

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
Физики твердого тела и наноструктур  
(Середы П.В.)  
05.06.2023г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.04 Спецпрактикум**

**1. Код и наименование направления подготовки:**

**03.03.02 Физика**

**2. Профиль подготовки: Физика твердого тела**

**3. Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр**

**4. Форма обучения: Очная**

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра физики твердого тела и наноструктур**

**6. Составители программы: старший преподаватель Терновая Вера Евгеньевна**

**7. Рекомендована:**

**НМС физического факультета ВГУ протокол № 5 от 25.05.2023**

**8. Учебный год: 2026**

**Семестр(ы): 7,8**

**9. Цели и задачи учебной дисциплины:**

Целью дисциплины является формирование у студентов знаний и умений, необходимых для проведения исследований в области физики твердого тела наноразмерных объектов, с привлечением современного материально-технического оборудования. Лабораторные работы данного курса направлены на развитие творческого подхода в решении профессиональных задач, а также на развитие навыков работы с рентгено-дифракционным и оптическим оборудованием.

Задачи дисциплины состоят в освоении теоретических основ физики рентгеноструктурного анализа, в приобретении практических знаний и умений при работе с приборами, а также в анализе и обработке полученных в ходе работы данных. Лабораторные работы направлены на решение определенных исследовательских задач и на освоение метода рентгеноструктурного анализа.

Изучившие курс должны:

- Знать теоретические основы и области применения метода рентгеноструктурного анализа и метода ИК-спектроскопии;
- Знать описание и технические характеристики дифрактометров, используемых в работе;
- Уметь реализовать возможности прибора для проведения измерений путем реализации описанных и разработки новых методик;
- Уметь установить и запустить прибор;
- Владеть методиками определения качественного и количественного определения веществ в различных объектах;
- Уметь расшифровать полученную дифрактограмму;
- Уметь расшифровать полученные ИК-спектры и моды колебаний

После изучения курса студент должен быть подготовлен к решению следующих профессиональных задач:

- проведение научных исследований на дифрактометрах и спектрометрах;
- основы и специфику рентгеноструктурного анализа;
- принцип инфракрасной спектроскопии;
- проведение рентгеноструктурных исследований по заданной тематике;
- подготовка оборудования, работа на экспериментальных физических установках;
- расчеты и анализ получаемой физической информации с использованием современной вычислительной техники;
- научно-инновационная деятельность;
- применение результатов научных исследований в инновационной деятельности;
- участие в разработке новых методических подходов в научно-инновационных исследованиях;
- обработка и анализ полученных данных;
- участие в организации научно-исследовательских и научно- инновационных работ, контроль за соблюдением техники безопасности;
- участие в организации семинаров, конференций;
- написание и оформление научных статей;
- участие в подготовке заявок на конкурсы грантов и оформлении научно-технических проектов;

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина «Б1.В.10 Спецпрактикум» относится к вариативной части блока Б1 по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):**

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-5	способностью использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки	знать: принципы, способы и средства переработки информации; уметь: перерабатывать и внедрять полученные знания и умения, используя современные средства работы с информацией;

	работы с компьютером как со средством управления информацией	владеть: навыками работы с компьютером в виде средства управления информацией
ОПК-6	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	<p>знать: новые информационно-коммуникационные технологии;</p> <p>уметь: решать стандартные задачи профессиональной деятельности;</p> <p>владеть: навыками применения библиографической культуры и информационно-коммуникационными технологиями с учетом основных требований информационной безопасности</p>
ОПК-8	способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости направление своей деятельности	<p>знать: основные теоретические разделы физики твердого тела;</p> <p>уметь: изменять при необходимости направление своей деятельности;</p> <p>владеть: способностью критически переосмысливать накопленный опыт</p>
ОПК-9	способностью получить организационно-управленческие навыки при работе в научных группах и других малых коллективах исполнителей	<p>знать: основные методы общения в научных группах;</p> <p>уметь: контактировать в научных группах и организовать правильную работу внутри коллектива;</p> <p>владеть: навыками управления людьми в малых коллективах научных групп</p>
ПК-3	готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований	<p>знать: теоретические основы и области применения дифракционных методов анализа наноразмерных объектов;</p> <p>уметь: проводить исследований в области рентгеноструктурного анализа, с привлечением современного оборудования;</p> <p>владеть: практическими основами и спецификой дифракционных методов анализа, необходимыми при исследовании наноразмерных объектов и последующей обработке полученных данных</p>
ПК-4	способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	<p>знать: физические идеи и принципы современной физики твердого тела, физические свойства низкоразмерных систем;</p> <p>уметь: реализовать возможности прибора для проведения измерений путем реализации описанных и разработки новых методик;</p>

