МИНОБРНАКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы физических измерений

Образовательная программа
11.03.04 – Электроника и наноэлектроника

Профиль подготовки:
Микроэлектроника и твердотельная электроника

Уровень высшего образования:
Бакалавриат

Форма обучения:
Очная

Статус дисциплины:
Вариативная по выбору

Махачкала, 2020 год

Рабочая программа дисциплины «Методы физических измерений» составлена в 2020 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 – Электроника и наноэлектроника (уровень: бакалавриата), утвержденным приказом Минобрнауки от «12» марта 2015 г. № 218.

Разработчик : кафедра физической электроники, Курбанисмаилов В.С., д.ф.-м.н., профессор _____

Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры физической электроники от «21» 02 2020 г., протокол № 6.

Зав каф кафедрой _____ Омаров О.А

на заседании Методической комиссии физического факультета от «28» 02 2020 г., протокол № 6.

Председатель _____ Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «28» 03 2020 г.

/Начальник УМУ _____ Гасангаджиева А. Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина **«Методы физических измерений»** входит в вариативную по выбору часть образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 11.03.04– Электроника и наноэлектроника.

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой физической электроники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с применением теоретических знаний по курсу общей физики к анализу конкретных физических ситуаций, экспериментально изучить основные закономерности, оценить порядки изучаемых величин, определить точность и достоверность полученных результатов, а также ознакомить с современной измерительной аппаратурой и принципом ее действия: с основными принципами автоматизации и компьютеризации процессов сбора и обработки физической информации: с основными элементами техники безопасности при проведении экспериментальных исследований.

В ходе изучения дисциплины «Методы физических измерений» студент должен приобрести навыки работы с приборами и оборудованием современной лаборатории физики; навыки использования различных методик физических измерений и обработки экспериментальных данных; навыки проведения адекватного физического и математического моделирования в избранной области. При этом бакалавр должен получить не только физические знания, но и навыки их дальнейшего пополнения, научиться пользоваться современной литературой, в том числе электронной.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных – **ОПК-6,** профессиональных - **ПК-3, ПК-6**:

- способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-6);
- готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций (ПК-3);
- способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы (ПК-6).

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лабораторные занятия и самостоятельная работа.*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме *контроля текущей успеваемости – контрольная работа* и промежуточный контроль в форме *зачета*.

Объем дисциплины _3_зачетных единиц, в том числе 108 в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия								Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен
	в том числе								
	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем						СРС, в том числе экзамен	
		Всего	из них						
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации		
2,4	108	69	-	69	-	-	-	39	Зачет

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Методы физических измерений» являются:

- дать возможность обучающимся экспериментально изучить основные физические закономерности; научить студентов определять точность и достоверность полученных результатов, применять теоретический материал к анализу конкретных физических ситуаций;
- ознакомить с современной измерительной аппаратурой и принципами ее действия; с основными принципами автоматизации и компьютеризации процессов сбора и обработки физической информации; с основными элементами техники безопасности при проведении экспериментальных исследований;
- обеспечить приобретение практических навыков по выполнению лабораторных измерений, обработке результатов эксперимента и обращению с основными физическими приборами;
- развитие любознательности и интереса обучающихся к научно-техническим и другим прикладным вопросам физики;
- формирование культуры физического мышления;
- подготовка к изучению новых разделов современной физики.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Данная дисциплина реализуется в рамках вариативной по выбору части образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 11.03.04– Электроника и наноэлектроника.

Дисциплина включает в себя три раздела: часть 1 «Планирование эксперимента и обработка результатов измерений. Методы и средства физических измерений», часть 2 «Методы измерения физических величин в курсе Механика и молекулярная физика» и часть 3 «Методы измерения физических величин в курсе Электричество и магнетизм и оптика». Учебный процесс по этим разделам обеспечивается кафедрой физической электроники (2,4 семестры) физического факультета ДГУ.

Часть задач практикума (лабораторные работы) посвящены количественному изучению тех явлений, которые демонстрировались на лекциях в качественном эксперименте. Общее число лабораторных работ, которое должен выполнить студент в каждом семестре, определяется кафедрой в соответствии с учебным планом и содержанием настоящей программы.

Дисциплина «Методы физических измерений» в неразрывной связи с курсом общей физики призвана обеспечить высокое качество фундаментальной подготовки выпускаемых специалистов. В ходе учебного процесса студенты должны научиться правильно и осознанно проводить экспериментальные исследования, приобрести навыки обращения с измерительными приборами и измерительной аппаратурой, научиться обрабатывать экспериментальные данные, применять теоретические знания в экспериментальной работе, понимая при этом роль физической идеализации, научиться критически осмысливать любой получившийся в эксперименте результат.

В познании физических закономерностей в учебных лабораториях Общего физического практикума важна убежденность студента в правильности получаемого на опыте результата. Эта убежденность должна базироваться не только на совпадении найденных значений с табличными значениями соответствующих физических величин, но и на уверенности в правильности постановки задачи, методов ее экспериментальной реализации и проведениях всех измерений.

