

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ФИЗИКА

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

Декан физико-математического факультета

_____/ Нальгиева М. А.
от « 27 » 04 2026 г.

_____/ Мальсагов М.Х.
от « 28 » 04 2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.02 ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И СТРУКТУР**

(индекс дисциплины по учебному плану, наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки (бакалавриат)

03.03.02 Физика
(код, наименование)

Направленность

Микроэлектроника
(наименование профиля, магистерской программы, специализации)

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения **очная**
(очная, заочная, очно-заочная)

Магас, 2026

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Физико-химические основы технологии полупроводниковых материалов и структур» является овладение знаниями теоретических основ физико-химического анализа и методов изучения фазовых диаграмм систем в зависимости от природы компонентов и температуры, а также формирование представлений о наиболее актуальных направлениях исследований в области гетерогенных равновесий многокомпонентных систем для развития науки о материаловедении. Усвоение материала курса важно при выполнении выпускных квалификационных работ.

Задачи изучения дисциплины – приобретение навыков построения диаграмм состояния бинарных и многокомпонентных систем, с целью создания новых полупроводниковых материалов для нужд твердотельной микро-нанoeлектроники.

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП МАГИСТРАТУРЫ

Дисциплина «Физико-химические основы технологии полупроводниковых материалов и структур» входит в пакет Дисциплина изучается на 4 курсе в 8 семестре, блока Б1.В.02, формирующих фундаментальное образование студентов по направлению 03.03.02 Физика. Профиль «Микроэлектроника». В табл. 2.1 приведены названия предметов и разделов, которые необходимо усвоить для изучения дисциплины «Физико-химические основы технологии полупроводниковых материалов и структур».

Дисциплина «Физико-химические основы технологии полупроводниковых материалов и структур» является основной для изучения дисциплин: «Введение в физику полупроводников», «Основные понятия наносистем», которые читаются параллельно или позже.

В табл. 2.1, 2.2 приведены названия предметов и разделов, которые необходимо усвоить для изучения дисциплины «Физико-химические основы технологии полупроводниковых материалов и структур».

Связь дисциплины с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения	
Таблица 2.1	
	Дисциплины, предшествующие дисциплине «Физико-химические основы технологии полупроводниковых материалов и структур»
1	Вузовский курс физики
2	Вузовский курс физической химии

Связь дисциплины «Физико-химические основы технологии полупроводниковых материалов и структур»	
Таблица 2.2	
Дисциплина	Разделы, знание которых необходимо при изучении дисциплины
Физика конденсированного состояния	Основные постулаты и положения квантовой теории; туннельный эффект; строение атома и связь с периодической системой элементов Менделеева; высокотемпературная сверхпроводимость и простейшие устройства на ее основе

Физические основы вакуума	Основы физики вакуума, плазмы и твердого тела; принципы использования физических эффектов в вакууме, плазме и в твердом теле, в приборах и устройствах вакуумной, плазменной, твердотельной, микроволновой и оптической электроники.
---------------------------	--

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «Физико-химические основы технологии полупроводниковых материалов и структур»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
УК-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей;	Знать основные приемы эффективного управления собственным временем; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни
		УК-6.2. Определяет приоритеты собственной деятельности, личностного развития и профессионального роста;	Уметь эффективно планировать и контролировать собственное время; использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения
		УК-6.3. Оценивает требования рынка труда и предложения образовательных услуг для выстраивания траектории собственного профессионального роста;	Владеть методами управления собственным временем; технологиями приобретения, использования и обновления социокультурных и профессиональных знаний, умений и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни
ПК-4	ПК-4 способность понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований	ПК-4.1. Владеть практическими навыками планирования физических исследований, в том числе – в составе небольших научных коллективов ПК-4.2. Уметь использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований. ПК-4.3. Уметь осуществлять выбор наиболее оптимальных форм организации и планирования физических исследований. ПК-4.4. Знать, понимать и корректно излагать (формулировать) профессиональные за-	Знать основные приемы эффективного управления собственным временем; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни. Уметь эффективно планировать и контролировать собственное время; использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения. Владеть методами управления собственным временем; технологиями приоб-

