

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

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе
и цифровизации - начальник
управления научных исследований



Сурхаев М.А.
_____ 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
СОВРЕМЕННЫЕ НЕОРГАНИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ
(2.1.5.1(Ф))**

Научная специальность 1.4.1. Неорганическая химия

Махачкала, 2024

Рабочая программа дисциплины «2.1.5.1(Ф) Современные неорганические материалы» составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиями их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утвержденных приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 г. № 951

Авторы программы (составители):

Расулов А. И., канд. хим. наук, доцент

Рецензент: к.х.н., доцент, декан ХФ ДГУ Бабуев М.А.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры химии

Протокол № 1 от 02 сентября 2024 года,

Зав. кафедрой Н.И.И. Расулов А. И., канд. хим. наук, доцент
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа дисциплины «2.1.5.1(Ф) Современные неорганические материалы» утверждена на заседании Совета факультета биологии, географии и химии

Протокол №1 от 25 сентября 2024 года,

И.о. декана факультета БГиХ Ш.А.М. Алиев Ш.М., к.г.н., доцент
(подпись) (Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Современные неорганические материалы» является специальной дисциплиной, углубляющей знания аспирантов в области физической, неорганической химии, дополняя классический курс информацией о современных методах исследования, новых результатах в изучении процессов и свойств материалов.

Объектами изучения являются металлы, сплавы, химические соединения, полупроводники и диэлектрики, а также физические и физико-химические явления, сопровождающие процессы их получения, обработки и эксплуатации.

Изучение дисциплины способствует развитию познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей, самостоятельности в приобретении новых знаний.

Целью изучения дисциплины «Современные неорганические материалы» является получение знаний о превращении веществ, при которых из молекул одних веществ путем соединения, разложения и перегруппировок, входящих в них атомов, образуются молекулы других веществ; овладение студентами знаниями физико-химических закономерностей и умением использовать их для понимания и исследования процессов жизнедеятельности.

2.0. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Курс 2.1.5.1(Ф) «Современные неорганические материалы химии» 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

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, практические – 4 ч, самостоятельная работа – 64 ч.

4.0. Требования к результатам освоения программы Аспирантуры

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

-Классификацию функциональных неорганических материалов.

- основные классы современных материалов, их свойства и области применения, принципы выбора материалов, основные технологические процессы производства и обработки материалов;
- закономерности структурообразования, фазовые превращения в материалах, влияние структурных характеристик на свойства материалов;
- структурные особенности твердых тел, связанные с наличием дефектных состояний;
- важнейшие проблемы науки о материалах

Уметь:

- выбирать материалы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности изделий;
- проводить химический анализ процессов и материалов;
- использовать взаимосвязь свойств веществ и структуры для формирования эксплуатационных характеристик материалов;
- работать с установками и приборами, использовать методы и аппаратуру для анализа физико-химических характеристик.

5.0. Структура и содержание дисциплины (модуля)

№ п/ п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы и трудоемкость (в часах)						Формы контроля успеваемости	Форма проведе ния занятий
		ЛК		Лаб		СРС			
		о	з	о	з	о	з		
1	Систематика и дизайн материалов. Классификация функциональных неорганических материалов по составу, структуре, свойствам и областям применения. Структурная иерархия материалов. Физико-химические принципы.	4	1	4	2	16	22	Проработка учебного материала по учебной и научной литературе, работа с вопросами для самопроверки. Доклады, эссе, опрос. Учебный эксперимент.	И-ЛК ЛПЗ
2	Особенности создания материалов на основе диссипативных структур. Дисперсные и ультрадисперсные материалы	4	1	4	1	16	22	Доклады, эссе, рефераты. Обсуждение проблемных вопросов с преподавателями в рамках индивидуальных консультаций. Учебный эксперимент.	И-ЛПЗ ЛПЗ
3	Эволюция от молекул к материалам. Наноструктуры, нанокомпозиты и нанореакторы. Фрактальные модели дисперсных и ультрадисперсных систем.	4	2	4	1	16	20	Проработка учебного материала по учебной и научной литературе, работа с вопросами для самопроверки. Выполнение экспериментальных заданий, доклады. Контрольная работа.	ЛК, ЛПЗ И-СРС
	Итого:	12	4	12	4	48	64	Зачет	
	Общая трудоемкость	72							

Обозначения: *ОТ* - общая трудоемкость, *ЛК*- лекции, *ЛПЗ* – лабораторно-практические занятия, *СРС* – самостоятельная работа студентов, *И*— интерактивная форма проведения занятий.

6.0.Образовательные технологии

Руководствуясь наиболее эффективной педагогической методикой «поэтапного усвоения знаний», преподаватель дисциплины последовательно выводит обучающихся студентов на этапы: 1. мотивационный, 2. ориентационный, 3. предметного действия и др. Именно 3-ий этап предметного действия предполагает процесс «опредмечивания» знаний, использования их как инструмента действия: а именно самостоятельного изучения части учебного материала, решения практических заданий, максимально способствующих усвоению знаний.