В ходе учебного процесса студентами по каждой части дисциплины должно быть выполнено 10-18 лабораторных работ. В рамках настоящего курса лабораторные работы выполняются в лабораториях: Механика, Молекулярная физика, Электричество и магнетизм и Оптика. Список действующих лабораторных работ приведен в настоящей программе, и он может корректироваться в каждом учебном году. Дисциплина «Методы физических измерений» сопровождается обязательной подготовкой студентов по основам техники безопасности.

Выполнение каждой лабораторной работы требует самостоятельной теоретической подготовки студента по теме исследования. При подготовке от студентов потребуются знания основ классической физики и базовых математических дисциплин (векторная алгебра и аналитическая геометрия, дифференциальное и интегральное исчисление), а также навыки самостоятельной работы с литературой. Кроме того, студенты должны изучить элементарные основы математической статистики и применять их для обработки экспериментальных результатов. Поэтому самостоятельная работа студентов в процессе обучения приобретает особое значение.

Основными формами контроля знаний являются предварительный и окончательный отчеты преподавателю при выполнении и сдаче (защите) каждой лабораторной работы, а также заключительный зачет по дисциплине.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Код компетенции из ФГОС ВО	**Наименование компетенции из ФГОС ВО**	**Планируемые результаты обучения**
ОПК-6	способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	**Знает:** • основные теоретические концепции предмета; • основные тенденции развития современных информационных технологий и основы каждой из рассматриваемых компьютерных технологий, • основы информационной безопасности, современные антивирусные программы. **Умеет:** • работать в локальной и глобальной вычислительных сетях с соблюдением политики информационной безопасности. **Владеет:** • практическими навыками осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.
ПК-3	готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов,	**Знает:** • анализировать и систематизировать результаты физических исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.

	публикаций, презентаций	**Умеет:** • описывать и качественно объяснять физические явления; • систематизировать результаты физических измерений, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций; • применять методы измерения физических величин для описания и моделирования физических процессов; • использовать специализированные знания в области физики для обеспечения технологической реализации материалов и элементов электронной техники в приборах и устройствах электроники и наноэлектроники. **Владеет:** • способностью анализировать и систематизировать результаты физических исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций; • методами физических измерений для решения задач в области электроники и наноэлектроники; • методами самостоятельного изучения и анализа специальной научной и методической литературы, связанной с проблемами в области электроники и наноэлектроники; • методами экспериментальных исследований физических свойств в области электроники и наноэлектроники с применением современного инновационного оборудования.
ПК-6	способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы	**Знает:** • стандарты и методики составления нормативной документации (инструкции) по эксплуатационно-техническому обслуживанию сооружений, сетей и оборудования связи, а также по программам испытаний; • структуру разработки проектной и технической документации, требования к оформлению проектно-конструкторских работ; • технологию разработки проектной и технической документации. **Умеет:** • составлять нормативную документацию (инструкции) по эксплуатационно-техническому обслуживанию сооружений, сетей и оборудования связи, а также по программам испытаний; • применять правила и нормы оформления

		проектно-конструкторской документации; • использовать технологию разработки проектной и технической документации; - разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы. **Владеет:** • способностью составлять нормативную документацию (инструкции) по эксплуатационно-техническому обслуживанию сооружений, сетей и оборудования связи, а также по программам испытаний; • технологиями разработки проектной и технической документации; • методами разработки проектной и технической документации; • навыками оформления законченных проектно-конструкторских работ.

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

Разделы и темы дисциплин	**Семестр**	**Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)**				**Самостоятельная рабта**	**Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации**
		Лекции	**Практ. занятия**	**Лабор. работы**	**Контроль самост работы**		
Модуль 1. Планирование эксперимента и обработка результатов измерений. Методы и средства физических измерений							
Введение в методы физических измерений				2		2	Устный опрос, отчет по лабораторным работам
Планирование эксперимента				2		1	Устный опрос, отчет по лабораторным работам
Обработка результатов измерений				4		2	Устный опрос, отчет по лабораторным работам
Измерительные устройства				2		2	Устный опрос, отчет по лабораторным работам
Естественные пределы измерений				4		1	Устный опрос, отчет по лабораторным работам
Спектроскопия высокого разрешения				2		2	Устный опрос, отчет по лабораторным работам
Детекторы частиц и электромагнитного излучения				4		1	Устный опрос, отчет по лабораторным работам
Физические законы, используемые в практике				3		2	Устный опрос, отчет по лабораторным работам

измерений и измерительной технике							
Итого за модуль 1				**23**		**13**	
Модуль 2. Методы измерения физических величин по разделам «Механика» и «Молекулярная физика»							
Определение ускорения свободного падения с помощью универсального маятника				4		1	Устный опрос, отчет по лабораторным работам
Изучение движения маятника Максвелла				2		1	Устный опрос, отчет по лабораторным работам
Определение ускорение свободного падения на машине Атвуда				2		1	Устный опрос, отчет по лабораторным работам
Определение момента инерции тел с помощью крутильного маятника				2		2	Устный опрос, отчет по лабораторным работам
Изучение собственных колебаний сосредоточенной системы				2		1	Устный опрос, отчет по лабораторным работам
Определение коэффициента взаимной диффузии воздуха и водяного пара				2		2	Устный опрос, отчет по лабораторным работам
Определение отношения теплоемкостей воздуха при постоянном давлении и объеме				3		1	Устный опрос, отчет по лабораторным работам
Определение теплоты парообразования воды				2		1	Устный опрос, отчет по лабораторным работам
Определение изменения энтропии при нагревании и плавлении олова				2		2	Устный опрос, отчет по лабораторным работам
Определение термодинамического коэффициента давления с помощью газового термометра				2		1	Устный опрос, отчет по лабораторным работам
Итого за модуль 2.				**23**		**13**	
Модуль 3. Методы измерения физических величин по курсу «Электричество и магнетизм» и «Оптика»							
Изучение мощности переменного тока и сдвига фаз между током и напряжением с помощью ваттметра				2		1	Устный опрос, отчет по лабораторным работам
Определение горизонтальной составляющей вектора индукции магнитного поля Земли				2		1	Устный опрос, отчет по лабораторным работам
Изучение коэффициента самоиндукции и емкости конденсатора. Проверка Закона Ома				2		2	Устный опрос, отчет по лабораторным работам