		дачи в своей области научно-исследовательской деятельности в соответствии с профессиональными профилями	ретения, использования и обновления социокультурных и профессиональных знаний, умений и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни
ПК-5	ПК-5. способность участвовать в подготовке и составлении научной документации по установленной форме.	ПК-5.1. Владеть методиками планирования и разработки сложных (в том числе – междисциплинарных) экспериментов в области теоретической физики и физики конденсированного состояния. ПК-5.2 Владеть экспериментальными навыками работы со сложным вычислительным и технологическим (в том числе – нанотехнологическим) оборудованием мирового уровня. ПК-5.3 Уметь понимать, излагать и критически анализировать физическую информацию. Пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики конденсированного состояния вещества.	Знать атомную структуру и элементы симметрии основных полупроводников, методы определения основных параметров полупроводников; основы зонной теории кристаллических твёрдых тел; Уметь определять основные типы кристаллических решёток, находить элементы симметрии кристалла; определять экспериментально тип носителей заряда.

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 4.1	
Виды учебной работы	Всего час/зач. ед.
Контактная работа (всего)	108
Лекции (Л)	54
Практические занятия (ПЗ)	54
Курсовая работа	
Самостоятельная работа (всего)	9
Подготовка к практическим занятиям	5
Контроль самостоятельной работы	5
Вид отчетности	экзамен
Общая трудоёмкость	144/4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

	Таблица 5.1
--	-------------

РАЗДЕЛЫ (МОДУЛИ) ДИСЦИПЛИНЫ В СЕМЕСТРЕ		Лекции, (часы)	Практические занятия (ПР), час	СРС (часы)	Всего, час
Модуль 1. Методы очистки химических элементов и сплавов		20	28	2	
1	Тема 1.1. Химическая очистка. Метод зонной плавки	5	5		
2	Тема 1.2. Метод вакуумной дистилляции. Метод экстракции	10	10		
	Тема 1.3. Метод выпаривания	5	5		
Модуль 2. Построение диаграммы состояния полупроводниковых соединений		36	36	3	
3	Тема 2.1. Дифференциально-термический (ДТА) анализ системы	11	11		
4	Тема 2.2. Микроструктурный анализ полупроводниковых сплавов и рентгенофазовый анализ (РФА) полупроводниковых сплавов.	15	15		
5	Тема 2.3. Измерение электропроводимости сплавов	10	10		
Итого:		54	54	9	144

5.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Модуль 1. Методы очистки химических элементов и сплавов

Тема 1.1. 1. Химическая очистка. 2. Метод зонной плавки. Вывод законов распределения примесей вдоль кристалла при их выращивании из жидкой фазы и обсуждение факторов, определяющих предельную очистку материалов. Общие принципы и способы легирования полупроводников.

Тема 1.2. Метод вакуумной дистилляции. Метод экстракции. Технология метода вакуумной дистилляции и экстракции. Вакуумная дистилляция химических элементов на технологической колонке (металлов и переходных элементов).

Тема 1.3. Метод выпаривания. Осаждение путем выпаривания основных химических элементов.

Модуль 2. Построение диаграммы состояния полупроводниковых соединений

Тема 2.1. Дифференциально-термический (ДТА) анализ системы. Устройство и принцип работы установки ДТА. Подготовка материалов для проведения ДТА. Расшифровка термограмм.

Тема 2.2. Микроструктурный анализ полупроводниковых сплавов и рентгенофазовый анализ (РФА) полупроводниковых сплавов. Снятие рентгенограмм при проведении рентгено-фазового анализа сплавов. Построение диаграмм по принципу состав-свойства.

Тема 2.3. Измерение электропроводимости сплавов. Подготовка образцов исследуемых сплавов для измерения их удельной электропроводности с целью подтверждения границ существования твердых растворов при построении диаграммы состояния.

5.2. Лекционные занятия

Таблица 5.1

№ п/п	Номер лекции	Наименование раздела и темы дисциплины
1	1	Химическая очистка. Метод зонной плавки. Вывод законов распределение примесей вдоль кристалла при их выращивании из жидкой фазы и обсуждение факторов, определяющих предельную очистку материалов. Общие принципы и способы легирования полупроводников.
2	2-3	Метод вакуумной дистилляции. Метод экстракции. Технология метода вакуумной дистилляции и экстракции. Вакуумная дистилляция химических элементов на технологической колонке (металлов и переходных элементов).
3	4	Метод выпаривания. Осаждение путем выпаривания основных химических элементов.
4	5-8	Дифференциально-термический (ДТА) анализ системы. Устройство и принцип работы установки ДТА. Подготовка материалов для проведения ДТА. Расшифровка термограмм.
5	9-13	Микроструктурный анализ полупроводниковых сплавов и рентгенофазовый анализ (РФА) полупроводниковых сплавов Снятие рентгенограмм при проведении рентгено-фазового анализа сплавов. Построение диаграмм по принципу состав-свойства.
	14-16	Измерение электропроводимости сплавов.
Итого: 56		

5.3. Практические занятия

Таблица 5.2		
№	Часы	Наименование тем
1	9	Химическая очистка. Метод зонной плавки. Вывод законов распределение примесей вдоль кристалла при их выращивании из жидкой фазы и обсуждение факторов, определяющих предельную очистку материалов. Общие принципы и способы легирования полупроводников.
2	9	Метод вакуумной дистилляции. Метод экстракции. Технология метода вакуумной дистилляции и экстракции. Вакуумная дистилляция химических элементов на технологической колонке (металлов и переходных элементов).
3	9	Метод выпаривания. Осаждение путем выпаривания основных химических элементов.
4	10	Дифференциально-термический (ДТА) анализ системы. Устройство и принцип работы установки ДТА. Подготовка материалов для проведения ДТА. Расшифровка термограмм.
5	10	Микроструктурный анализ полупроводниковых сплавов и рентгенофазовый анализ (РФА) полупроводниковых сплавов Снятие рентгенограмм при проведении рентгено-фазового анализа сплавов. Построение диаграмм по принципу состав-свойства.
6	9	Измерение электропроводимости сплавов.
Итого: 56		

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации курса «Физико-химические основы технологии полупроводниковых материалов» используются: Технологии: концентрированного обучения, модульного обучения, развития личности и развивающего обучения, дифференцированного обучения. Формы: лекции и практические занятия. Занятия проводятся в виде лекций с использованием современных технических средств обучения (персонального компьютера и проектора) с демонстрацией практической работы программных продуктов, а также практические занятия с применением наглядного материала в виде реальных образцов (по возможности).

Применение информационных технологий позволяет:

- наполнить занятия новым содержанием;
 - повысить мотивацию к обучению;
 - развивать творческое восприятие окружающего мира;
 - развивать интеллектуальные ресурсы учащихся;
 - формировать элементы информационной культуры;
- Методы и цели: традиционные и активные (групповые и индивидуальные); три основные цели для успешного проведения урока с компьютерной поддержкой:

- Дидактическая (под дидактическим обеспечением понимаются учебные материалы).

- Организационная (эта задача состоит в том, чтобы выработать и закрепить у учащихся навыки работы с учебной программой, организовать работу, избегая перегрузки учащихся и нерациональной траты времени).

А.Х. Матиев. Физико-химические основы технологии полупроводниковых материалов
Учебное пособие. Магас. - 2024.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Некоторые темы выносятся на самостоятельное изучение. Изучение этих вопросов возможно с использованием электронного курса дисциплины, написанного самим автором (А.Х Матиев).

Целью самостоятельной работы магистранта является самостоятельное приобретение новых знаний и выработка способности к постоянному самообучению и самосовершенствованию в профессиональной и социально-общественных сферах деятельности.

Видом итогового контроля по дисциплине является сдача курсовой работы и зачета по теоретическому курсу. При подготовке к сдаче зачета по лекционному курсу необходимо в первую очередь воспользоваться курсом лекций по данной дисциплине. Теоретический курс поделен на два модуля. В первом модуле изложены различные методы очистки химических элементов и сплавов. Во втором модуле изложены методы построения диаграммы состояния полупроводниковых соединений. При изучении первого модуля нужно обратить внимание на перечень всех технологических процессов, с помощью которых можно формировать среду для подготовки и проведения очистки химических элементов и сплавов различными методами. Немаловажное значение имеет знание технологического оборудования. Изучение второго модуля требует знание принципа работы установки ДТА и различных методов построения диаграммы состав-свойства полупроводниковых соединений. Необходимо четко знать требования к среде для создания устройства или прибора, – обратить внимание на повышение эксплуатационной устойчивости приборов. Всегда держать в поле зрения тенденции развития технологий как формирования среды, так и

приборов на ее основе. Самоконтроль усвоенных знаний можно провести по вопросам, приведенным в конце учебного пособия.