В процессе освоения дисциплины «Перспективные неорганические материалы» используются следующие образовательные технологии:

А) Стандартные методы обучения: лекции; лабораторно-практические занятия, на которых обсуждаются основные проблемы, освещенные в лекциях и сформулированные в домашних заданиях; компьютерные занятия; письменные или устные домашние задания; обсуждение подготовленных студентами эссе; круглые столы; консультации преподавателей; самостоятельная работа студентов, в которую входит освоение теоретического материала, подготовка к занятиям, выполнение указанных выше письменных работ; консультации преподавателей.

Б) Методы обучения с применением интерактивных форм образовательных технологий: круглые столы, дискуссии; анализ проблемных ситуаций.

При реализации различных видов учебной работы используются активные и интерактивные формы проведения занятий (компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития культуры мышления, способности к обобщению, анализу, восприятию актуальной информации.

При проведении лекционных занятий должен преобладать метод проблемного изложения, как и применение рейтинговой системы при аттестации студентов.

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

Темы докладов, эссе, рефератов

1. Керамика и композиты

(Виды функциональной керамики. Керамические материалы с диэлектрическими, магнитными, оптическими, химическими и ядерными функциями. Процессы формирования и спекания керамики. Перспективные керамические композиты. Области применения керамических материалов.)

2. Стеклообразные и аморфные материалы

(Термодинамика и кинетика процессов стеклования. Структура силикатных, боратных и фосфатных стекол. Аморфные металлы и металлические стекла. Высокочистые стекла для световодов. Натрий-кальций-фосфатно-силикатное биостекло. Фотохромные стекла. Прозрачная стеклокерамика. Фотонные кристаллы. Применение стекол.

3. Тонкие пленки и покрытия

(Пленка как композит. Взаимное влияние пленки и подложки. Условия осаждения и морфология пленки. Эпитаксия. Методы осаждения пленок. Применение тонкопленочных материалов.)

4. Синтетические кристаллы

(Огранка кристаллов. Механизмы роста кристаллов. Методы получения кристаллов. Проблема роста крупных кристаллов с малой плотностью дислокаций. Новые поколения синтетических кристаллов на основе GaAs, GaN, SiC, и сверхпроводящих купратов. Вискеры. Области применения монокристаллов.)

5. Диэлектрические материалы

(Важнейшие диэлектрические характеристики материалов. Сегнето-, пьезо- и пирозлектрики Сегнетоэлектрики-полупроводники, сегнетомагнетики. Применение диэлектриков.)

6. Магнитные материалы

(Важнейшие типы магнитомягких и магнитожестких материалов. Магнитные металлы и сплавы типа альнико, SmCo₅ и Fe-Nd-B. Пути повышения магнитной энергии сплавов, связанные с применением термической, термомеханической обработки. Магнитодиэлектрики типа ферритов со структурой шпинели, граната, магнетоплюмбита. Материалы с коллосальным магнитосопротивлением. Применение магнитных материалов.)

7. Высокотемпературные сверхпроводники

(Особенности кристаллохимии высокотемпературных сверхпроводников. Критические параметры ВТСП. Методы получения объемных ВТСП материалов: твердофазный синтез, кристаллизация из перитектического расплава $\text{RBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$, особенности их микроструктуры. Методы получения длинномерных ВТСП-материалов: ленты и провода в серебряной оболочке. Пути повышения критических характеристик ВТСП-материалов: оптимизация катионного состава и содержания кислорода, текстурирование путем термической и механической обработки, создание центров пиннинга. Повышение пиннинга магнитного потока путем создания нано- и микронеоднородностей в матрице сверхпроводника, нанокомпозиты. Области применения ВТСП-материалов.)

8. Материалы с ионной и электронной проводимостью

(Критерии возникновения суперионного состояния твердых тел. Важнейшие типы анионных и катионных проводников. Дисперсоиды. Композитные твердые электролиты. Электронно-ионные проводники. Катодные материалы литиевых батарей. Протонные проводники. Применение твердых электролитов в химических источниках тока, в сенсорных системах и гальванических цепях, предназначенных для изучения термодинамики твердофазных реакций, кислородных мембранах.)

9. Полупроводниковые материалы

(Определения. Основные типы полупроводниковых материалов и требования к ним. Основные технологические процессы в полупроводниковой технике. Полупроводниковые материалы с расширенными функциональными возможностями (термисторы, магнитные полупроводники, светоизлучающие элементы, материалы для полупроводниковых лазеров). Термоэлектрические явления. Применение полупроводников.)

