

**Министерство просвещения Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Дагестанский государственный педагогический университет»**



**УТВЕРЖДАЮ:**

Проректор по научной работе  
и цифровой трансформации

Сурхаев М.А.

2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ**

**(2.1.4.1)**

Научная специальность 1.4.1. Неорганическая химия



## **1.0. Цели и задачи учебной дисциплины**

*1.1.Цель дисциплины:* формирование базовых знаний и основных понятий по физико-химическому анализу, представлений о методах исследования взаимодействия веществ в зависимости от состава системы, температур фазовых превращений, прежде всего температур плавления, необходимых в познании химических процессов и явлений, а так же навыков исследования, получения и регулирования свойств многокомпонентных систем.

Способствовать развитию творческого мышления, вооружение комплексом знаний, практических умений и навыков для активной научной и педагогической деятельности.

### *1.2.Задачи дисциплины*

1. Обеспечить изучение основных понятий, определений и законов физико-химического анализа, овладение методологией химических исследований фазовых равновесий в многокомпонентных системах.
2. Обобщить и систематизировать знания, включающие химию материального производства в частности синтез новых соединений изучением диаграмм состав – свойство и свойство-свойство.
3. Сформировать фундаментальные знания, умения и навыки экспериментальной работы, необходимые для комплексного изучения многокомпонентных систем и самостоятельной работы с научно-технической литературой.
4. Развить способности к творчеству, в том числе к научно-исследовательской работе, и выработать потребности к самостоятельному приобретению знаний.
5. Обратить внимание на фундаментальные и прикладные проблемы химии, особенно неорганической химии, на вопросы материаловедения, а также на технолого-экономические и экологические проблемы при синтезе новых соединений на основе сложных систем, а также при вовлечении новых соединений и материалов производство и в биокруговорот.

## **2.0. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры**

Курс «Физико-химический анализ» для аспирантов строится на базе знаний по химии, физике и математике, объём которых определяется программами Вуза. Курс входит в цикл обязательных дисциплин (модули) направленных на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по научной специальности 1.4.1 – Неорганическая химия

Рабочая программа является авторской и составлена с учетом основных направлений научных исследований кафедры химии и НИИ общей и неорганической химии ДГПУ, обеспечивающих выполнение аспирантской программы.

### 3.0.Общая трудоемкость дисциплины

Трудоемкость дисциплины составляет 72 ч (2 зачетные единицы), в т.ч. по очной форме обучения: лекций – 12 ч, практические – 12 ч, самостоятельная работа – 48 ч.; по заочной- лекций –4 ч, лабораторные –4 ч, самостоятельная работа – 64 ч.

### 4.0. Общие требования к результатам усвоения программы

В результате освоения программы данной дисциплины обучающийся должен:

#### 4.1.Знать:

Теоретические представления о физико-химическом анализе, в том числе о топологии, строении, структуре сложных систем, механизмах фазовых и химических превращений в них; важнейших понятиях и законах физико-химического анализа, фундаментальных основах и методах дизайна и синтеза новых фаз в них и материалов, в том числе и с заранее заданными свойствами; методы исследования структуры и функционально важных свойств сложных объектов.

#### 4.2.Уметь:

Анализировать взаимосвязь между составом, строением и свойствами сложных неорганических систем, в том числе, новых фаз и материалов; прогнозировать и использовать фазовые равновесия и реакционную способность неорганических веществ в различных агрегатных состояниях и экстремальных условиях в составе многокомпонентных систем.

#### 4.3.Владеть:

Умениями и навыками прогнозирования, моделирования и экспериментального изучения процессов, протекающих в физико-химических системах с участием неорганических соединений.

#### 4.4.Достижение данных результатов обеспечивает:

- обладание высоким уровнем знаний основ и истории дисциплины;
- умение критически осмысливать и интерпретировать новейшие явления в теории и практике физико-химического анализа;
- оригинальное и творческое владение дисциплиной.

### 6.0.Тематический план курса «Физико-химический анализ»

№ п/п	Тема	Лекции (ч)		Прак. зан., (Ч)		Самостоятельная работа (ч)	
		ДО	ЗО	ДО	ЗО	ДО	ЗО
1.	Основные понятия и определения	1		1	1	4	6
2.	Однокомпонентные системы	2	1	1		4	6

	Двухкомпонентные системы						
3.	Трехкомпонентные системы	1		1		4	6
4.	Тройные взаимные системы Комплексная методология исследования тройных взаимных систем.	1	1	1		4	6
5.	Конверсионный метод исследования диаграмм состояния МКС. Применение ПТГМ к тройным взаимным системам.	1		1	1	4	6
6.	Четырехкомпонентные системы.	1		1	1	4	6
7.	Метод априорного прогноза	1	1	1		4	6
8.	Четверные взаимные и более сложные системы	1	1	1		4	6
9.	Матрицы и графы	1		1	1	4	4
10.	Термохимические расчеты	1		1		6	6
11.	Физико-химический анализ МКС - как основа современного материаловедения.	1		1		6	6
	Итого	12	4	12	4	48	64

## 7.0. Содержание теоретического раздела дисциплины

### *Тема. I. Основные понятия и определения*

Предмет и задачи ФХА как инструмента познания. Этапы развития физико-химического анализа. Основы учения о термодинамическом равновесии. Система, состояния и процессы. Понятие о компонентах и фазах. Гетерогенные равновесия. Применение правила фаз Гиббса к классификации систем. Закон распределения. Принцип непрерывности и принцип соответствия. Методы ФХА температур плавления, составов, теплофизических и термодинамических свойств.

### *Тема. II. Однокомпонентные системы*

Роль геометрических построений в теории и практике ФХА. Диаграмма составов. Диаграмма состояния. Поля диаграммы состояния. Диаграмма «состав - свойство». Сущность ДТА. Кривые нагревания (охлаждения). Построение диаграмм плавкости. Принцип Ле-Шателье и его применение. Тройная точка. Полиморфизм, энантиотропия, монотропия. Стабильное и метастабильное состояния.

### *Тема. III. Двухкомпонентные системы*

Типы двойных систем: эвтектическая, с наличием соединений, с твердыми растворами. Диаграммы «состав-свойство» (плавкости, состояния,

растворимости). Ликвидус и солидус. Эвтектики, перитектика и дистектика. Типы равновесия в двойных системах. Отклонения реальных диаграмм «состав - свойство» от классических закономерностей. Дальтониды и бертолиды.

#### *Тема.IV.Трехкомпонентные системы*

Общие закономерности строения. Метод построения. Типы тройных систем (без образования химических соединений, с образованием соединений, с твердыми растворами). Приложение закона действующих масс к анализу строения двойных и тройных систем.

Проекционно-термографический метод - как один из современных и перспективных методов исследования многокомпонентных систем, ее сущность. Политермические и изотермические сечения (разрезы). Дифференциация систем, диаграмм составов.

#### *Тема.V. Тройные взаимные системы*

Понятие о взаимных системах. Способы графического изображения составов. Топология тройных взаимных систем. Тройные взаимные системы диагонального и адиагонального типа. Сингулярные, обратимо – взаимны и необратимо - взаимные системы.

#### *Тема.VI. Комплексная методология исследования тройных взаимных систем*

Постановка задачи исследования. Базовая входная информация. Качественное описание системы. Выявление количества и типа точек невариантного равновесия. Описание химизма в тройных взаимных системах.

Эффективность использования Комплексная методология исследования тройных взаимных систем.

#### *Тема.VII. Конверсионный метод исследования диаграмм состояния МКС*

Стабильная и метастабильная пары солей. Конверсионный метод исследования диаграмм состояния МКС. Точка конверсии.

Пространственные и плоскостные диаграммы систем с кристаллизацией исходных солей и с образованием соединений.

#### *Применение ПТГМ к тройным взаимным системам.*

Основы проекционно-термографического метода. Алгоритм метода. Применение ПТГМ к тройным взаимным системам и его эффективность.

#### *Тема.VIII. Четырехкомпонентные системы*

Четырехкомпонентные системы. Применение правила фаз. Методы изображения составов четырехкомпонентных систем в пространстве и на плоскости.

Диаграммы конденсированного состояния четырехкомпонентных систем с

кристаллизации чистых компонентов. Диаграмма состояния четырехкомпонентных систем с соединениями инконгруэнтного и конгруэнтного характера плавления на бинарных сторонах системы.

Диаграмма состояния четырехкомпонентных систем с образованием твердых растворов на бинарных сторонах системы. Метод тетраэдрации.

#### *Тема.IX. Метод априорного прогноза*

Сущность метода априорного прогноза. Метод априорного прогноза и входная информация. Априорное прогнозирование невариантных точек для конкретных систем.

Древо фаз и древо кристаллизации (метод априорного прогноза).

#### *Тема.X. Четверные взаимные и более сложные системы*

Дифференциация четверных взаимных систем без комплексообразования и с комплексными соединениями на бинарных сторонах. Методы изображения составов. Четверные взаимные системы без растворителя. Четверные взаимные системы, в которых один компонент – растворитель.

Выявление характера и типа точек невариантного равновесия в четверных взаимных системах. Древо фаз и древо кристаллизации. Методики выявления скрытых секущих. РСА и ФЭБ.

Методы изображения составов многокомпонентных систем.

Изображение системы одного состава, содержащего четыре компонента по методам Букке-Скоуте, Федорова и Бочвара

Априорное выявление стабильного секущего комплекса во взаимных системах с комплексообразованием. Изображение системы одного состава, содержащего пять компонентов по методу Лодочникова. Диаграмма составов пятерной взаимной системы по методу Радищева.

#### *Тема.XI. Матрицы и графы*

Матричные методы изображения фигур составов и физико-химических взаимодействий в системах. Разбиение фигур составов. Симплексы и сингулярные звезды. Стабильные и метастабильные комплексы.

Дифференциация четверных взаимных систем без комплексообразования и с комплексными соединениями на бинарных сторонах. Сингулярные и неравновесные звезды.

#### *Тема.XII. Термохимические расчеты*

Термохимические расчеты для МКС. Термохимия реакций обмена. Термохимия систем с одновременным протеканием нескольких реакций.

Описание доминирующих химических реакций (по конверсионному

методу). Фигура конверсии.

Энергетические диаграммы. Фигура конверсии, методы построения.

*Тема. XIII. Физико-химический анализ МКС - как основа  
современного материаловедения*

Диаграммы состояния, как основа для получения новых материалов с регламентируемыми свойствами. Получение новых соединений и изучение их свойств.

**8.0. Учебно-методическое и информационное обеспечение  
дисциплины**

*8.1. основная:*

1. Мазунин С.А. Основы физико-химического анализа: учебное пособие в двух частях. Пермь: Пермский университет, 2007г.
2. Вшивков С.А. Фазовые и структурные переходы жидкокристаллических носителей. СПб.: Лань, 2012, -112с.

*8.2. дополнительная:*

1. В.Я. Аносов, М.И. Озерова, Ю.А. Фиалков. Основы физико-химического анализа. М.: Наука. 1976. 504с.
2. В.И. Михеева. Метод физико-химического анализа в неорганическом синтезе. М.: Наука. 1975.
3. Н.А. Васина, Е.С. Грызлова, С.Г. Шапошникова. Теплофизические свойства многокомпонентных систем. М.: Химия. 1984.
4. Бергман А.Г. Химия многокомпонентных систем. М.: Наука. 1969.
5. Посыпайко В.П. Методы исследования МКС. М.: Наука. 1978
6. Радищев В.П. Многокомпонентные системы. М. 1973. в 4-х томах.
7. Берг Л.Г. Введение в термографию. М.: Наука. 1969.
8. Антипин Л.Н., Важенин С.Ф. Электрохимия расплавленных солей. М.: ГНТИ, 2004.
9. Трунин А.С., Космынин А.С. ПТГМ гетерогенных равновесий в конденсированных МКС. Самара: СГТУ, 2007.
10. Курнаков Н.С. Введение в физико-химический анализ. М.- Л.: Наука. 1990
11. Курнаков Н.С. Избранные труды. М.: АН СССР. 1961. в 3-х томах.
12. Гасаналиев А.М. и др. Моделирование химических реакций в МКС на персональной ЭВМ. Махачкала: ДГПУ, 2011. 125с.
13. Трунин А.С. Комплексная методология исследования МКС. Самара: СГТУ. 2007. 308с.
14. Применение теории графов в химии. Под ред. Зефирова Н.С. и Кучанова С.И. Новосибирск: Наука, сибир. Отдел. 1988. 306с.
15. Физическая химия. Под ред. Краснова К.С. М.: Высшая школа, 2005. в 2-х томах.
16. Лупейко ТГ. Анализ солевых систем. Ростов-на-Дону: РГУ. 2011. 144с

17. Руководство по аналитической химии. - М.: Мир, 2005.

18. Гаматаева Б.Ю. и др. Курс лекций по ФХА. Махачкала: ДГПУ, 2011. 167с.

### 8.3. программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. химик. ru,
2. students.chemport.ru,
3. chemistry-chemists.com,
4. anchem.ru,
5. <http://chemport.ru>,
6. forum.xumuk.ru.
7. dgpu. ru

## 9.0. Материально-техническое обеспечение дисциплины

### 9.1. Материально-техническая база на кафедре химии

#### 9.1.1. Аудитории и лабораторный фонд

Лекции по физико-химическому анализу проводятся в конференц-зале НИИ ОНХ и аудитории 40, а также проходят в специализированных лабораториях №34 на кафедре химии и №2-5 в НИИ ОНХ, которые оснащены современными стендами и оборудованием. В учебном процессе и исследовательской деятельности применяется ИКТ и оргтехника для проведения аудио-визуальных интерактивных курсов по лекциям, практикуму и наглядным пособиям. Кафедра располагает всем необходимым для выполнения программы по дисциплине.

### 9.2. Материально-техническая база НИИ ОНХ

#### 9.2.1. Учебно-научное оборудование.

Для выполнения исследований в лабораториях собраны и функционируют **экспериментальные установки**: 4- дифференциально-термического анализа (ДТА), 4- визуально-политермического метода (ВПА), 1-комплексная - дифференциально-сканирующего калориметрирования (ДСК) и термогравиметрического анализа (ТГА) (фирмы Нейч, Германия), изучения плотности, вязкости, электропроводности, РФА, стендовые установки для проведения лабораторных и полупромышленных испытаний образцов.

Все исследования обеспечены и **расходными материалами**, в том числе химреактивы, посуда, оборудование и т.п.

#### 9.2.2. Интернет-ресурсы и ИКТ.

Многие установки автоматизированы и в институте имеется **5 компьютеров** с остальной оргтехникой, доступ к интернет-ресурсам для которых обеспечивается через индивидуальные модемы.

#### 9.2.3. Учебно-научно-методическое обеспечение.

В институте функционирует **научная библиотека** книжный фонд, которой по тематике научных направлений богат, а также периодические издания:

– журналы (неорганической, физической и прикладной химий, химия и химическая технология, расплавы, цветная металлургия, доклады АН, неорганические материалы и т.д.);

-материалы научных конференций;

-более 70 экземпляров диссертаций (кандидатских и докторских);

-более 160 экз. авторефератов диссертаций и множество других материалов.

#### *9.2.4. Аудитории и лабораторные фонды.*

В структуре института имеются следующие **помещения и лаборатории:**

- 1 конференц-зал;

-3 кабинета: №1- директора совмещенный с библиотекой, №4- заместителя директора совмещенный с лабораторией термического анализа, №6- аспирантская;

-3 лаборатории: №2 - физико-химического анализа, №3 -лаборатория рентгенофазового анализа, №5- термодинамики расплавов;

- 2 помещения: №7- кладовая, №8- склад химреактивов.

Следовательно, кафедра и НИИ ГОНХ обеспечены всем необходимым для качественного выполнения данной программы:

1. Учебный план.
2. Рабочая программа.
3. Учебная лаборатория.
4. Оборудование и реактивы.
5. Учебные и методические пособия.
6. Учебные таблицы и стенды
7. Установки для различных методов ФХА
8. Интерактивная доска
9. Компьютер

*Все помещения кафедры химии и НИИ ОНХ оснащены и оборудованием по охране труда, технике безопасности и пожарной безопасности, в том числе:*

1. Огнетушитель (2шт)
2. Ящик с песком
3. Аптечка
4. Несгораемая ткань
5. Уголок по ТБ и ПБ с инструкциями

## **10.0. Формы отчетности и итоговая аттестация**

### *10.1. Формы отчетности:*

- письменный доклад, эссе, реферат и т.п.;

- результаты обзора в форме реферата или по научным и учебным материалам с анализом;

- машинописный экземпляр научной статьи или тезиса с текстом доклада по дисциплине;
- результаты научно-практического (учебного) эксперимента, их интерпретация и обсуждение.

### *10.2.Итоговая аттестация*

Итоговая аттестация проводится в форме кандидатского экзамена по специальности 02.00.01 – неорганическая химия или госэкзамена.

## **11.АДАПТАЦИЯ ОПОП ВО ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Университет предоставляет возможность получения высшего образования обучающимся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры и аспирантуры.

В университете предусмотрены все необходимые специальные условия проведения вступительных испытаний, процедур государственной итоговой аттестации для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с учетом особенностей их психофизического развития и индивидуальных возможностей.

В университете постоянно ведется работа по обеспечению беспрепятственного доступа лиц с ограниченными возможностями здоровья и (или) инвалидов в имущественный комплекс университета. Обеспечивается доступность услуг путем изменения порядка их предоставления, при необходимости оказывается дополнительная помощь ассистентов, процесс обучения лиц с ОВЗ и инвалидностью обеспечивается (при необходимости) специальными техническими средствами.

Все учебные корпуса обеспечены следующими материально-техническими условиями, обеспечивающими возможность беспрепятственного доступа лиц с ограниченными возможностями здоровья и (или) инвалидов: при входе в здание имеются пандус с поручнем, кнопка вызова, тактильная мнемосхема и тактильная вывеска, вход оборудован расширенным дверным проемом, оборудован санузел для лиц с ОВЗ и инвалидов.

Адаптация образовательной программы и/или индивидуальных учебных планов для каждого обучающегося с инвалидностью или лица с ОВЗ при совместном обучении (инклюзивное образование) происходит по выбору обучающегося. Образовательные программы адаптируются с учетом нозологии.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов возможны следующие дополнительные формы сопровождения и материально-технического и информационного обеспечения образовательного процесса:

- Организационно-педагогическое сопровождение обучающихся в части своевременного и качественного прохождения образовательного процесса в соответствии с календарным учебным графиком в условиях

инклюзивного обучения.

- Психолого-педагогическое сопровождение в рамках оказания консультаций и психологической поддержки обучающимся в ситуациях личностных, межличностных и учебных затруднений, рекомендаций в части профессионального выбора и становления.

- Социальное сопровождение в рамках оказания помощи и социальной поддержки обучающихся, включая содействие в решении бытовых проблем, проживания в общежитии, социальных выплат, выделения материальной помощи, стипендиального обеспечения. Возможна организация волонтерской помощи, обеспечение их участия в студенческом самоуправлении, в работе общественных организаций, в научной, творческой, спортивной жизни университета, в культурно-досуговой деятельности, участие в олимпиадах, конкурсах.

Образовательный процесс построен с учетом их индивидуальных психофизических особенностей и состояния здоровья таких обучающихся при выборе методов и средств обучения, образовательных технологий реализации образовательной программы, определении форм проведения текущей, промежуточной и государственной итоговой аттестации обучающихся. При необходимости возможно увеличение времени на подготовку к зачетам и экзаменам, а также проведение промежуточной аттестации в несколько этапов.

Учитываются рекомендации, содержащиеся в заключении психолого-медико-педагогической комиссии, или рекомендации медико-социальной экспертизы, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации или реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда при определении мест прохождения практики обучающимися. Формы проведения устанавливаются с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

Обучающиеся обеспечены печатными и электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации: для лиц с нарушениями зрения - в печатной форме увеличенным шрифтом, в форме электронного документа, в форме аудиофайла, в печатной форме на языке Брайля; для лиц с нарушениями слуха - в печатной форме, в форме электронного документа; для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата - в печатной форме, в форме электронного документа, в форме аудио- и видеоматериалов.

Образовательный процесс реализуется в специально оборудованных помещениях с возможностью беспрепятственного доступа и наличием оборудования, которое используется в процессе обучения студентов с инвалидностью различных нозологий.

Обучающимся предоставляются возможности освоения специализированных адаптационных модулей (дисциплин), включаемых в вариативную часть основной образовательной программы, факультативных дисциплин, в порядке, установленном локальным нормативным актом организации.

При составлении индивидуального графика обучения предусматриваются различные варианты проведения занятий: в университете (в академической группе и индивидуально), на дому с использованием дистанционных образовательных технологий.

При определении мест прохождения практик обучающимися с ОВЗ и инвалидами университет учитывает рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида или рекомендации психолого-медикопедагогической комиссии, относительно рекомендованных условий и видов труда. При необходимости для прохождения практики создаются специальные рабочие места в соответствии с характером ограничений здоровья, а также с учетом характера выполняемых трудовых функций. Формы проведения практики обучающихся с инвалидностью и лиц с ОВЗ устанавливаются с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

Для обучающихся с инвалидностью и ЛОВЗ с особыми образовательными потребностями по дисциплинам «Физическая культура» и «Элективные курсы по физической культуре и спорту» разработаны программы на основе принципов адаптивной физической культуры, которые предполагают, что физическая культура во всех ее проявлениях должна стимулировать позитивные морфо-функциональные сдвиги в организме, формируя тем самым необходимые двигательные координации, физические качества и способности, направленные на жизнеобеспечение, развитие и совершенствование организма. Также непрерывность образовательного процесса данной категории обучающихся, объективно не имеющих возможность по состоянию здоровья регулярно посещать занятия, обеспечивается необходимыми практико-методическими материалами как по общим разделам программы, так и индивидуально-ориентированным.