Перечень тем, выносимый для самостоятельной работы представлен в таблице 7.1.

7.1. План самостоятельной работы студентов

Таблица 7.1					
№ нед.	Тема	Вид самостоятель- ной работы	Задание	Рекомендуе- мая литерату- ра	Количество часов
1	Вывод законов распределение примесей вдоль кристалла при их выращивании из жидкой фазы и обсуждение факторов, определяющих предельную очистку материалов.	Написание конспекта	изучить	Электронный курс (А.Х Матиев).	4
2	Метод вакуумной дистилляции. Метод экстракции. Технология метода вакуумной дистилляции и экстракции. Вакуумная дистилляция химических элементов на технологической колонке (металлов и переходных элементов).	Написание конспекта	изучить	Электронный курс (А.Х Матиев).	4
3	Построение диаграмм по принципу состав-свойства.	Написание конспекта	изучить	Электронный курс (А.Х Матиев).	4

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Уровень освоения учебных дисциплин обучающимися определяется следующими оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценки «отлично» заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.

Оценки «хорошо» заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе практические задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий.

7.1. Примерный перечень вопросов, выносимых на экзамен

1. В чем заключается принципиальное отличие зонной перекристаллизации германия и кремния?
2. В каких случаях при очистке целесообразно использовать направленную кристаллизацию, а в каких зонную плавку?
3. Какой метод очистки сопровождается выращиванием монокристаллов методом Чохральского?
4. Почему при формировании областей p -типа в кремниевых планарных приборах в качестве диффундирующей примеси используется бор, хотя галлий и алюминий имеют более высокие коэффициенты диффузии?
5. Коэффициент распределения цинка в кремнии $K = 1 \cdot 10^{-5}$. Оценить скорость направленной кристаллизации, при которой эффективный коэффициент распределения будет не выше $1 \cdot 10^{-2}$, если диффузионная длина $\delta = 150$ мкм, и коэффициент диффузии $D = 1 \cdot 10^{-5}$ см²/с.
6. Оценить, как изменится коэффициент распределения примеси, если скорость кристаллизации увеличить в 2 раза и в 10 раз?
7. Определить какая часть кремниевого слитка может быть использована как материал класса В4 при его очистке направленной кристаллизацией от примесей, имеющих эффективный коэффициент распределения $K = 1 \cdot 10^{-3}$, если их исходная концентрация $c_0 = 0,05\%$.
8. Определить от каких примесей (с каким $K_{эфф}$) будет проходить очистка германиевого стержня при направленной кристаллизации, если ее проводить со скоростью 15 мм/ч. Принять $D = 1 \cdot 10^{-5}$ см²/с, $\delta = 100$ мкм.
9. Равновесный коэффициент распределения индия в кремнии $K = 1 \cdot 10^{-4}$. Как изменится эта величина, если направленную кристаллизацию проводить со скоростью 0,01, 0,1 мм/ч. Принять $D = 1 \cdot 10^{-5}$ см²/с, $\delta = 60$ мкм.
10. Исходное содержание примесей в кристалле кремния массой 1 кг составляет $2 \cdot 10^{-2}$ г. Какая часть кристаллического стержня диаметром 27 мм может быть очищена зонной перекристаллизацией при одноразовом проходе зоной с $l = 1$ см до концентрации примесей не выше $1 \cdot 10^{-5}\%$, если $K_{эфф} = 1 \cdot 10^{-3}$.
11. Сформулируете основные условия полной взаимной растворимости компонентов при образовании твердых растворов на основе бинарных полупроводников.
12. Какое количество сурьмы необходимо для выращивания кристалла германия n -типа с удельным сопротивлением $\rho = 0,01$ Ом·м из расплава массой $m = 4$ кг в предположении равномерного распределения примеси по объему кристалла. Коэффициент рас-

пределения сурьмы между жидкой и твердой фазами $K = 1 \cdot 10^{-3}$, плотность расплава $d = 5600 \text{ кг/м}^3$, подвижность электронов $\mu = 0,38 \text{ м}^2/\text{В} \cdot \text{с}$.