Изучение магнитного поля соленоида с помощью датчика Холла				4		1	Устный опрос, отчет по лабораторным работам
Термоэлектичество. Эффект Зеебека				2		2	Устный опрос, отчет по лабораторным работам
Изучение явления поляризации света в параллельных лучах				2		1	Устный опрос, отчет по лабораторным работам
Определение длины световой волны с помощью бипризмы Френеля				2		1	Устный опрос, отчет по лабораторным работам
Изучения принципа работы лазера непрерывного действия				2		1	Устный опрос, отчет по лабораторным работам
Вращение плоскости поляризации света в магнитном поле				2		1	Устный опрос, отчет по лабораторным работам
Изучение градуировки монохроматора УМ-2 и снятие спектра излучения лампы накаливания				2		1	Устный опрос, отчет по лабораторным работам
Изучение явления поляризации света в параллельных лучах				1		1	Устный опрос, отчет по лабораторным работам
Итого за модуль 3.				**23**		**13**	
Итого (108 часов)				**69**		**39**	

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине – не предусмотрено.

4.3.2. Содержание практических (лабораторных) занятий по дисциплине:

Модуль 1. Планирование эксперимента и обработка результатов измерений. Методы и средства физических измерений

1. **Введение.** Предмет "Методы физических измерений". Историческая справка. Цели и задачи. Физические величины и единицы измерения.
2. **Планирование эксперимента.** Модельные эксперименты. Законы подобия. Временной масштаб модельных экспериментов, аналоговые эксперименты. Аналогия между процессами переноса, потенциальными полями и полями линий тока.
3. **Обработка результатов измерений.** Источники ошибок и их классификация. Основы теории ошибок. Сглаживание экспериментальных ошибок.
4. **Измерительные устройства.** Основные блоки измерительных устройств. Передаточные характеристики. Принцип обратной связи. Электрическая линия. Передача сигнала по световодам.
5. **Естественные пределы измерений.** Возможности наших органов и чувств. Принцип неопределенности Гейзенберга. Шумы. Фазочувствительные детекторы и усилители.
6. **Детекторы частиц и электромагнитного излучения.** Типы детекторов. Фоторегистрация частиц и электромагнитного излучения. Тепловые приемники излучения. Фотоэмиссионные детекторы. Полупроводниковые детекторы. Сцинтилляционные счетчики. Полупроводниковые счетчики.

7. **Спектроскопия высокого разрешения.** Спектральные методы измерений. Интерферометр Фабри-Перо. Лазерная спектроскопия высокого разрешения. Мессбауэровская спектроскопия.

Модуль 2. Методы измерения физических величин по разделам «Механика» и «Молекулярная физика»

1. Определение ускорения свободного падения с помощью универсального маятника.
2. Изучение движения маятника Максвелла.
3. Определение ускорение свободного падения на машине Атвуда.
4. Определение момента инерции тел с помощью крутильного маятника.
5. Изучение собственных колебаний сосредоточенной системы.
6. Определение коэффициента взаимной диффузии воздуха и водяного пара.
7. Определение отношения теплоемкостей воздуха при постоянном давлении и объеме.
8. Определение теплоты парообразования воды.
9. Определение изменения энтропии при нагревании и плавлении олова.
10. Определение термодинамического коэффициента давления с помощью газового термометра.

Модуль 3. Методы измерения физических величин по курсу «Электричество и магентизм» и «Оптика»

1. Изучение мощности переменного тока и сдвига фаз между током и напряжением с помощью ваттметра.
2. Определение горизонтальной составляющей вектора индукции магнитного поля Земли.
3. Изучение коэффициента самоиндукции и емкости конденсатора. Проверка Закона Ома.
4. Изучение магнитного поля соленоида с помощью датчика Холла
5. Термоэлектичество. Эффект Зеебека.
6. Изучение явления поляризации света в параллельных лучах.
7. Определение длины световой волны с помощью бипризмы Френеля.
8. Изучения принципа работы лазера непрерывного действия.
9. Вращение плоскости поляризации света в магнитном поле.
10. Изучение градуировки монохроматора УМ-2 и снятие спектра излучения лампы накаливания.

Содержание каждого раздела подробно описано в изданных материалах дисциплины "Общий физический практикум", где подробно к каждой работе приведены цели и задачи лабораторных работ и практических занятий, описание исследуемых процессов и явлений, необходимый теоретический аппарат для их анализа, используемое при измерениях оборудование, необходимые этапы измерений, контрольные вопросы для подготовки к защите работ.

5. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины «Методы физических измерений» используются следующие методы обучения и формы организации занятий:

- лабораторный занятия, на которых студенты получают навыки работы с измерительной аппаратурой по проведению физических измерений, закрепляются теоретические знания и умения, освещенные в лекциях по курсу общей физики;
- консультация преподавателя;

- самостоятельная работа студентов, которая включает освоение теоретического материала, подготовку к проведению физических измерений по различным разделам курса общей физики.

При реализации программы «Методы физических измерений» используются следующие образовательные технологии:

- внеаудиторная работа в форме обязательных консультаций и индивидуальных занятий со студентами (помощь в понимании тех или иных методов исследования материалов, в подготовке рефератов и тезисов для студенческих конференций и т.д.).

Курс построен на принципах системного подхода к отбору программного материала и определению последовательности его изучения студентами, что предусматривает глубокое изучение предметов за счет объединения занятий в блоки, т.е. реализуется технология концентрированного обучения. Для контроля усвоения программного материала учитывается работа студентов на лабораторных занятиях (результаты устного опроса, выполнение экспериментальной части работы, обработка результатов и отчет по результатам).

Для выполнения лабораторно-практических работ изданы учебно-методические пособия и разработки по курсу общей физики, которые в сочетании с внеаудиторной работой способствуют формированию и развития профессиональных навыков обучающихся.

В рамках ***лабораторного практикума*** используется умение студентов производить расчеты с помощью средств вычислительной техники. Это позволяет существенно приблизить уровень статистической культуры обработки результатов измерений в практикуме к современным стандартам, принятым в науке и производственной деятельности. На этих занятиях студенты уже на I курсе приобретают опыт общения с ЭВМ и использования статистических методов обработки результатов наблюдений, что совершенно необходимо для работы в специальных учебных и производственных лабораториях.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Промежуточный контроль. В течение семестра студенты выполняют:

- домашние задания, выполнение которых контролируется и при необходимости обсуждается на лабораторно-практических занятиях;
- промежуточные контрольные работы во время лабораторных занятий для выявления степени усвоения пройденного материала;
- выполнение итоговой контрольной работы по решению лабораторных задач, охватывающих базовые вопросы курса: в конце семестра.

Итоговый контроль. Зачет в конце 2,4 семестров, включающий проверку теоретических знаний, умение и навыков выполнения расчетно-графических задач по всему пройденному материалу**.**

Студентам предоставляется раздаточный материал: методическое пособие и литература по выполнению лабораторных работ, методическое пособие подготовленное сотрудниками, указанное в дополнительной литературе.

При изучении курса в рамках самостоятельной работы используются: самостоятельное освоение отдельных вопросов теоретического курса.

Содержание и объем самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Форма самостоятельной работы	Кол-во часов	Форма контроля выполнения самостоятельной

				работы
1	2	3	4	5
1	**Методы и средства физических измерений. Введение.** Предмет "Методы измерения физических величин". Историческая справка. Цели и задачи. Физические величины и единицы измерения. **Планирование эксперимента.** Модельные эксперименты. Законы подобия. Временной масштаб модельных экспериментов, аналоговые эксперименты. Аналогия между процессами переноса, потенциальными полями и полями линий тока. **Обработка результатов измерений.** Источники ошибок и их классификация. Основы теории ошибок. Сглаживание экспериментальных ошибок. **Измерительные устройства.** Основные блоки измерительных устройств. Передаточные характеристики. Принцип обратной связи. Электрическая линия. Передача сигнала по световодам. **Естественные пределы измерений.** Возможности наших органов и чувств. Принцип неопределенности Гейзенберга. Шумы. Фазочувствительные детекторы и усилители. **Детекторы частиц и электромагнитного излучения.** Типы детекторов. Фоторегистрация частиц и электромагнитного излучения. Тепловые приемники излучения. Фотоэмиссионные детекторы. Полупроводниковые детекторы. Сцинтилляционные счетчики. Полупроводниковые счетчики. **Спектроскопия высокого разрешения.** Спектральные методы измерений. Интерферометр Фабри-Перо. Лазерная спектроскопия высокого разрешения. Мессбауэровская спектроскопия.		10	Устный и письменный опрос.
2	**Механика.** Кинематика и динамика материальной точки. Относительность движения. Траектория, перемещение и путь. Скорость, ускорение. Тангенциальное и нормальное ускорение. Кинематика движения по окружности. Уравнение движения. Законы Ньютона. Масса и вес. Импульс тела и импульс силы. Центр масс. Закон сохранения импульса. Виды сил. Сила тяжести и вес. Перегрузки, невесомость, их влияние на организм. Движение космических тел. Упругие силы, силы трения. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции, сила Кориолиса.	Подготовка допуска к лабораторной работе	5	Устный и письменный опрос.

