

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

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ Ф.Д. Кодзоева
«__» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы физико-химического анализа

Направление подготовки магистратура)
03.04.02 Физика

Направленность (профиль подготовки)
Физика полупроводников

Квалификация выпускника
магистр

Форма обучения
Очная

Гамурзиево, 2021

1. Цели освоения дисциплины

Цель преподавания дисциплины

Целью освоения дисциплины «Основы физико-химического анализа» является овладение знаниями теоретических основ физико-химического анализа и методов изучения фазовых диаграмм систем в зависимости от природы компонентов и температуры, а также формирование у будущего магистра 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.

В области воспитания личности целью подготовки по данной дисциплине является формирование социально-личностных качеств студентов: целеустремленности, организованности, трудолюбия, ответственности, гражданственности, коммуникативности, толерантности.

Требования к результатам освоения дисциплины

Знания умения и владения которыми должны обладать студенты для изучения дисциплины «Основы физико-химического анализа»:

- знать термодинамический аспект фазовых переходов и превращений:
- знать общие свойства растворов электролитов и неэлектролитов:
- знать физико-химические основы получения и применения промышленно важных неорганических веществ:
- уметь определять изменение энтропии энтальпии и свободной энергии в фазовых превращениях и химических реакциях:
- уметь объяснять закономерности в изменении свойств веществ сущность химических реакций:
- уметь проводить вычисления по химическим формулам и уравнениям а также определять направление и полноту протекания химического процесса:
- владеть важнейшими навыками техники лабораторного эксперимента
- пользоваться посудой и приборами проводить операции

взвешивания, нагревания, фильтрования, центрифугирования сушки:

- владеть навыками поиска химической информации с использованием различных источников 'справочных научных и научно-популярных изданий компьютерных баз данных ресурсов Интернета

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Основы физико-химического анализа» относится к обязательным дисциплинам вариативной части блока Б1.В.

Знания умения и владения, полученные при изучении дисциплины «Основы физико-химического анализа» необходимы студентам при выполнении выпускной квалификационной работы при решении научно-исследовательских задач в будущей профессиональной деятельности.

2.1. Межпредметная связь

Дисциплина	Разделы, знание которых необходимо при изучении дисциплины
1	2
Физика конденсированного состояния	Основные постулаты и положения квантовой теории; туннельный эффект; строение атома и связь с периодической системой элементов Менделеева; высоко-температурная 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

Дисциплина «Основы физико-химического анализа» входит в пакет дисциплин, формирующих фундаментальное образование магистров по направлению 03.04.02 «Физика полупроводников. Микроэлектроника».

Дисциплина «Основы физико-химического анализа» является основной для изучения дисциплин: «Термодинамика сплошных сред», «Основы вакуумной технологии», «Физика полупроводников», «Наносистемы», которые читаются параллельно или позже.

Код и наименование профессионального стандарта	Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
	Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень (подуровень) квалификации
01.001 Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель)	А	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации образовательного процесса организациях дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования	6	Общепедагогическая функция. Обучение	А/01.6	6
				Воспитательная деятельность	А/02.6	6
				Развивающая деятельность	А/03.6	6
	В	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации основных общеобразовательных программ	6	Педагогическая деятельность по реализации программ основного и среднего общего образования	В/03.6	6

01.003 Педагогическая деятельность в дополнительном образовании детей и взрослых	А	Преподавание по дополнительным общеобразовательным программам.	6	Организация деятельности обучающихся, направленной на освоение дополнительной общеобразовательной программы	A.01.6	6.1
				Организация досуговой деятельности обучающихся в процессе реализации дополнительной общеобразовательной программы	A.02.6	6.1
				Обеспечение взаимодействия с родителями (законными представителями) обучающихся, осваивающих дополнительную общеобразовательную программу, при решении задач обучения и воспитания	A.03.6	6.1
				Педагогический контроль и оценка дополнительной общеобразовательной программы	A.04.6	6.1
				Разработка программно-методического обеспечения реализации дополнительной общеобразовательной программы	A.05.6	6.2
	Б	Организационно-методическое обеспечение реализации дополнительных общеобразовательных программ	6	Организация и проведение исследований рынка услуг дополнительного образования детей и взрослых	В/01.6	6.3