		владеть: основными теоретическими знаниями физики твердого тела, физики наногетероструктур
ПК-5	способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований	<p>знать: основные существующие модели, теории различных физических явлений, лежащих в основе функционирования наноструктур;</p> <p>уметь: анализировать основную физическую информацию, полученную экспериментально;</p> <p>владеть: синтезом физической информации в избранной области физических исследований</p>

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) — 6/216.**

**Форма промежуточной аттестации** зачет, зачет с оценкой

### 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	Всего	По семестрам	
		7 семестр	2 семестр
Аудиторные занятия	174	102	72
в том числе:	-	-	-
лекции	-	-	-
практические	-	-	-
лабораторные	174	102	72
Самостоятельная работа	42	6	36
Форма промежуточной аттестации	зачет, зачет с оценкой	зачет	зачет с оценкой
<b>Итого:</b>	<b>216</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

#### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лабораторные работы</b>		
1	Лабораторная работа №1	Лабораторная работа по исследованию гетероструктур методом рентгеноструктурного анализа (исследуемое вещество – сверхрешетка AlN/GaN)
2	Лабораторная работа №2	Лабораторная работа по исследованию гетероструктур методом рентгеноструктурного анализа (исследуемое вещество – CoCrMo)
3	Лабораторная работа №3	Лабораторная работа по исследованию ИК-спектров отражения (исследуемое вещество –

		AlGaAs/GaAs)
4	Лабораторная работа №4	Лабораторная работа по исследованию ИК-спектров отражения (исследуемое вещество – GaAs/GaAs)
5	Лабораторная работа №5	Лабораторная работа по исследованию ИК-спектров отражения (исследуемое вещество – InGaP/GaAs)
6	Лабораторная работа №6	Лабораторная работа по определению и расчету параметра решетки вещества по дифрактограмме. Профильный анализ дифрактограмм.
7	Лабораторная работа № 7	Измерение спектров пропускания и отражения на приборе СФ56А с приставкой на отражение ПЗО9. Обработка спектров в программе EXCEL. Построение спектральных зависимостей коэффициента поглощения и степенных зависимостей. Определение ширины запрещенной зоны и типа оптических переходов.
8	Лабораторная работа №8	Измерение спектров пропускания и отражения на приборе СФ56А с приставкой на отражение ПЗО9. Обработка спектров в программе EXCEL. Построение спектральных зависимостей коэффициента поглощения и степенных зависимостей. Определение ширины запрещенной зоны и типа оптических переходов.
9	Лабораторная работа №9	Измерение спектров пропускания и отражения на приборе СФ56А с приставкой на отражение ПЗО9. Обработка спектров в программе EXCEL. Построение спектральных зависимостей коэффициента поглощения и степенных зависимостей. Определение ширины запрещенной зоны и типа оптических переходов. Определение энергии экситона.
10	Лабораторная работа №10	Измерение спектров пропускания и отражения на приборе СФ56А с приставкой на отражение ПЗО9. Обработка спектров в программе EXCEL. Построение спектральных зависимостей коэффициента поглощения и степенных зависимостей. Моделирование спектра люминесценции арсенида галлия в соответствии с теорией Ван-Русбрека-Шокли. Определение положения максимума спектра излучения
11	Лабораторная работа №11	Измерение температурной зависимости электропроводности германиевого образца. Построение зависимости $\ln(\sigma)$ от $1/T$ . Расчет значений ширины запрещенной зоны и энергии активации примеси.
12	Лабораторная работа №12	Измерение температурной зависимости дифференциальной термо-ЭДС германия.