	Работа и энергия. Геометрический смысл работы, мощность. Потенциальные силы. Закон сохранения энергии. Кинетическая и потенциальная энергии. Вращательное движение. Угловые скорость и ускорение, момент импульса. Момент инерции, момент силы. Уравнение Штейнера Основной закон динамики вращения. Кинетическая энергия. Законы сохранения момента импульса и кинетической энергии. Работа при вращательном движении. Связь линейных и угловых характеристик движения. Деформация тел. Виды упругих деформаций. Закон Гука. Энергия упругой деформации. Диаграмма растяжения. Физический смысл модуля Юнга. Кинематика и динамика колебаний. Гармонические колебания, их сложение, биения. Ангармонические колебания. Упругие силы. Вынужденные и затухающие колебания. Энергия колебаний. Резонанс.			
3.	**Молекулярная физика и термодинамика.** Уравнение вращательно движения твердого тела. Момент инерции. Свободные оси вращения, главные моменты инерции. Вычисление момента инерции относительно данной оси. Теорема Штейнера. Понятие о тензоре момента инерции. Колебательный процесс. Собственные и вынужденные колебания. Колебания с одной степенью свободы. Физический и пружинный маятники. Уравнение собственных колебаний.	Подготовка допуска к лабораторной работе	6	Устный и письменный опрос.
4.	**Электричество и магнетизм.** Закон Кулона. Электростатическое поле. Напряженность электростатического поля как его силовая характеристика. Принцип суперпозиции. Проводники в электростатическом поле. Электроемкость проводника, электроемкость системы проводников, конденсаторы.	Подготовка допуска к лабораторной работе	8	Устный и письменный опрос.

5	**Оптика.** Электромагнитная природа света. Элементарная оптика. Немонохроматическое и хаотическое излучение. Распространение, преломление и отражение света в изотропных средах. Дисперсия и поглощение света. Геометрическая оптика и простейшие оптические приборы. Интерференция света. Интерференция при белом свете. Временная и пространственная когерентности. Интерферометр Фабри - Перо. Интерференционные фильтры. Интерференция света. Дифракция. Основы голографии. Распространение света в анизотропных средах. Оптика анизотропных сред. Рассеяние света. Закон Рэлея. Рассеяние Мандельштама – Бриллюэна. Генерация света. Экспериментальные законы излучения абсолютно черного тела. Лазеры. Нелинейные явления в оптике. Фотоэффект и его применения.	Подготовка допуска к лабораторной работе	10	Опрос, коллоквиум

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы по отдельным разделам дисциплины указано в описаниях к выполнению лабораторных работ. Перечень основной и дополнительной учебной литературы по отдельным разделам общей физики, необходимой для освоения дисциплины дан в **пункте 8.**

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Код компетенции из ФГОС ВО	**Наименование компетенции из ФГОС ВО**	**Планируемые результаты обучения**	**Процедура освоения**
ОПК-6	способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	**Знает:** • основные теоретические концепции предмета; • основные тенденции развития современных информационных технологий и основы каждой из рассматриваемых компьютерных технологий, • основы информационной безопасности, современные антивирусные программы. **Умеет:** • работать в локальной и глобальной вычислительных сетях с соблюдением политики информационной безопасности. **Владеет:**	Устный опрос, письменный опрос

		• практическими навыками осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.	
ПК-3	готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций	**Знает:** • анализировать и систематизировать результаты физических исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций. **Умеет:** • описывать и качественно объяснять физические явления; • систематизировать результаты физических измерений, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций; • применять методы измерения физических величин для описания и моделирования физических процессов; • использовать специализированные знания в области физики для обеспечения технологической реализации материалов и элементов электронной техники в приборах и устройствах электроники и наноэлектроники. **Владеет:** • способностью анализировать и систематизировать результаты физических исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций; • методами физических измерений для решения задач в области электроники и наноэлектроники; • методами самостоятельного изучения и анализа специальной научной и методической литературы, связанной с проблемами в	Устный опрос, письменный опрос

		области электроники и наноэлектроники; • методами экспериментальных исследований физических свойств в области электроники и наноэлектроники с применением современного инновационного оборудования.	
ПК-6	способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы	**Знает:** • стандарты и методики составления нормативной документации (инструкции) по эксплуатационно-техническому обслуживанию сооружений, сетей и оборудования связи, а также по программам испытаний; • структуру разработки проектной и технической документации, требования к оформлению проектно-конструкторских работ; • технологию разработки проектной и технической документации. **Умеет:** • составлять нормативную документацию (инструкции) по эксплуатационно-техническому обслуживанию сооружений, сетей и оборудования связи, а также по программам испытаний; • применять правила и нормы оформления проектно-конструкторской документации; • использовать технологию разработки проектной и технической документации; - разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы. **Владеет:** • способностью составлять нормативную документацию (инструкции) по эксплуатационно-техническому обслуживанию сооружений, сетей и оборудования связи, а также по программам испытаний; • технологиями разработки проектной и технической документации; • методами разработки проектной и технической документации;	Устный опрос, письменный опрос

		• навыками оформления законченных проектно-конструкторских работ.	