			6	Организационно-педагогическое сопровождение методической деятельности педагогов дополнительного образования	В/02.6	6.3
			6	Мониторинг и оценка качества реализации педагогами дополнительных общеобразовательных программ	В/03.6	6.3
	С	Организационно-педагогическое обеспечение реализации дополнительных общеобразовательных программ	6	Организация дополнительного образования детей и взрослых по одному или нескольким направлениям деятельности	С/03.6	6.3

3. Результаты освоения дисциплины

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций:

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
ОПК-1	Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности	Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности	Знает теорию и основные законы в области естественнонаучных дисциплин Умеет использовать естественнонаучные знания при объяснении экспериментов, решения профессиональных задач. Владеет основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности и работы в научных группах.
ОПК-4	Способен определять	Способен определять	Знает как самостоятельно ставить

	сферу внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности	сферу внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности	конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта Умеет свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и внедрять результаты научных исследований в область профессиональной деятельности. Владеет способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-профессиональных задач, и применять результаты научных исследований в профессиональной деятельности
--	--	--	---

По окончании освоения программы по направлению «Физика полупроводников. Микроэлектроника»

выпускник должен продемонстрировать также компетенции, характерные для магистерской программы:

- способность разбираться в современном состоянии, теоретических работах и результатах экспериментов, входящих в программу,
- способность разбираться в методах исследований в объеме профессиональных дисциплин.

Компетенции магистерских программ должны учитывать региональные особенности и требования работодателей

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часов.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в		Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа	Самостоятельная работа	

			Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Др. виды контакт. работы	Всего контакт. работы	Курсовая работа(проект)	Подготовка к экзамену	Другие виды самостоятельной работы	Собеседование	Коллоквиум	Проверка тестов	Проверка контрольн. работ	Проверка реферата	Проверка эссе и иных творческих работ	курсовая работа (проект)
Методы очистки химических элементов и сплавов																		
1	Тема 1.1	3	6		2		8			4								
2	Тема 1.2	3	6		4		10			4								
3	Тема 1.3	3	4		2		8			4								
Построение диаграммы состояния полупроводниковых соединений																		
4	Тема 2.1	3	6		4		10			4								
5	Тема 2.2	3	6		2		10			4								
6	Тема 2.3	3	4		2		6			4								
Общая трудоемкость, в			72	32		16	48			24								

4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Темы, виды занятий по дисциплине

Методы очистки химических элементов и сплавов.

Тема 1.1. 1. Химическая очистка. 2. 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.

Тема 1.2. Метод вакуумной диссипляции. 4. Метод экстракции.

Технология метода вакуумной диссипляции и экстракции. Вакуумная диссипляция химических элементов на технологической колонке(металлов и переходных элементов).

Тема 1.3. Метод выпаривания.

Осаждение путем выпаривания основных химических элементов.

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

4.2. Практические занятия

№ п/п	№ темы дисциплины	Наименование практических занятий,
1	1.1	Расчет молярных масс сложных полупроводниковых сплавов согласно стехиометрии химического соединения.
2	1.2	Расчет колон для производства очистки химических элементов методом вакуумной диссипации
3	2.1	Построение градуировочной кривой для термопары ПР/36.
4	2.1	Расчет температурного поля печи ДТА
5	2.2	Ознакомление к подготовке образцов для изучения микро структуры шлифов полупроводниковых сплавов
6	2.3	Построение диаграммы состав-свойства полупроводниковых сплавов (зависимость удельной электропроводности сплавов от состава полупроводниковых сплавов) по заданным точкам
7	2.3	Построение диаграммы состав-свойства

		полупроводниковых сплавов (зависимость удельной электропроводности сплавов от состава полупроводниковых сплавов) по заданным точкам
--	--	---

Тема № 1.1

Расчет молярных масс сложных полупроводниковых сплавов согласно стехиометрии химического соединения

Расчет молярных масс сложных полупроводниковых соединений класса $A^1B^3C^6_2$, а так же расчет этих же параметров для системы $A^1B^3C^6_2$ - $A^3B^3C^6_2$ (A- Au, Cu, Ag, Tl; B-Ga, In, Tl; C-S, Se, Te)

Тема № 1.2

Расчет колон для производства очистки химических элементов методом вакуумной диссипации

Расчет параметров (геометрических конфигураций) диссипационной колонны и контейнеров.

Тема № 2.1

Построение градуировочной кривой для термопары ПР/36.