		Определение эффективных масс электронов и дырок. Расчет положения приведенного уровня Ферми по формуле Писаренко.
13	Лабораторная работа №13	Измерение спектра зеркального отражения пленки оксида алюминия на приборе LAMBDA-650 при двух углах падения. Расчет значений показателя преломления в точках экстремумов спектров отражения в программе EXCEL. Построение зависимости $n(\lambda)$ . Расчет толщины пленки.
14	Лабораторная работа №14	Проведение облучения кристаллов NaCl рентгеновским облучением при различных режимах. Измерение спектров пропускания облученных образцов на приборе СФ56А. Построение зависимостей оптической плотности от энергии облучения. Расчет концентрации центров окраски по уравнению Смакулы при заданной силе осциллятора.
15	Лабораторная работа №15	Изучение устройства ИК Фурье спектрометра Vetrex-70 и приставки на отражение. Измерение спектров отражения пластин монокристаллического кремния с высокой электропроводностью. Конвертация спектров в программу EXCEL, построение степенных зависимостей, проведение графического анализа и определение электрофизических параметров.
16	Лабораторная работа №16	Изучение устройства ИК Фурье спектрометра Vetrex-70 и приставки на отражение. Измерение спектров отражения пластин арсенида галлия в дальней ИК области. Конвертация спектров в программу OMNIC и определение значений LO и TO фононов. Проведение моделирования спектра фононного резонанса с использованием теории Борна - Куна.
17	Лабораторная работа №17	Полупроводниковые p-n переходы. Физический p-n переход, контактная разность потенциалов. Энергетическая диаграмма электронно-дырочного перехода. Процесс туннелирования в вырожденном p-n переходе при различных смещениях. Вольт-амперные характеристики p-n переходов при различных температурах и в области туннельного пробоя

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Лабораторная работа №1			10	2	12
2	Лабораторная работа №2			10	2	12
3	Лабораторная			10	2	12

	работа №3					
4	Лабораторная работа №4			8	2	10
5	Лабораторная работа №5			8	4	12
6	Лабораторная работа №6			8	4	12
7	Лабораторная работа №7			16	2	18
8	Лабораторная работа №8			16	2	18
9	Лабораторная работа №9			12	2	14
10	Лабораторная работа №10			12	4	16
11	Лабораторная работа №11			10	4	14
12	Лабораторная работа №12			10	2	12
13	Лабораторная работа №13			10	2	12
14	Лабораторная работа №14			10	2	12
15	Лабораторная работа №15			8	2	10
16	Лабораторная работа №16			8	2	10
17	Лабораторная работа №17			8	2	10
	Итого:	0	0	174	42	216

#### **14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

*(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)*

Изучение дисциплины «Спецпрактикум» предусматривает осуществление учебной деятельности состоящей из двух частей: обучения студентов преподавателем и самостоятельной учебной деятельности студентов по изучению дисциплины. Самостоятельная работа студентов наряду с аудиторной представляет одну из форм учебного процесса и является существенной ее частью, что наиболее ярко представлено в процессе подготовки магистров. Последнее обусловлено тем, что самостоятельная работа предназначена для формирования навыков самостоятельной работы как вообще, так и в учебной, научной деятельности, формирование и развитие способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решать проблему, находить конструктивные решения, выход из кризисной ситуации и т.д. Самостоятельная работа формирует самостоятельность не только как совокупность умений и навыков, но и как черту характера, играющую существенную роль в структуре личности современного специалиста высшей квалификации. Она воспитывает самостоятельность как черту характера. Никакие знания, полученные на уровне пассивного восприятия, не ставшие объектом собственной умственной или практической работы, не могут считаться подлинным достоянием человека. Давая возможность расширять и обогащать знания,

умения по индивидуальным направлениям, самостоятельная работа студента позволяет создать разносторонних специалистов. В процессе самостоятельной работы развивают творческие возможности обучающегося, при этом самостоятельная работа завершает задачи всех видов учебной работы. Самостоятельная работа - это планируемая работа студентов, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Преподаватель, ведущий занятия, организует, направляет самостоятельную работу студентов и оказывает им необходимую помощь. Однако самостоятельность студентов должна превышать объем работы, контролируемой преподавателем работы, и иметь в своей основе индивидуальную мотивацию обучающегося по получению знаний, необходимых и достаточных для будущей профессиональной деятельности в избранной сфере. Преподаватель при необходимости может оказывать содействие в выработке и коррекции данной мотивации, лежащей в основе построения самостоятельной деятельности студента по изучению дисциплины, получению необходимых знаний и навыков. Получение образования предполагает обучение решению задач определенной сферы деятельности. Однако как бы хорошо не обучались учащиеся способам решения задач в аудитории, сформировать средства практической деятельности не удастся, так как каждый случай практики особый и для его решения следует выработать особый профессиональный стиль мышления. Основой самостоятельной работы служит научно-теоретический курс, комплекс полученных студентом знаний. Основной, наиболее экономичной формой получения и усвоения информации, теоретических знаний в вузе является лекция, позволяющая воспринять значительную сумму основных знаний и потому способствующая повышению продуктивности всех других форм учебного труда. Результат обучения и самостоятельной работы студента предполагает наличие следующих составляющих: - понимание методологических основ построения изучаемых знаний; - выделение главных структур учебного курса; - формирование средств выражения в данной области; - построение методик решения задач и ориентации в проблемах (ситуациях). В учебном процессе используются следующие образовательные технологии (по образовательным формам): лабораторные работы и индивидуальные занятия. По преобладающим методам и приемам обучения: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ-демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов); информационные; компьютерные; мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научноисследовательских организаций, электронных библиотек и др., разработка презентаций, сообщений и докладов, работа с электронными обучающими программами и т.п.). Подготовка к лабораторным работам является одним из видов самостоятельной работы студентов-бакалавров. Студентам, чтобы хорошо овладеть учебным материалом, необходимо выработать навыки правильной и планомерной работы. Перед началом лекционных занятий надо просмотреть все, что было сделано в предыдущий раз. Это позволит сосредоточить внимание и восстановить в памяти уже имеющиеся знания по данному предмету. Кроме того, такой метод поможет лучше запомнить как старое, так и новое, углубит понимание того и другого, так как при этом устанавливаются связи нового со старым, что является не только обязательным, но и основным условием глубокого овладения материалом. Чем детальнее изучаемое ассоциируется с известным ранее, тем прочнее сохраняется в памяти и быстрее вспомнить, когда требуется. Приступая к изучению нового материала, необходимо сосредоточиться, т.е. сконцентрировать внимание и не отвлекаться от выполняемой работы, помня, что желание запомнить является гарантией успешной работы, отсутствие же воли к запоминанию снижает эффект восприятия. При этом хорошо овладеть содержанием раздела дисциплины – это: - знать тему; - понимать значение и важность ее в данном курсе; - четко представлять план; - уметь выделить основное, главное; - усвоить значение примеров и иллюстраций; - связать вновь полученные сведения о предмете или явлении с уже имеющимися; -

представлять возможность и необходимость применения полученных сведений. Изучение теоретического материала в данном курсе не ограничивается подготовкой к лабораторными работам и работой на данном виде занятий. Теоретическая часть курса органически взаимосвязана с иными видами работ: выполнением лабораторных работ, подбором, изучением, анализом и конспектированием рекомендованной литературы, подготовкой и сдачей зачета по дисциплине, в структуре которых также большое значение имеет самостоятельная работа студента-бакалавра. Самостоятельная работа студента-бакалавра при изучении дисциплины «Спецпрактикум» включает в себя: подготовку и участие в изучении теоретической части курса, подбор, изучение, анализ и конспектирование рекомендованной литературы, подготовку к зачету.

Дисциплина «Спецпрактикум» реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

*(список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)*

#### а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Пасынков В.В. Полупроводниковые приборы : учебное пособие для студ. вузов, обуч. по направлению подготовки бакалавров и магистров "Электроника и микроэлектроника" и по направлению подготовки дипломированных специалистов "Электроника и микроэлектроника" / В.В. Пасынков, Г.К. Чиркин .— Изд. 8-е, испр. — СПб. : Лань, 2006 .— 478,[1]с.
2	Неволин, В.К. Нанозлектроника: Учебное пособие / В.К. Неволин .— Томский государственный университет управления и радиоэлектроники. - Томск, 2010 .— 99 с.
3	Колесников, В.Н. Рентгеноструктурный анализ : Учебное пособие / В.Н. Колесников .— Харьков : ХГУ, 1982 .— 66 с.

#### б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Лукин А.Н., Тутов Е.А. Физика твердотельных структур : учебное пособие для вузов / Воронеж. гос. ун-т; сост.: А.Н. Лукин, Е.А. Тутов .— Воронеж : ЛОП ВГУ, 2007 .— 47 с. : ил .— Библиогр.: с.46 .
2	Хейкер, Даниэль Моисеевич. Рентгеновская дифрактометрия / Д.М. Хейкер, Л.С. Зевин ; под ред. Г.С. Жданова .— М. : Физматгиз, 1963 .— 380 с.
3	Савицкая, Лидия Константиновна. Рентгеноструктурный анализ : курс лекций. Ч.2 / Л.К. Савицкая ; Том. гос. ун-т; под ред. А.А. Тухфатуллина .— Томск : Изд-во Том. ун-та, 1990 .— 157 с.

#### в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
1.	<a href="https://www.lib.vsu.ru">https://www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ
2.	<a href="https://www.edu.vsu.ru">https://www.edu.vsu.ru</a> – Образовательный портал “Электронный портал ВГУ”

3.	<a href="https://www.elibrary.ru">https://www.elibrary.ru</a> - Научная электронная библиотека
4.	<a href="https://edu.vsu.ru">https://edu.vsu.ru</a> – Образовательный портал "Электронный университет ВГУ"

\* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)**

№ п/п	Источник
1.	Руководство по эксплуатации к дифрактометру РАДИАН

**17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)**

№ п/п	Источник
1.	<a href="https://www.lib.vsu.ru">https://www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ
2.	<a href="https://www.edu.vsu.ru">https://www.edu.vsu.ru</a> – Образовательный портал "Электронный портал ВГУ"
3.	<a href="https://www.elibrary.ru">https://www.elibrary.ru</a> - Научная электронная библиотека
4.	<a href="https://edu.vsu.ru">https://edu.vsu.ru</a> – Образовательный портал "Электронный университет ВГУ"

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

1. Лаборатория рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализа (лаб. 26): рентгеновский дифрактометр Радиан ДР-023 - 1 шт.

2. Лаборатория спецпрактикумов кафедры ФТТиНС (к.126):

Мультимедийная доска TriumphBord78"MultiTouch – 1 шт;

Лабораторный стенд для исследования эффекта Холла - 1 шт;

Лабораторный стенд для исследования эффекта термо-ЭДС - 1 шт;

Лабораторный стенд для исследования электропроводности полупроводников - 1 шт;

Лабораторный стенд для исследования свойств р-п перехода - 1 шт;

Лабораторный стенд для исследования терморезистора - 1 шт;

Лабораторный стенд для исследования фотодиода - 1 шт;

Лабораторный стенд для исследования туннельного диода - 1 шт;

Лабораторный стенд для исследования фоторезистора - 1 шт;

Спектрофотометр СФ-56А - 1 шт;

Учебный стенд «Электрические измерения и основы метрологии» - 1 шт.;

Осциллограф цифровой Rohde & Schwarz НМО 3054 - 1 шт.;

Осциллограф цифровой Rohde & Schwarz НМО 1002 - 1 шт.;

Лабораторный стенд для исследования вольт-амперных и вольт-фарадных характеристик гетероструктур - 2 шт;

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется через образовательный портал "Электронный университет ВГУ".

## 19. Фонд оценочных средств:

### 19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОПК-5	Знать: существующие приемы обработки и представления экспериментальных данных	Лабораторные работы 1-17	опрос
	Уметь использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных		
	Владеть навыками практической работы на автоматизированных физических установках и навыками обработки экспериментальных данных с использованием современных компьютеров и соответствующего программного обеспечения		
ОПК-6	Уметь решать практические задачи, связанные с планированием экспериментальных исследований, подбором экспериментальной техники и подготовкой образцов для проведения измерений, в том числе с применением информационнокоммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Лабораторные работы 1-17	опрос
ОПК-8	Владеть современной приборной базой (в том числе сложным физическим оборудованием) и современными информационными технологиями, необходимыми для решения профессиональных задач, с учетом отечественного и зарубежного опыта.	Лабораторные работы 1-17	опрос

	Уметь анализировать свою профессиональную деятельность, нестандартно мыслить, легко взаимодействовать с коллективом, числе на иностранном языке при решении поставленных задач.		
ОПК-9	Владеть различными методами планирования и проведения эксперимента и может выбрать наиболее эффективный из них. Умеет оформлять отчеты о проделанной работе Разбирается в научной тематике профиля 03.03.02 Физика	Лабораторные работы 1-17	опрос
ПК-3	Знать описание и технические характеристики приборов для анализа твердотельных материалов	Лабораторные работы 1-17	опрос
	Уметь реализовать возможности прибора для проведения измерений путем реализации описанных и разработки новых методик.		
	Владеть методиками определения качественного и количественного определения веществ в различных объектах		
ПК-4	Знать теоретические основы, основные понятия, законы и модели основных разделов физики	Лабораторные работы 1-17	опрос
	Уметь понимать, излагать и критически анализировать физическую информацию. Пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики.		
	Владеть физическими и математическими методами обработки и анализа информации в области основных разделов физики		
ПК-5	Уметь: пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований.	Лабораторные работы 1-17	опрос
	Владеть современными программными средствами моделирования свойств материалов различного функционального назначения		