13. Определить количество бора необходимое для выращивания кристалл германия p -типа с удельным сопротивлением $\rho = 0,05 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ из расплава массой $m = 1 \text{ кг}$ в предположении равномерного распределения примеси по объему кристалла. Коэффициент распределения сурьмы между жидкой и твердой фазами $K = 20$, плотность расплава $d = 5600 \text{ кг/м}^3$, подвижность дырок $\mu = 0,19 \text{ м}^2/\text{В} \cdot \text{с}$.
14. Оценить удельное сопротивление при 300 К кремния легированного сурьмой, если в 1 кг материала содержится 22 мг сурьмы, подвижность электронов $0,19 \text{ м}^2/\text{В} \cdot \text{с}$. Примесь распределена равномерно.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

а) Основная литература

1. А.Х. Матиев. Учебное пособие. Магас. -2024. 133 с.
2. Краткий курс физической химии. В. А. Киреев. М. 1970г.: Издательство «Химия».
3. А.К Аносов Физико-химический практикум по физике твердого тела. М.: Физ-хим 1984г
4. Физико-химический практикум. Под ред. В.И. Ивероновой, М.: Физ-мат, 1976. 2ч.
5. Введение в термографию. Л. Г. Берг. М.:1961Г. АН СССР.
6. Введение в химию полупроводников. Я.А.Угай. М.1995г.

б) дополнительная литература:

7. Д. В. Сивухин. Курс общей физики. Издательство «Наука», М., 2004 .т.1-5.
8. Р. Фейман, Р.Лейтон, М. Сэндс. Феймановские лекции по физике. Мир, 1965-1967, вып. 1-9
9. Ч.Китель, У.Найт, М.Рудерман, Э.Парсел, Рейф Ф.Крауфорд. 17 Берклевский курс физики. М., Наука, 1971-1974. т. 1
10. Д. Ориер. Физика. М., 1981, т. 1-2. 7.2.

11. в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Название ресурса	Ссылка/доступ
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru
«Образовательный ресурс России»	http://school-collection.edu.ru
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	http://www.edu.ru –
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	http://fcior.edu.ru -
ЭБС "КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА". Электронная библиотека технического вуза	http://polpred.com/news
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	http://www.studentlibrary.ru -
Русская виртуальная библиотека	http://rvb.ru –
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	http://e.lanbook.com -
Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm
Научная электронная библиотека «e-Library»	http://elibrary.ru/defaultx.asp -
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru -
Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информо»	http://www.informio.ru
Информационно-правовая система «Гарант»	Сетевая версия, доступна со всех

	компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	https://www.biblio-online.ru

Материально-техническое обеспечение

Для лекционных занятий. Аудитория № 303 386132, РИ, г.Назрань, Гамурзиевский округ, ул. Магистральная, 39«а». Ауд. №303. Площадь 71. м ²	специализированная учебная мебель для обучающихся и преподавателя; технические средства обучения (компьютерная техника, доска, мультимедийное оборудование: интерактивная доска, проектор); доступ к информационно-телекоммуникационной сети Интернет; учебно-методические материалы.
Для лабораторных занятий. Аудитория №05 386132, РИ, г.Назрань, Гамурзиевский округ, ул. Магистральная, д. 39«а». Ауд. №05. Площадь 34.1 м ²	специализированная учебная мебель для обучающихся и преподавателя; технические средства обучения (ноутбук, доска); обеспечен доступ к информационно-телекоммуникационной сети Интернет; учебно-методические материалы. Комплект учебно-лабораторного оборудования «Физика твердого тела»
Для самостоятельной работы обучающихся. Аудитория № 116: 386132, РИ, г.Назрань, Гамурзиевский округ, ул.Магистральная, д. 39«а». Ауд. №116. Площадь 36, м ²	рабочие места для обучающихся, технические средства обучения (ноутбук, доска), доступ к сети Интернет, учебно-методические материалы, электронные образовательные ресурсы.

Рабочая программа дисциплины «Физико-химические основы технологии полупроводниковых материалов и структур» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «07» августа 2020 г. № 891

Программу составил: профессор кафедры «Физика» Матиев А.Х.

Программа одобрена на заседании кафедры «Физика»
 Протокол № 11 от «27» апреля 2026 года.

Программа одобрена Учебно-методической комиссией физико-математического факультета
 Протокол № 6 от «28» апреля 2026 года.

Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой
2026-2027уг	Протокол №11 от 27.04.26г.	Прописаны индикаторы достижения компетенций (знать, уметь, владеть). Фонд оценочных средств указан как приложение	