7.2. Типовые контрольные задания

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО МОДУЛЮ 1

1. В чем заключается особенность поведения системы, состоящей из большого числа частиц? Объясните результаты опыта с доской Гальтона, броуновское движение.
2. Что называют равновесным состоянием системы? Что такое флуктуация?
3. Что называют теплотой? Температурой?
4. Что такое термометр?
5. Что такое атомная единица массы? Число Авогадро? Что такое моль?
6. Как определить число молекул некоторой массы известного вещества?
7. Какими свойствами реальных молекул пренебрегают, формируя модель идеального газа?
8. Что называют идеальным газом? Какому эмпирическому закону строго подчиняется идеальный газ?
9. Какие изопроцессы вы знаете? Как выглядят графики изопроцессов в осях (V,P), (P,T), (T,V)?
10. Как связаны макропараметры идеального газа (P,T) с микрохарактеристикой одной молекулы?
11. Как статические законы описывают поведение совокупности молекул? В чем заключается закон распределения молекул по скоростям (Максвелла)? Как выглядят графики этого распределения для различных температур?
12. Что такое наиболее вероятная скорость? Как получается выражение для наиболее вероятной скорости?
13. Что такое средняя скорость молекул? Как получается выражение для средней скорости из закона распределения Максвелла?
14. Что такое средняя квадратичная скорость молекул? Как получить выражение для нее?
15. Что такое число степеней свободы? В чем заключается теорема Максвелла-Больцмана о равномерном распределении энергии по степеням свободы?
16. Чему равна внутренняя энергия идеального газа?
17. В чем заключается Первое начало термодинамики? Как этот закон записывается для различных изопроцессов?
18. Что такое теплоемкость? Удельная? Молярная? Теплоемкость при постоянном объеме и постоянном давлении?
19. Какой процесс называют адиабатическим? Как изменяется температура идеального газа при адиабатическом расширении? Сжатии? Получите уравнение, связывающее давление и объем идеального газа при адиабатическом процессе.
20. Как из определения механической работы получают выражение для работы газа? Как выглядит уравнение для работы газа (общий случай)? Для различных изопроцессов?
21. Что такое цикл Карно? Получите выражение для КПД цикла Карно. Чему равен КПД реальной тепловой машины?
22. Что такое приведенная теплота? Запишите равенство Клаузиуса для произвольного обратимого цикла. Как из этого соотношения вводиться понятие энтропии?
23. Как записать неравенство Клаузиуса для необратимого процесса? Как изменяется энтропия изолированной системы при обратимых и необратимых процессах?
24. Что такое термодинамическая вероятность? Как она связана с энтропией системы? Приведите примеры к утверждению: "Энтропия-мера беспорядка ."

25. Как выглядит график цикла Карно в осях (S,T)?
26. Как изменяется энтропия куска льда при минусовой температуре, когда в результате нагревания он превращается в пар (при нормальном давлении). Получите формулу для AS.
27. Запишите уравнение Ван-дер-Ваальса. Какие свойства реального газа описывают поправки к уравнению Менделеева-Клапейрона?
28. Как выглядят изотермы Ван-дер-Ваальса для различных температур? Сравните их с эмпирическими изотермами. Что такое квазистабильное и нестабильное состояния?
29. Что такое критическое состояние вещества? Каковы его параметры?
30. Как уравнение Клайперона-Клаузиуса связывает давление и температуру фазового перехода?
31. Чему равна внутренняя энергия реального газа? Как изменяется температура идеального и реального газов при адиабатическом расширении в пустоту?
32. В чем заключается эффект Джоуля-Томпсона? Как это явление используется для получения жидких газов?
33. Что вы знаете о свойствах и строении жидкости? Что такое сфера действия молекулярных сил?
34. Что такое поверхностное натяжение? Коэффициент поверхностного натяжения? Поверхностно-активные вещества? Адсорбция?
35. Чему равна энергия поверхностного слоя жидкости? Как зависит поверхностное натяжение от температуры?
36. Выведите формулу Лапласа (связь между кривизной поверхностности жидкости и добавочным давлением).
37. Чем объясняется явление смачивания (несмачивания) в системах: жидкость - жидкость; жидкость - твердое тело?
38. Чем объясняются явления капиллярности? Как зависит высота поднятия жидкости от радиуса капиллятора?
39. В чем особенность строения твердых (т.е. кристаллических) тел? Что такое кристаллическая анизотропия?
40. Чему равна теплоемкость твердых тел? В чем заключается закон Дюлонга и Пти?
41. Что такое фазовые переходы первого и второго рода? Что такое возгонка? Плавление? Испарение?
42. Что такое диаграмма состояний? Приведите диаграмму состояний воды? Что такое тройная точка на этой диаграмме?

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО МОДУЛЮ 2-3

1. Запишите уравнения Максвелла и объясните их физическую суть. Какой физический смысл имеет электродинамическая постоянная?
2. Какова структура плоской электромагнитной волны?
3. Запишите формулу тонкой линзы. Что называется аберрацией линз?
4. В чем заключается явление интерференции волн?
5. При каких условиях наблюдается интерференция световых волн?
6. Почему порядок интерференции в опыте с параллельной пластиной наибольший при нормальном падении лучей на нее?
7. Запишите связь между оптической разностью хода и разностью фаз двух лучей.
8. В чем состоит разница между явлениями интерференции и дифракции? В чем заключается их единство?
9. Запишите и объясните физический смысл для синфазности колебаний, условие усиления и ослабления интенсивности света при интерференции.
10. Какие основные методы существуют для получения интерференционных картин?