Промежуточная аттестация	собеседование
--------------------------	---------------

## 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом;
- 2) знание принципов и взаимосвязей между измеряемыми параметрами полупроводникового материала и характеристиками обнаруживаемых химических примесей, глубоких уровней и других несовершенств кристаллической решетки
- 3) знание физические основы методов измерения фундаментальных свойств полупроводниковых материалов – проводимости, концентрации носителей тока, их подвижности, коэффициенту диффузии, времени жизни и т.п.
- 4) умение связывать теорию с практикой;
- 5) умение использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных;
- 6) умение обосновать выбор высокоточных и производительных средств измерений, а также современных методов неразрушающего контроля материалов;
- 7) умение объяснить влияние контролируемых параметров материалов на характеристики приборов и структур на их основе

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено  
Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенции	Шкала оценок
<i>Полное и глубокое усвоение материала, грамотное и логичное изложение мыслей, обоснованность выводов, умение сочетать теорию с практикой, наличие аналитического мышления.</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
Твердое знание материалов учебного курса, его грамотное изложение, отсутствие существенных неточностей в ответе.	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
Наличие пробелов в усвоении основного материала, неточности Формулировок, недостаточная аргументация выводов, отсутствие последовательности в ответе.	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
Отсутствие знаний основного материала, существенные ошибки при ответах на дополнительные вопросы, неумение логически обосновать ответ.	–	<i>Неудовлетворительно</i>

### 19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### 19.3. Перечень вопросов к зачету с оценкой

1. Для каких видов образцов могут быть зарегистрированы ИК спектры?
2. Какие электрофизические параметры можно определить из спектров плазменного резонанса?
3. Как определяют толщину эпитаксиальных кремниевых структур?
4. В каком диапазоне волновых чисел лежит среднее, в каком ближнее, а в каком дальнее ИК излучение? Каковы преимущества ИК спектроскопии перед другими методами исследования наносистем?
5. Опишите выигрыши Фелжетта, Жакино и Кона в ИК-Фурье спектроскопии.
6. В чем отличие Фурье-спектрометрии от дисперсионной?
7. Какая формула вытекает из закона Гука и позволяет рассчитать частоту колебаний  $n$  двухатомной молекулы?
8. Напишите соотношение Кубелки-Мунка и дайте ему подробное объяснение.
9. Как определить толщину анализируемого слоя при исследовании объектов методом НПВО?
10. Каковы основные механизмы взаимодействия электромагнитного излучения дальнего ИК диапазона с твердым телом?
11. Каковы области применения ИК Фурье-спектромикроскопии?
12. В чем заключается спектроскопия диффузного отражения?
13. Дайте определение понятию "фонон". Какие бывают фононы?
14. В чем заключаются достоинства и недостатки НПВО спектроскопии?
15. Какие преимущества имеет Фурье спектрометр перед дисперсионным?
16. Что такое плазменный резонанс в полупроводниковых кристаллах?
17. Что возбуждается в молекуле при поглощении ИК излучения?
18. В чем заключаются основы методики дисперсионного анализа спектров?

19. Как осуществляется регистрация спектра в Фурье спектрометре?
20. Как используют метод НПВО для спектромикроскопии?
21. Опишите кратко физические основы фононного резонанса в бинарных кристаллах.
22. Изобразите и подробно опишите принципиальную схему Фурье спектрометра.
23. В каких единицах приводят положение полос поглощения?
24. Что гласит закон Бугера-Ламберта-Бера?
25. Изобразите и подробно опишите схему интерферометра Майкельсона.
26. Что лежит в основе интерпретации ИК спектров?
27. Что такое пропускание и оптическая плотность?
28. Как восстанавливается оптический спектр из интерферограммы?
29. В каком случае ИК излучение может быть поглощено молекулой?
30. В каком виде можно представить ИК спектр?

#### **19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме: *устного опроса (индивидуальный опрос)* Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практические задания, позволяющие оценить степень сформированности умений и навыков.

При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.