Построение градуировочной кривой для термопары ПР/36 по реперным точкам.

Тема № 2.1

Расчет температурного поля печи ДТА

Тема № 2.2

Ознакомление к подготовке образцов для изучения микро структуры шлифов полупроводниковых сплавов

Ознакомление к подготовке образцов для изучения микроструктуры шлифов полупроводниковых сплавов, проведение рентгено-фазового анализа и измерение удельного сопротивления исследуемых образцов .

Тема № 2.3

Построение диаграммы состав-свойства полупроводниковых сплавов по заданным точкам

Построение диаграммы состав-свойства полупроводниковых сплавов (зависимость удельной электропроводности сплавов от состава полупроводниковых сплавов) по заданным точкам. Определение границ существования твердых растворов систем класса $A^1B^3C^6_2 - A^3B^3C^6_2$ (A- Au, Cu, Ag, Tl; B-Ga, In, Tl; C-S, Se, Te).

7. Вопросы к зачету

1. Метод термографии
2. Методы записи. Обычная запись.
3. Дифференциальная запись.
4. Дифференциальная термопара.
5. Печи
6. Методы нагрева и приборы для регулировки его
7. Градуировка термопар.
8. Расшифровка термограмм.
9. Плавление. Кипение возгонка и испарение.
10. Полиморфные превращения.
11. Термографическое определение теплот фазовых превращений
12. Измерение удельного сопротивления исследуемых полупроводниковых сплавов
13. Структурные дефекты в полупроводниковых кристаллах.
14. Классификация дефектов структуры.
15. Точечные дефекты
16. Влияние точечных дефектов на свойства кристаллов.
17. Образование точечных дефектов.
18. Дислокация.
19. Движение дислокаций
20. Энергия дислокации.
21. Основные типы фазовых диаграмм
22. Треугольник Гиббса.
23. Диаграммы состояния в простых системах с втектикой.

24. Системы, компоненты которых образуют твердые растворы
25. Нормальная направленная кристаллизация.
26. Метод Чохральского
27. Зонная плавка
28. Метод химического транспорта
29. метод вакуумной дисцилляции
30. Общие принципы и способы лигирования полупроводников.
31. Основные закономерности роста эпитаксиальных пленок, методы эпитаксии – жидкостная и газовая эпитаксия
32. 3-х компонентные полупроводниковые халькогенидные соединения типа $A^I B^III C_2^{VI}$: Свойства и применения
33. Методы получения поликристаллов
34. 2-х температурный синтез
35. Фазовая диаграмма состояния четверной псевдобинарной системы $Tl_{1-x}A_x^I B^III C_2^{VI}$
36. Методы выращивания полупроводниковых монокристаллов многокомпонентных полупроводниковых соединений

5. Образовательные технологии

При реализации курса «Основы физико-химического анализа» в физике 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, конкретная обучающая программа и аппаратура)
- Методическая (определение методов использования компьютера в преподавании темы, анализ учебных результатов и постановка следующей учебной цели)
- 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)

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

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

Общее число часов между самостоятельной работой студентов и аудиторными занятиями делится поровну. Общий объем дисциплины «Основы физико-химического анализа» составляет 144 ч (4 з. е.). На

самостоятельную работу приходится 84 ч (2,33 з. е.). Этот объем часов делится поровну между самостоятельной подготовкой теоретического курса к экзамену и подготовкой к практическим занятиям

6.1. Самостоятельное изучение теоретического материала

Общая трудоемкость 4 з. е./144 ч, трудоемкость самостоятельного изучения 1,65 (42 ч)

Видом итогового контроля по дисциплине является сдача экзамена по теоретическому курсу.

При подготовке к сдаче экзамена 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.

Для выяснения возникших вопросов или получения углубленных знаний по дисциплине воспользуйтесь перечнем библиографических ссылок, приведенных в конце каждой лекции курса лекций.

Магистрантам, которые должны самостоятельно отыскивать необходимые сведения из представленных литературных источников, нецелесообразно указывать номера страниц, поэтому авторы страницы не приводят.

Самоконтроль усвоенных знаний можно провести по вопросам, приведенным в конце каждой лекции. Общее количество вопросов для самооценки не менее 7 на одну лекцию теоретического курса, т. е. всего не менее 60 вопросов.

На самостоятельное изучение теоретического материала, который не рассматривается в часы лекционных занятий, отведено 42 ч.