11. В опыте Юнга ширина между щелями равна а, длина волны равна Т. Определить максимально возможное число интерференциональных полос, если размеры экрана неограниченны (а = 1 мм, Т. = 5000 А).
12. В чем состоит разница между полосами равного наклона и равной толщины? Приведите примеры.
13. Сделайте вывод формулы для преломляющего угла бипризмы Френеля.
14. Что понимают под порядком интерференции?
15. Как устроен многолучевой интерферометр Фабри-Перо? Каковы области его применения?
16. В чем заключается явление дифракции световых волн?
17. Объясните, в чем состоит метод Френеля. Что такое зонная пластинка?
18. Что называют дифракцией Фраунгофера?
19. Каковы спектральные характеристики дифракционных решеток?
20. Приведите виды поляризации световых волн.
21. Поляризационные приборы: призма Николя, дихроизм.
22. Формула Брюстера. Полное внутреннее отражение. Волоконная оптика.
23. Распространение света в проводящих средах. Основы металлооптики.
24. Распространение света в анизотропных средах. Тензор диэлектрической проницаемости. Двойное лучепреломление.
25. Какое излучение называют тепловым? Что такое абсолютно черное тело? Можно ли Солнце назвать абсолютно черным телом?
26. Элементарная квантовая теория теплового излучения. Коэффициенты Эйнштейна и связь между ними.
27. Лазеры. Принципиальная схема. Условие стационарной генерации. Способы модуляции добротности. Моды.
28. Твердотельный лазер на рубине. Четырехуровневые схемы ОКГ.
29. Газовый лазер на смеси He-Ne. Объясните механизм создания инверсной заселенности энергетических состояний.
30. В чем состоят основные положения нелинейной оптики?
31. Приведите примеры кристаллических материалов, применяемых в нелинейной оптике.
32. Опишите механизм генерации второй гармоники. В чем состоит условие фазового синхронизма?
33. Самовоздействие света в нелинейной среде.
34. Каковы физические основы голографии?
35. В чем заключается эффект Доплера в оптике (продольный и поперечный)?

7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающая из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий и наличие конспекта __15__ **бал.**
- получение допуска к выполнению работы __20__**бал.**
- выполнение работы и отчета к ней _25__**бал.**
- защита лабораторной работы _40__**бал**

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- - устный опрос - 50 баллов,
- - письменная контрольная работа - 30 баллов,

- - тестирование - 20 баллов.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который: 1) выполнил все предусмотренные программой курса лабораторные работы; 2) глубоко, осмысленно усвоил программный материал в полном объеме, излагал его на лабораторных занятиях и зачете на высоком научном уровне, изучил основную и дополнительную рекомендуемую литературу; 3) при ответе допускал отдельные неточности в освещении второстепенных вопросов, но легко устранял их после замечания преподавателя; 4) отчитался по всем изученным темам на лабораторных занятиях.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который: 1) имеет существенные задолженности по выполнению и защите лабораторных работ; 2) имеет существенные пробелы в знании учебного материала, не может раскрыть основных теоретических положений и понятий; 2) не освоил работу с лабораторными установками и измерительными приборами; 3) не отчитался по темам, рассмотренным на лабораторных занятиях.

(от 51 и выше - зачет).

Требования к зачету

В конце каждого из семестров изучения дисциплины студент должен получить зачет по соответствующему разделу курса по результатам работы в лаборатории. Для получения зачета студенту необходимо выполнить экспериментальную часть, выполнить обработку полученных результатов, сдать отчеты по всем лабораторным работам и сдать устные и электронные допуски к лабораторным работам.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) основная литература:

1. Финкельштейн А.В. Методы измерения физических величин белка: курс лекций: [учеб. пособие для вузов по биол. специальностям] / Финкельштейн, Алексей Витальевич; О.Б. Птицын; Ин-т белка РАН. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Университет, 2005. - 455 с.
2. Вяткин А.А. Современные физические измерения. Компьютерные технологии в эксперименте [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. Направление подготовки: 050100 - «Педагогическое образование». Профили подготовки: «Физика и информатика» (бакалавриат) и «Физика» (магистратура) / А.А. Вяткин, Д.А. Полежаев. - Электрон. текстовые данные. - Пермь: Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, 2013. - 46 с. - 2227-8397. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/32092.html (*дата обращения: 16.06.2018*).
3. Латышенко К.П. Технические измерения и приборы. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие / К.П. Латышенко. - 2-е изд. - Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2019. - 480 c. - 978-5-4487-0442-0. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/79683.html (*дата обращения: 16.06.2018*).
4. Фокин С.А. Обработка результатов измерений физических величин [Электронный ресурс]: учебное пособие для лабораторного практикума по физике / С.А. Фокин, А.М. Бармасова, М.А. Мамаев. - Электрон. текстовые данные. - СПб.: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2009. - 63 с. - 2227-8397. -

Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/17948.html (*дата обращения: 16.06.2018*).

5. Измерение физических величин. Лабораторный практикум по физике [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Н. Холявко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012. - 60 с. - 978-5-7782-1903-8. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45088.html (*дата обращения: 16.06.2018*).
6. Специальные методы измерения физических величин [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.В. Федоров [и др.]. — Электрон. текстовые данные. - СПб.: Университет ИТМО, 2014. - 130 с. - 2227-8397. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/68146.html (*дата обращения: 16.06.2018*).

б) дополнительная литература:

1. Мэрион Дж. Б. Методы измерения физических величин с биологическими примерами. М., Высшая школа, 1986.
2. Спенс Дж. Экспериментальная электронная микроскопия высокого разрешения. – М.: Наука. 1986. 320 с.
3. Баранов А.В. Техника физического эксперимента в системах с пониженной размерностью [Электронный ресурс]: лабораторный практикум / А.В. Баранов, Ю.М. Воронин. - Электрон. текстовые данные. - СПб.: Университет ИТМО, 2009. - 43 с. - 2227-8397. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/68639.html (*дата обращения: 16.06.2018*).
4. Техника физического эксперимента [Электронный ресурс]: лабораторный практикум / П.С. Парфенов [и др.]. - Электрон. текстовые данные. - СПб.: Университет ИТМО, 2015. - 91 с. - 2227-8397. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/68197.html (*дата обращения: 16.06.2018*).
5. Техника физического эксперимента в системах с пониженной размерностью. Часть 3 [Электронный ресурс]: лабораторный практикум / Г.Н. Виноградова [и др.]. - Электрон. текстовые данные. - СПб.: Университет ИТМО, 2011. - 44 с. - 2227-8397. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/68196.html (*дата обращения: 16.06.2018*).
6. Техника физического эксперимента в системах с пониженной размерностью. Часть 2 [Электронный ресурс]: лабораторный практикум / А.В. Баранов [и др.]. - Электрон. текстовые данные. - СПб.: Университет ИТМО, 2011. - 44 с. - 2227-8397. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/68195.html (*дата обращения: 16.06.2018*).
7. Климкин В.Ф., Папырин А.Н., Солоухин Р.И. Оптические методы регистрации быстропротекающих процессов.- Новосибирск: Наука, 1980.- 208 с.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. Федеральный портал «Российское образование» http://www.edu.ru/
2. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» http://school-collection.edu.ru/
3. Теоретические сведения по физике и подробные решения демонстрационных вариантов тестовых заданий, представленных на сайте Росаккредагентства (www.fepo.ru).
4. Методы измерения физических величин [Электронный ресурс]: реф. журн. ВИНИТИ. № 7 - 12, 2008 / Всерос. ин-т науч. и техн. информ. - М.: [Изд-во ВИНИТИ], 2008. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - 25698-00.

5. Российский портал «Открытого образования» http://www.openet.edu.ru
6. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета http://edu.icc.dgu.ru
7. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета http://elib.dgu.ru (доступ через платформу **Научной электронной библиотеки elibrary.ru).**
8. Федеральный центр образовательного законодательства. http://www.lexed.ru

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

по подготовке к практическим занятиям

Для освоения дисциплины «Методы физических измерений» у студента должна быть отдельная тетрадь. При подготовке к занятию студент должен проработать теоретический материал, относящийся к теме занятия. При этом необходимо выяснить физический смысл всех величин, встречающихся в конспекте по данной работе. Должен составить конспект, ответить письменно на все контрольные вопросы. Должен знать установку, выполнение работы и ожидаемые результаты.

по организации самостоятельной работы

Рабочей программой дисциплины «Методы физических измерений» предусмотрена самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа предполагает: чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины; подготовку к практическим занятиям; работу с Интернет-источниками; выполнение тестовых и индивидуальных заданий, подготовку к сдаче зачета.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе дисциплины. По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины, следует сначала прочитать рекомендованную литературу и, при необходимости, составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса. Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы, материалы сайта физического факультета ДГУ и обучающих программ, предложенных преподавателем.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

№ п/п	Аудиторное занятие	Содержание	Образовательная технология	Метод обучения	Активный метод обучения, способ реализации
1	Лабораторная работа физического практикума	Оценка погрешности измерений	Технология дифференцированного обучения	Формирование умений и навыков - репродуктивный метод	Индивидуальное выполнение под контролем преподавателя лабораторной работы по инструкции
2	Лабораторная работа фи-	Оценка погрешности	Технология дифферен-	Формирование умений и навыков -	Индивидуальное выполнение под

	зического практикума	измерений	цированного обучения	репродуктивный метод	контролем преподавателя лабораторной работы по инструкции
3	Лабораторная работа физического практикума	Методы линейных измерений	Технология дифференцированного обучения	Формирование умений и навыков - репродуктивный метод	Индивидуальное выполнение под контролем преподавателя лабораторной работы по инструкции
4	Лабораторная работа физического практикума		Технология дифференцированного обучения	Формирование умений и навыков - репродуктивный метод	Индивидуальное выполнение под контролем преподавателя лабораторной работы по инструкции
5			Технология дифференцированного и развивающего обучения. Совершенствование знаний и формирование умений и навыков - проблемно-поисковый метод		Индивидуальное выполнение поисковой лабораторной работы с выбором наиболее оптимального способа решения поставленной задачи; компьютерное моделирование с применением расчетно-вычислительных и проектно-графических методик

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине:

- закрепление теоретического материала и приобретение практических навыков использования аппаратуры для проверки физических законов обеспечивается лабораториями физического практикума: механика – 2 лаб.; молекулярная физика – 2 лаб.; электричество и магнетизм – 2 лаб.; оптика – 2 лаб.;
- при проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой;
- комплект анимированных интерактивных компьютерных демонстраций по ряду разделов дисциплины.