10. Биоматериалы (Требования к материалам, используемым для протезирования. Классификация биокерамики по отношению к живой ткани (биоинертная, пористая, биоактивная, ресорбируемая). Керамические материалы на основе ZrO_2 , гидроксил- и фторапатита. Механизм взаимодействия биокерамики с живой тканью. Керамика для протезирования зубов.)

Вопросы для самоконтроля знаний

- 1) Систематика и дизайн материалов.
- 2) Классификация функциональных неорганических материалов по составу, структуре, свойствам и областям применения.
- 3) Структурная иерархия материалов. Физико-химические принципы конструирования новых материалов.
- 4) Определения. Эволюция от молекул к материалам.
- 5) Наноструктуры, нанокомпозиты и нанореакторы.
- 6) Фрактальные модели дисперсных и ультрадисперсных систем.
- 7) Механические и физико-химические процессы диспергирования и смешения порошков.

- 8) Ультрадисперсные металлы с необычными функциями. Новые технологии получения ультрадисперсных материалов, основанные на синергетике химического и физического воздействия.
- 9) Использование кластерных и ультрадисперсных материалов и нанокompозитов.
- 10) Керамика и композиты. Определения. Виды функциональной керамики.
- 11) Керамические материалы с диэлектрическими, магнитными, оптическими, химическими и ядерными функциями.
- 12) Стеклообразные и аморфные материалы.
- 13) Термодинамика и кинетика процессов стеклования.
- 14) Тонкие пленки и покрытия.
- 15) Синтетические кристаллы.

8.0. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. А.Вест. Химия твердого тела. М.: Мир, 2008, т.1,2.
2. Ю.Д.Третьяков, Х.Лепис. Химия и технология твердофазных материалов. М.: МГУ, 2005.
3. В.И.Фистуль. Физика и химия твердого тела, т.1,2. М.: Металлургия, 2005.
4. С.С.Горелик, М.Я.Дашевский. Материаловедение полупроводников и диэлектриков. М.: Металлургия, 2008.
5. В.И.Фистуль. Новые материалы. Состояние, проблемы, перспективы. М.: МИСИС, 2005.
6. Ч.Н.Р.Рао, Дж.Гополакришнан. Новые направления в химии твердого тела. Новосибирск: Наука, 2008.
7. Л. ван Флек. Теоретическое и прикладное материаловедение. М.: Атомиздат, 2005.
8. О.Уайэтт, Д.Дью-Хьюз, Металлы. Керамики. Полимеры., М.: Атомиздат, 2009
9. У.Д.Кингери. Введение в керамику. М., 2007, 494 с.

б) дополнительная литература:

1. Дж.Блейкмор. Физика тв.тела. Мир, Москва, 1988, С.325 [J.S.Blakemore. Solid State Physics. Cambridge University Press, England, 1985]
2. Handbook of Crystal growth, vol.1a. (Ed. D.T.J.Hurle). North-Holland, Amsterdam, 1993, P.18-39
3. М.Декруа, Э.Фишер. В кн.: Сверхпроводимость в тройных соединениях II. Сверхпроводимость и магнетизм, (Под ред. М.Мейпла и Э.Фишера, пер. с англ. В.А.Губанова, 4.Э.З.Курмаева под ред. С.В.Вонсовского), Мир, Москва, 1985, С.79-130
5. А.М.Абакумов, Е.В.Антипов, Л.М.Ковба, Е.М.Копнин, С.Н.Путилин, Р.В.Шпанченко. Успехи Химии, 64, 769 (1995)
6. Ю.Д.Третьяков, Е.А.Гудилин. Химические принципы получения металлоксидных сверхпроводников, Успехи Химии, 2000, т.69, н.1, с.3-40.

в) 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.

Сайты:

Перст – Перспективные Технологии

<http://perst.isssph.kiae.ru/>

EFFORT

<http://www.rebco-effort.net/>

Materials Today!

<http://www.materialstoday.com/home.htm>

Электронная библиотека РФФИ и ФНМ

<http://elibrary.ru/defaultx.asp>, <http://lib.hsms.msu.ru/>

9.0. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Дисциплина «Современные неорганические материалы» обеспечена базовыми учебниками, основной и дополнительной литературой, заданиями для самостоятельной работы, вопросами к зачету, видео- аудиовизуальные средствами обучения (интерактивные доски, видеопроекторы), имеет электронную библиотеку, а также кафедра имеет доступ к интернет-ресурсам.

Лекции по предмету проводятся в конферен-зале НИИ ОНХ и аудитории 40, а лабораторно-практические занятия проходят в специализированных лабораториях НИИ ОНХ, которые оснащены современным оборудованием. В учебном процессе и исследовательской деятельности применяется ИКТ и оргтехника для проведения аудио-визуальных интерактивных курсов по лекциям, практикуму и наглядным пособиям.

Список оборудования по охране труда, технике безопасности и пожарной безопасности

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

10. 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-медико-педагогической 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.