / П. Ф. Коротков ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т .— 3-е изд., испр. и доп. — М. : МФТИ, 2009 .— 168 с.

4. Методы решения задач в общем курсе физики. Термодинамика и молекулярная физика : учеб. пособие для вузов / В. П. Корявов .— 2-е изд., испр. — М. : Студент, 2013 .— 358 с.

5. Электричество : учеб. пособие для студентов вузов : доп. М-вом образования Рос. Федерации / С. Г. Калашников .— 6-е изд., стереотип. — М. : Физматлит, 1985, 2004, 2008 .—624 с.

6. Колебания и волны. Введение в акустику, радиофизику и оптику : учеб. пособие для вузов / Г. С. Горелик ; под ред. С. М. Рытова .— 3-е изд. — М. : Физматлит, 2007 .— 656 с.

7. Оптика : учеб. пособие для физ. спец. вузов / Г. С. Ландсберг .— 6-е изд., стереотип.— М. : Физматлит, 2003,2006, 2010 .— 848 с.

8. Элементы статистической механики, термодинамики и кинетики : [учеб. пособие для вузов] / И. Ф. Щеголев .— 2-е изд., испр. — Долгопрудный : Интеллект, 2008 .— 208 с.

9. Молекулярная физика : учеб. пособие для вузов / А. К. Кикоин, И. К. Кикоин .— 2-е изд., перераб. — М. : Наука, 1976 .— 480 с.

10. Колебания и волны. Введение в акустику, радиофизику и оптику : учеб. пособие для вузов / Г. С. Горелик ; под ред. С. М. Рытова .— 3-е изд. — М. : Физматлит, 2007 .— 656 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

- необходимый для обеспечения данной дисциплины комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, а также электронные библиотечные системы, с которыми у СОГУ имеется действующий договор:

№ п/п	Наименование	№ договора(лицензия)	Страна-производитель
1.	Windows 10 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США
2.	Windows 10 Pro for Workstations	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США
3.	Windows 7 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США
4.	Windows 7 Professional	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США
5.	Office Standard 2016	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США
6.	Office Standard 2013	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США
7.	Office Standard 2010	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США

8.	Корпоративная электронная почта (Яндекс.Почта)	№КИС-1965-2025 от 12.01.2026	Россия
9.	Программное обеспечение 1С: Предприятие. Бухгалтерский Учет. Типовая конфигурация 8 сетевая версия	№ СД/108 от 29.08.2017 «МАКСИМУМ-СОФТ СОФТ» бессрочно	Россия
10.	Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат. ВУЗ»	№ SBR003-250010357500001 от 05.02.2025 (действителен до 04.02.2026) с ОАО «АнтиПлагиат»	Россия
11.	Программное обеспечение 1С: Предприятие 8.3 Управление торговлей	№КП /108 от 29.08.2017 с ООО «Максимум» (бессрочно)	Россия
12.	Программное обеспечение 1С: Зарплата и кадры государственного учреждения 8	№СД./ №9., 08.06.2025 г. «МАКСИМУМ-СОФТ СОФТ» бессрочно	Россия
13.	1С: Бухгалтерия 8. Базовая версия	№9 от 21.05.2019, «МАКСИМУМ-СОФТ СОФТ» бессрочно	Россия
14.	Планы	№2191-24, от 09.01.2025 г. (тех.поддержка до 26.02.2026 г.) ООО ЛММИС	Россия
15.	ПО Лаборатории ММИС (Деканат, ПК, Ведомости, Тестирование, интернет расширение и др.)	№2435-24 от 04.03.2025 ООО ЛММИС	Россия
16.	VSDESK	№ 210406/01 от 06.04.2021г. ИП И,А.Сергеевич	Россия
17.	DIRECTUM RX – Система электронного документооборота	ООО Галактика ИТ договор № 120320/Д/А от 14.03.2022	Россия
18.	MOODLE	Бесплатное	-
19.	ЭБС «Консультант студента»	http://www.studentlibrary.ru Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия
20.	РусГард	Бесплатное	Россия
21.	Система веб-конференций (bigbluebutton)	Бесплатное	-
22.	Средства криптографической защиты (КриптоПро CSP, Крипто АРМ)	№120680, от 21.01.2025 ООО «Цифровые технологии»	Россия
23.	Средства криптографической защиты (ViPNet)	№0000-000008 от 17.01.2025 ООО Экспресс-линк	Россия
24.	Средства криптографической защиты (Континент TLS)	№25/08/22 СЛ от 04.09.2025 ООО СКБ-Сервис	Россия
25.	Kaspersky Endpoint Security	№ СФ00-001239 от 13.02.2025 ООО Системный Софт	Россия

**Реестр электронных библиотечных систем (ЭБС)
и электронных образовательных ресурсов, доступ к которым обеспечен
для обучающихся по образовательным программам,
реализуемым в 2026-2027 учебном году**

Название базы данных	Платформа и (или) адрес в сети Интернет	Реквизиты	Правообладатель	Количество ключей
«Университетская библиотека Online» Базовая коллекция	https://biblioclub.ru Требуется регистрация.	Договор № 571-12/2025 от 12.01.2026 г. С 01.01.2026 г. - 31.12.2026 г.	ООО «НексМедиа»	Без ограничения количества пользователей
Информационно-аналитическая система SCIENCE INDEX: рефераты и полные тексты научных статей и публикаций, российские научные и научно-технические журналы	eLIBRARY.RU http://elibrary.ru/org Требуется регистрация.	Лицензионный договор № 310-5051/2025 от 31.03.2025 г. С 14.04.2025 г. - 20.04.2026 г.	ООО «Научная электронная библиотека eLibrary.ru»	Доступ по IP адресам вуза без ограничений по количеству пользователей
eLIBRARY.RU - интегрированный научный информационный портал в российской зоне сети Интернет, включающий базы данных научных изданий и сервисы для информационного обеспечения науки и высшего образования.	eLIBRARY.RU http://elibrary.ru/org Требуется регистрация.	Ресурс открытого доступа	ООО «Научная электронная библиотека eLibrary.ru»	Доступ осуществляется по IP адресам вуза без ограничений по количеству пользователей
«Юрайт» - Учебники по всем специальностям и направлениям подготовки. - ЦУМК по федеральному проекту «Кадры для цифровой экономики»	«Юрайт» https://urait.ru/info/courses?utm_source=m_campaign Требуется регистрация.	Договор № 6237 от 05.12.2023 г. С 31.12.2023 - 31.12.2026 г.	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ»	Доступ по IP адресам вуза без ограничений по количеству пользователей
Универсальная база данных East View - полнотекстовый доступ к научным журналам	https://dlib.eastview.com Логин: Khetagurov. Пароль: Khetagurov.	№210-П от 12.01.2026 г. С 01.01.2026 г. - 31.12.2026 г.	ООО «ИВИС»	Без ограничения количества пользователей
«SocHum» - электронная библиотека социогуманитарного знания (коллекция учебно-методической литературы и научных журналов социогуманитарной коллекции научно-исследовательских институтов РАН	https://sochum.ru	Ресурс открытого доступа	Государственный академический университет гуманитарных наук (ГАУГН)	Доступ осуществляется по IP адресам вуза без ограничений по количеству пользователей.
Polpred.com - открытая электронная библиотечная система и интернет-сервисы «Де-	https://www.polpred.com/	Ресурс открытого доступа		Доступ осуществляется по IP адресам вуза без огра-

ловые средства массовой информации». Доступ к статьям 600 газет, журналов информагентств с архивом за 20 лет: - обзор СМИ; - Россия и зарубежье; - Федеральные округа РФ. - внешняя экономика, право.				ничений по количеству пользователей.
Национальная электронная Библиотека «НЭБ»	https://rusneb.ru/ Требуется регистрация.	Договор № 4513-п от 26.12.2023 г. (на 10 лет с последующей автоматической пролонгацией) Без ограничения срока	Российская государственная библиотека	Доступ осуществляется по IP адресам вуза без ограничений по количеству пользователей

Электронные образовательные ресурсы

Наименование ресурса	Содержание ресурса	Ссылка на ресурс в сети Интернет
Единое окно доступа к образовательным ресурсам	Каталог образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовая электронная учебно-методическая библиотека для общего и профессионального образования	https://web.archive.org/web/20191122092928/http://window.edu.ru/
«КиберЛенинка»	Собрание научных статей, в основном на русском языке, хотя есть и иностранные публикации.	https://cyberleninka.ru/
Всенаука	Естественные, гуманитарные и социальные науки, психология	Всенаука https://vsenauka.ru/
Библиотекарь. Ру	Бесплатная интернет-библиотека. Книги, статьи, документы по русской и мировой истории, искусству, культуре, прикладным наукам, учебники, научные статьи, методические пособия. Электронные книги, учебники, периодика, графика, справочная и техническая литература. На сайте представлено около 10.000 книг доступных для онлайн чтения. - более 50 полнотекстовых справочников и энциклопедий; - Древнерусская литература - летописи, жития святых, воинские повести древней Руси; - сведения иностранных писателей о средневековой России; - большой раздел репринтов книг, газет и журналов 19 века; - биографии и труды русских учёных и писателей; - классическая литература. Мемуары, дневники; - учебники и научные работы по 20 дисциплинам; - более 15.000 картин и художественных изображений.	https://bibliotekar.ru/

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся: преподавательский стол; стул; столы обучающихся; стулья; кафедра; классная доска, мультимедийный комплекс (проектор, экран), ноутбук, колонки, программное обеспечение.

Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- при наличии по дисциплине курсовой работы продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.