6.2. Вопросы самостоятельной работы

1. Особочистые вещества
2. Методы концентрирования примесей и определения чистоты полупроводников.
3. Метод нейтрализации.
4. Перманганатометрический метод.
5. Иодометрический метод.
6. Гравиметрический метод.
7. Полярографический метод.
8. Микрорентгенофлуориметрический метод.
9. Эмиссионный спектральный анализ.
10. Фотометрия пламени.
11. Фотометрический метод.
12. Нефелометрический метод.
13. Флуориметрический метод.
14. Кинетические методы.
15. Методы классической аналитической химии.
16. Электрометрические методы.

17. Масс-спектрографический метод.
18. Химическая классификация полупроводников.
19. Получение и очистка серы, селена, теллура.
20. Получение и очистка меди, серебра, золота.
21. Получение и очистка галлия, талия, индия.
22. Металлохимические свойства меди, серебра, индия, галлия, талия.
23. Получение и очистка меди, серебра, индия, галлия, талия.
24. Горизонтально направленная кристаллизация для очистки индия, галлия, талия, селена.
25. Травление. Природа процессов травления.
26. Состав травителей.
27. Практическое использование различных картин травления

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Учебная литература:

Основная

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

Дополнительная

1. Д. В. Сивухин. Курс общей физики. Издательство «Наука», М., 2004 .т.1-5.
2. Р. Фейман, Р.Лейтон, М. Сэндс. Феймановские лекции по физике. Мир, 1965-1967, вып. 1-9
3. Ч.Китель, У.Найт, М.Рудерман, Э.Парсел, Рейф Ф.Крауфорд.

Берклеевский курс физики. М., Наука, 1971-1974. т. 1

4. Д. Ориер. Физика. М., 1981, т. 1-2.

7.2. Интернет-ресурсы

Электронные ресурсы

1. http://www.ph4S.ru/buk_ph_pluprovodnik.html
2. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics.htm>
3. <http://mat.net.ua/mat/index-fizika.htm>
4. http://ph4s.ru/books_phys.html

7.3. Программное обеспечение

Контрольно-измерительные материалы

Контрольно-измерительные материалы по дисциплине предназначены для проведения самоконтроля и итоговой аттестации.

Самоконтроль предполагается проводить в рамках самостоятельной работы студентов.

Итоговый контроль заключается в сдаче тестовых заданий в аттестационную неделю.

7.4. Материально-техническое обеспечение

Материально-техническая база университета позволяет обеспечивать качественное проведение теоретических и практических занятий.

Перечень необходимых технических средств обучения, используемых в учебном процессе для освоения дисциплины «История и методология физики»:

- компьютерное и мультимедийное оборудование;
- видео- и аудиовизуальные средства обучения и др.

Используемое общее и специализированное учебное оборудование, наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий с перечнем основного лабораторного оборудования, средств измерительной техники приведены в табл. 7.2.

Перечень технических средств, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Таблица 7.2.

№ п/п	Перечень основного оборудования	Нумерация разделов/тем дисциплины
1.	Лаборатории механики и молекулярной физики,	03
2.	Лаборатория электричества и магнетизма	04
3.	Лаборатория оптики	05
4.	Компьютеры (2 шт.)	105

Рабочая программа дисциплины «Основы физико-химического анализа» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 Физика полупроводников, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «7» августа 2020 г. № 920.

Программу составила:

К.ф-м..н.проф, Декан Ф-М факультета Хамхоев Б.М.
(Ф.И.О., должность, подпись)

Программа одобрена на заседании кафедры общей физики

Протокол № 10 от «23» июня 2021 года

Зав. кафедрой  / Торщхоева З.С.
(подпись) (Ф.И.О.)

Программа согласована с заведующим выпускающей кафедрой Торщхоевой З.С.

Кафедра общей физики  Торщхоева З.С.
(наименование кафедры) (подпись, Ф.И.О., дата)

Программа одобрена Учебно-методическим советом физико-математического факультета

протокол № 10 от «23» июня 2021 года

Председатель Учебно-методического совета факультета  Нальгиева М.А.
(подпись) (Ф.И.О.)

Программа рассмотрена на заседании Учебно-методического совета университета

протокол № 10 от «30» июня 2021г.

Председатель Учебно-методического совета университета 
(подпись) (Ф. И. О.)

Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой