

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Химический факультет

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Твердофазные реакции**

Кафедра неорганической химии и химической экологии

Образовательная программа  
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль) программы  
Неорганическая химия

Уровень высшего образования  
Специалитет

Форма обучения  
Очная

Статус дисциплины: входит в часть ОПОП, формируемую участниками образовательных отношений; дисциплина по выбору

Махачкала 2021

Рабочая программа дисциплины «Твердофазные реакции» составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» от 13 июля 2017 г. N 652

Разработчик: кафедра неорганической химии и химической экологии, к.х.н., доцент, Вердиев Н.Н.

Рабочая программа дисциплины одобрена:  
на заседании кафедры неорганической химии и химической экологии  
от «31» 05 2021г., протокол № 9

Зав. кафедрой



(подпись)

Исаев А.Б.

(Ф.И.О)

на заседании Методической комиссии химического факультета  
от «18» 06 2021г., протокол № 10.

Председатель



(подпись)

Гасангаджиева У.Г.

(Ф.И.О)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «09» 07 2021г.

Начальник УМУ



(подпись)

Гасангаджиева А.Г.

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Твердофазные реакции» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений; является дисциплина по выбору ОПОП специалитета по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия.

Дисциплина реализуется на химическом факультете Дагестанского государственного университета кафедрой неорганической химии и химической экологии.

Содержание дисциплины. Курс «Твердофазные реакции» имеет своей целью усвоение фундаментальных знаний в области современной неорганической химии; развитие навыков решения практических задач в области материаловедения.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных – ОПК-6, профессиональных – ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа.*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме *контрольная работа, коллоквиум* и промежуточный контроль в форме *зачета.*

Объем дисциплины 2 зачетных единиц, в том числе *72* академических часов по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
		всего	из них						
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
8	72	58	20	38				14	зачет

### 1. Цель освоения дисциплины.

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов знаний по химии, позволяющих решать научно-исследовательские задачи и выработка представлений о процессах, протекающих в твердофазных химических реакциях

Настоящий курс предполагает всестороннее изучение твердофазных химических реакций, используемых в неорганическом синтезе и в промышленности.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП специалитета.

Дисциплина «Твердофазные реакции» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений; является дисциплина по выбору ОПОП специалитета по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия.

Курс «Твердофазные реакции» для студентов специальности 04.05.01. Фундаментальная и прикладная химия строится на базе знаний и навыков, полученных студентами при проведении занятий по общим курсам химического и физико-математического направлений.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения)

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-6 Способен представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	ОПК-6.1. Грамотно составляет отчет о проделанной работе в письменной форме	<b>Знает:</b> требования к рабочему журналу химика; правила составления протоколов отчетов химических опытов; требования к представлению результатов исследований в виде курсовых и квалификационных работ. <b>Умеет:</b> представить результаты опытов и расчетных работ согласно требованиям в данной области химии; представить результаты химических исследований в соответствии с требованиями к квалификационным работам. <b>Владеет:</b> опытом представления результатов экспериментальных и расчетно-теоретических работ в виде протоколов испытаний, отчетов, курсовых и квалификационных работ	Письменный опрос, устный опрос, тестирование
	ОПК-6.2. Представляет результаты работы в виде научной публикации (тезисы доклада, статья, обзор) на русском и английском языке	<b>Знает:</b> требования к тезисам и научным статьям химического профиля; <b>Умеет:</b> составить тезисы доклада и отдельные разделы статьи на русском и английском языке <b>Владеет:</b> навыками представления результатов собственных научных изысканий в компьютерных сетях и информационной научно-образовательной среде	Проведение лабораторных работ.
	ОПК-6.3. Представляет результаты работы в устной форме на русском и английском языках	<b>Знает:</b> грамматику, орфографию и орфоэпию русского и английского языка. <b>Умеет:</b> представить результаты исследований в виде постера; формулировать вопросы к членам профессионального сообщества и отвечать на вопросы по теме проведенного исследования; грамотно и логично изложить результаты проделанной работы в устной форме на русском и английском языке. <b>Владеет:</b> свободно русским и английским языком.	прием лабораторных работ, оформление лабораторного журнала
ПК-1. Способен проводить сбор,	ПК-1.1. Собирает информацию по тематике	<b>Знает:</b> Знает перечень открытых источников информации и специализированных баз дан-	Письменный опрос, устный

анализ и обработку литературных данных для решения поставленной задачи в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	научного проекта в выбранной области химии с использованием открытых источников информации и специализированных баз данных	ных в области неорганической химии. <b>Умеет:</b> пользоваться электронными ресурсами и базами данных, а так же периодическими изданиями в области неорганической химии. <b>Владеет:</b> навыками сбора информации по тематике научного проекта в области неорганической химии с использованием открытых источников информации и специализированных баз данных, в том числе Scopus и Web of Science.	опрос, тестирование
	<b>ПК-1.2.</b> Анализирует и обрабатывает литературные данные по тематике исследования в выбранной области химии	<b>Знает:</b> знает методы систематизации и классификации литературных данных по тематике исследования в области неорганической химии. <b>Умеет:</b> систематизировать и классифицировать литературные данные по тематике исследования в области неорганической химии. <b>Владеет:</b> навыками систематизации и классификации литературных данных по тематике исследования в области неорганической химии.	Проведение лабораторных работ.
<b>ПК-2.</b> Способен планировать работу и выбирать методы решения поставленных задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	<b>ПК-2.1.</b> Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий.	<b>Знает:</b> методы составления планов отдельных стадий и общего плана исследования в области неорганической химии. <b>Умеет:</b> составлять планы отдельных стадий и общий плана исследования в области неорганической химии. <b>Владеет:</b> навыками составляет общего плана исследования в области неорганической химии и детальных планов отдельных стадий.	Письменный опрос, устный опрос, тестирование
	<b>ПК-2.2.</b> Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.	<b>Знает:</b> экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в области неорганической химии. <b>Умеет:</b> выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в области неорганической химии исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов. <b>Владеет:</b> навыками выбора экспериментальных и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя в области неорганической химии из имеющихся материальных и временных ресурсов.	Проведение лабораторных работ.
	<b>ПК-2.3.</b> Планирование и проведение научно-исследовательских работ по разработке и внедрению нормативных документов по системам стандартизации, разработки и постановки продукции на производство.	<b>Знает:</b> методы нормативные документы по системам стандартизации, разработки и постановки продукции на производство. <b>Умеет:</b> планировать и проводить научно-исследовательские работы по разработке и внедрению нормативных документов по системам стандартизации, разработки и постановки продукции на производство. <b>Владеет:</b> навыками планирования и проведения научно-исследовательских работ по разработке и внедрению нормативных документов по системам стандартизации, разработки и постановки продукции на производство.	прием лабораторных работ, оформление лабораторного журнала
<b>ПК-3.</b> Способен проводить экспериментальные и расчетно-теоретические	<b>ПК-3.1.</b> Проводит экспериментальные исследования по заданной теме в выбранной области химии	<b>Знает:</b> методы проведения экспериментальных исследований по заданной теме в области неорганической химии. <b>Умеет:</b> проводить экспериментальные исследования по заданной теме в области неоргани-	Письменный опрос, устный опрос, тестирование

работы по заданной теме в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках		ческой химии. <b>Владеет:</b> навыками проведения экспериментальных исследований под руководством руководителя по заданной теме в области неорганической химии.	
	<b>ПК-3.2.</b> Проводит расчетно-теоретические исследования по заданной теме в выбранной области химии	<b>Знает:</b> методы расчетно-теоретических исследований по заданной теме в области неорганической химии. <b>Умеет:</b> проводит расчетно-теоретические исследования по заданной теме в области неорганической химии. <b>Владеет:</b> навыками качественного проведения расчетно-теоретических исследований по заданной теме в области неорганической химии.	Проведение лабораторных работ.
	<b>ПК-3.3.</b> Управляет высокотехнологичным химическим оборудованием	<b>Знает:</b> технические характеристики высокотехнологического химического оборудования. <b>Умеет:</b> управлять высокотехнологичным химическим оборудованием. <b>Владеет:</b> навыками управления и обслуживания высокотехнологичного химического оборудования.	Письменный опрос, устный опрос, тестирование
	<b>ПК-3.4.</b> Проводит испытания новых образцов продукции	<b>Знает:</b> методы проведения анализа новых образцов продукции. <b>Умеет:</b> проводить анализ новых образцов продукции. <b>Владеет:</b> навыками анализа образцов новых реальных объектов.	Проведение лабораторных работ.
	<b>ПК-3.5.</b> Разрабатывает новые методики контроля сырья, прекурсоров и готовой продукции	<b>Знает:</b> методологию разработки новых методик контроля сырья, прекурсоров и готовой продукции. <b>Умеет:</b> проверять правильность новых методик контроля сырья, прекурсоров и готовой продукции. <b>Владеет:</b> навыками разработки новых методик контроля сырья, прекурсоров и готовой продукции и проверки их правильности.	прием лабораторных работ, оформление лабораторного журнала
<b>ПК-4.</b> Способен обрабатывать и интерпретировать результаты проведенных работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках с использованием различных методов и подходов.	<b>ПК-4.1.</b> Обрабатывает полученные данные с использованием современных методов анализа информации.	<b>Знает:</b> современные методы анализа информации. <b>Умеет:</b> применять современные методы анализа информации для обработки полученных данных. <b>Владеет:</b> навыками обработки полученных результатов анализа реальных объектов с использованием современных методов анализа информации.	Письменный опрос, устный опрос, тестирование
	<b>ПК-4.2.</b> Грамотно интерпретирует результаты исследований в выбранной области химии.	<b>Знает:</b> методы интерпретации результатов исследований в области неорганической химии. <b>Умеет:</b> грамотно интерпретировать результаты исследований в области неорганической химии. <b>Владеет:</b> навыками интерпретации и наглядного представления результатов исследований в области неорганической химии.	Проведение лабораторных работ.
	<b>ПК-4.3.</b> Анализирует результаты испытаний сырья, прекурсоров, готовой продукции; оценивает степень их соответствия нормативным документам (стандартам и технологическим регламентам).	<b>Знает:</b> стандарты и технологические регламенты сырья, прекурсоров, готовой продукции. <b>Умеет:</b> анализировать результаты испытаний сырья, прекурсоров, готовой продукции. <b>Владеет:</b> навыками статистической обработки результатов испытаний сырья, прекурсоров, готовой продукции; оценки степени их соответствия стандартам и технологическим ре-	прием лабораторных работ, оформление лабораторного журнала

		гламентам.	
<b>ПК-5.</b> Способен проводить критический анализ полученных результатов и оценивать перспективы продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	<b>ПК-5.1.</b> Критически анализирует полученные результаты исследований в выбранной области химии, выявляет достоинства и недостатки	<b>Знает:</b> методы критического анализа полученных результатов исследований в области аналитической химии, способы выявления достоинств и недостатков. <b>Умеет:</b> критически анализировать полученные результаты анализа реальных объектов и научных исследований в области неорганической химии. <b>Владет:</b> навыками критического анализа полученных результатов анализа реальных объектов и научных исследований в области неорганической химии	Письменный опрос, устный опрос, тестирование
	<b>ПК-5.2.</b> Готовит отдельные разделы отчетов по результатам НИР и НИОКР в выбранной области химии	<b>Знает:</b> методологию подготовки отчетов по результатам НИР и НИОКР в выбранной области химии. <b>Умеет:</b> готовить отдельные разделы отчетов по результатам НИР и НИОКР в области неорганической химии. <b>Владет:</b> навыками подготовки отдельных разделов отчетов по результатам НИР и НИОКР в области неорганической химии.	Проведение лабораторных работ.
	<b>ПК-5.3.</b> Формулирует рекомендации по продолжению исследования в выбранной области химии.	<b>Знает:</b> способы подготовки рекомендаций по продолжению исследования в области неорганической химии. <b>Умеет:</b> формулировать рекомендации по продолжению исследования в области неорганической химии. <b>Владет:</b> навыками формулировки рекомендаций по продолжению исследования в области неорганической химии	Письменный опрос, устный опрос, тестирование
	<b>ПК-5.4.</b> Анализирует полученные результаты и формулирует предложения по оптимизации отдельных стадий технологического процесса	<b>Знает:</b> методы анализа полученных результатов и оптимизации отдельных стадий технологического процесса. <b>Умеет:</b> анализировать полученные результаты и формулировать предложения по оптимизации отдельных стадий технологического процесса. <b>Владет:</b> навыками анализа полученных результатов и разработки предложений по оптимизации отдельных стадий технологического процесса.	Проведение лабораторных работ.
	<b>ПК-5.5.</b> Разрабатывает техническую документацию и регламенты	<b>Знает:</b> виды технической документации и регламентов в области неорганической химии. <b>Умеет:</b> разрабатывать техническую документацию и регламенты в области неорганической химии. <b>Владет:</b> навыками и практическим опытом разработки технической документации и регламентов в области неорганической химии.	прием лабораторных работ, оформление лабораторного журнала

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)	Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)
-------	---------------------------	---------	--	------------------------	--

			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
Модуль 1. Кинетика твердофазных реакции.								
1.	Твердофазные реакции. Кинетика твердофазных реакций	8	4		6		2	Устный опрос
2.	Экспериментальные методы исследования твердофазных реакций	8	2		6		2	Письменный опрос
3	Кинетические модели и уравнения изотермической кинетики, формальное уравнение кинетики и способы определения его параметров	8	4		6		4	Контрольная работа
<i>Итого по модулю 1</i>			<b>10</b>		<b>18</b>		<b>8</b>	Коллоквиум
Модуль 2. Топохимические реакции.								
4	Топохимические реакции, как разновидность твердофазных реакций, особенности их протекания	8	2		6		2	Устный опрос
5	Синтез неорганических солей на основе твердофазных реакций. Методы разделения продуктов реакции	8	4		6		2	Письменный опрос
6	Конверсионные точки трехкомпонентных взаимных солевых систем, как реагенты и продукты обменных твердофазных реакций	8	4		8		2	Контрольная работа
<i>Итого по модулю 2</i>			<b>10</b>		<b>20</b>		<b>6</b>	Коллоквиум
<b>Всего за семестр</b>			<b>20</b>		<b>38</b>		<b>14</b>	<b>зачет</b>

#### 4.3. Содержание дисциплины, структурирование по темам (разделам)

##### 4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине

##### Модуль 1. Кинетика твердофазных реакций

1. Основные понятия и терминология. Классификация твердофазных реакций. Механизмы протекания твердофазных реакций, кинетика. Методы исследования твердофазных реакций. Расчет определения направленности реакций при стандартных условиях.

##### Модуль 2. Топохимические реакции

2. Технология проведения эксперимента по проведению твердофазных реакций:

а) выбор реагентов для проведения реакции на основе термодинамических расчетов;

б) подготовка реакционной смеси (сушка, доведения каждого реагента до мелкодисперсного состояния, расчет количества реагентов, перемешивание реакционной смеси);

в) установление температуры начала твердофазной реакции экспериментальным путем на установке синхронного термического анализа STA 449 F;

г) разделение продуктов реакции аналитическими методами

д) при необходимости, подтверждение правомерности уравнения химической реакции рентгенофазовым анализом;



ж) определение величины теплового эффекта химической реакции экспериментально с использованием дифференциально-сканирующего калориметра.

#### 4.3.2. Содержание практических занятий по дисциплине.

Проведение лабораторных работ способствует привитию навыков в постановке и проведении эксперимента, формированию навыков работы в химической лаборатории. Обучающиеся знакомятся с химической посудой и оборудованием, осваивают методические аспекты проведения эксперимента, учатся наблюдать и анализировать проводимые исследования, оформлять результаты эксперимента в лабораторный журнал и формулировать выводы.

№ п/п	Раздел дисциплины	Результаты лабораторной работы
Модуль 1		
1.	Твердофазные реакции. Кинетика твердофазных реакций. Лабораторная работа №1. Общие правила работы в химической лаборатории. Электрические нагревательные приборы. Весы и взвешивание. Эксперимент и ошибки эксперимента. Изучение характеристик топокхимических реакций.	Общие правила работы в химической лаборатории. Электрические нагревательные приборы. Весы и взвешивание. Эксперимент и ошибки эксперимента.
2.	Экспериментальные методы исследования твердофазных реакций. Лабораторная работа №2. Методы исследования твердофазных реакций. Расчет определения направленности реакций при стандартных условиях.	Ознакомление с установкой дифференциально - термического метода физико-химического анализа (ДТА) проводился на приборе синхронного термического анализа STA 449 F3
3.	Кинетические модели и уравнения изотермической кинетики, формальное уравнение кинетики и способы определения его параметров. Лабораторная работа №3. Выбор взаимной солевой системы для проведения эксперимента, определение при стандартных условиях, с использованием термодинамических констант, направленности химической реакции	Ознакомление с установкой дифференциально-сканирующего калориметра (ДСК).
Модуль 2		
4.	Топохимические реакции, как разновидность твердофазных реакций, особенности их протекания Лабораторная работа №4. Подготовка реакционной смеси для проведения эксперимента	Ознакомление с технологией подготовки реакционной смеси для проведения топокхимической реакции. Подготовка реактивов, доведение их до мелкодисперсного состояния.
5	Синтез неорганических солей на основе твердофазных реакций. Методы разделения Лабораторная работа №5. Определение температуры начала твердофазной реакции на установке ДТА	Эксперимент на установке ДТА по определению температуры начала твердофазной реакции. Повтор эксперимента для определения погрешности проводимых исследований.
6.	Конверсионные точки трехкомпонентных взаимных солевых систем, как реагенты и продукты обменных твердофазных реакций. Лабораторная работа №6. Разделение продуктов реакции аналитическими методами выявления теплового эффекта химической реакции	Эксперимент на установке ДСК, подтверждение правомерности реакции рентгенофазовым (РФА) методом физико-химического анализа.

#### 5. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование при проведении занятий по неорганической хи-

мии инновационных (объяснительно-иллюстративное обучение, предметно-ориентированное обучение, профессионально-ориентированное обучение, проектная методология обучения, организация самостоятельного обучения, интерактивные методы обучения) и традиционных (лекция-визуализация, лекция-презентация, компьютерные симуляции, лабораторная работа, самостоятельная работа) технологий обучения. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах составляет не менее 30 % аудиторных занятий. Предполагается встреча с ведущими учеными республики.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

Самостоятельная работа студентов имеет основную цель – обеспечить качество подготовки выпускаемых специалистов в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Формы и виды самостоятельной работы студентов по дисциплине устанавливаются следующие:

- проработка дополнительных тем, не вошедших в лекционный материал, но обязательных согласно учебной программе дисциплины;
- проработка пройденных лекционных материалов по конспекту лекций, учебникам и пособиям на основании вопросов, подготовленных преподавателем;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- подготовка к промежуточному и рубежному контролю;
- подготовка научных докладов и творческих работ.

Контроль результатов самостоятельной работы осуществляется преподавателем в течение всего семестра в виде:

- устного опроса (фронтального и индивидуального);
- тестирования;
- проведения письменной (контрольной) работы;
- проведения коллоквиума;
- написания и обсуждения реферата (творческого задания) на определенную тему.

## **7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

### **7.1. Типовые контрольные задания**

#### **а) задания для рубежного контроля**

1. Терминология, используемая при изучении курса твердофазные реакции.
2. Гомогенные и гетерогенные химические реакции.
3. Механизмы протекания твердофазных реакций.
4. Определение направленности твердофазных реакций
5. Кинетические модели и уравнения изотермической кинетики, формальное уравнение кинетики и способы определения его параметров
6. Способы определения скорости твердофазных реакций. Реакции переменного порядка.
7. Цепные твердофазные реакции при импульсных воздействиях.
8. Топохимические реакции, как разновидность твердофазных реакций, особенности их протекания.
9. Синтез неорганических солей на основе твердофазных реакций.
10. Методы разделения продуктов твердофазных реакций.
11. Многокомпонентные взаимные солевые системы как объекты изучения механизмов протекания твердофазных реакций.
12. Расчет величины теплового эффекта и энергии Гиббса обменных реакций взаимных систем, и их классификация.
13. Конверсионные точки трехкомпонентных взаимных солевых систем, как реагенты и продукты обменных твердофазных реакций.
14. Геометрические модели реакций. Кинетические уравнения твердофазных реакций, протекающих в порошковых смесях.

15. Модель твердофазной реакции, лимитируемой процессами кинетической природы.
16. Активное состояние реагентов и его роль в твердофазных процессах
17. Способы оценки активного состояния твердых фаз
18. Электрохимический аспект твердофазного взаимодействия
19. Методы синтеза твердых веществ
20. Методы получения аморфных веществ (стекол): охлаждение переохлажденных жидких фаз.
21. Методы выращивания кристаллов затвердеванием из расплавов.

#### **Вопросы для выполнения письменных работ**

1. Выявление направленности гетерогенной твердофазной химической реакции в трехкомпонентной взаимной солевой системе и способы разделения продуктов химической реакции при условии, что оба продукта реакции растворимы в воде.
2. Выявление направленности гетерогенной твердофазной химической реакции в трехкомпонентной взаимной солевой системе и способы разделения продуктов химической реакции при условии, что один из продуктов реакции растворим в воде.
3. Использование термодинамических и графических методов описания равновесий в конденсированных однокомпонентных солевых системах, в диапазоне температур.
4. Выявление кинетических характеристик реагентов и продуктов в обменных твердофазных химических.
5. Зародышеобразование и рост кристаллов различными методами
6. Расчет процесса синтеза твердофазных материалов на основе кинетических и термодинамических принципов и расчетных методов.
7. Методы разделение продуктов твердофазных реакций и выявления энергетического потенциала реакции.
8. Теоретические и экспериментальные методы подтверждения направленности и правомерности твердофазных реакций.

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

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий – 10 баллов,
- выполнение домашнего задания и допуск к лабораторным работам – 25 баллов,
- выполнение и сдача лабораторных работ – 25 баллов,
- письменные контрольные работы – 20 баллов,
- тестирование – 20 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

Коллоквиум – 100 баллов

#### **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

Основная:

1. Кузьмина, Л.В. Задачник по химии твердого тела: учебное пособие / Л.В. Кузьмина, Е.Г. Газенаур, В.И. Крашенинин. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2010. - 64 с. - ISBN 978-5-8353-1093-7; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232757>
2. Колесов, С.Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебник / Колесов, С.Н., И.С. Колесов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 2008. - 535 с.: ил. - Допущено МО РФ. - ISBN 978-5-06-005950-2: 584-10.

3. Кригер, В. Г. Избранные главы химии твердого тела: учебное пособие / В. Г. Кригер, А. В. Каленский, М. В. Ананьева ; Кемеровский государственный университет. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2014. – 139 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278898>). – ISBN 978-5-8353-1612-0. – Текст: электронный.

Дополнительная:

1. Белкова Т.Б., Нейман А.Я. Электрохимия твердофазных реакций. Формирование кислородпроводящих электролитических фаз системы  $Y_2O_3-Vi_2O_3$  Электрохимия, 1997, т.33, №9, с. 1082-1087/

2. Уваров, Н.Ф. Химия твердого тела: учебное пособие / Н.Ф. Уваров, Ю.Г. Матейшина; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019. – 108 с.: ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575292>. – Библиогр.: с. 105. – ISBN 978-5-7782-3831-2. – Текст: электронный.

3. Крегер, Ф. Химия несовершенных кристаллов. / Ф. Крегер – М.: Мир. –1969. – 654 с.

4. Фазовые равновесия в многокомпонентных системах: учебное пособие / Г. В. Булидорова, Ю. Г. Галяметдинов, Х. М. Ярошевская [и др.]; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2014. – 168 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427846>. – ISBN 978-5-7882-1549-5. – Текст: электронный.

## 9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

### Электронные учебные ресурсы:

1. Электронные образовательные ресурсы образовательного сервера ДГУ [edu.dgu.ru](http://edu.dgu.ru) ЭБС «Университетская библиотека онлайн»; Электронно-библиотечная система [ibooks.ru](http://ibooks.ru); ЭБС БиблиоРоссика; ЭБС издательства Лань.

2. Тренировочные и контрольные тесты по каждому модулю.

3. Текст лекций с контрольными вопросами для самопроверки.

4. Полный интерактивный курс химии Открытая химия 2.6, CD-ROM, 2005 г. Издатель: Новый Диск; Разработчик: Физикон

5. Неорганическая химия. Электронный ресурс. М., ООО "ИнтелПро", 2004-2008 год, 1 диск.

6. образовательные ресурсы Интернета – Химия, каталог образовательных интернет-ресурсов <http://www.edu.ru/> Химический каталог: химические ресурсы Рунета <http://www.ximicat.com/> Портал фундаментального химического образования России <http://www.chemnet.ru> XuMuK:

7. сайт о химии для химиков <http://www.xumuk.ru/>

8. Химическиесерверы <http://www.Himhelp.ru>, ChemWeb, ChemExpress Online, Chem-Net.com

9. <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

10. <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/thermo/welcome.html>.

11. <http://www.alhimik.ru/cafedra/prac/etcet501.html>.

12. <http://rushim.ru/books/neorganika/neorganika.htm>.

13. [http://narod.ru/disk/6365824001/neorganicheskaja\\_himija\\_tret'jakova.rar.html](http://narod.ru/disk/6365824001/neorganicheskaja_himija_tret'jakova.rar.html)

14. Книги по химии <http://chemistry-chemists.com/Uchebniki/Chemistry-books-Neorganika.html>

15. <http://chemistry-chemists.com/Books/Uchebniki/Pilipenko.rar>

16. <http://rapidshare.com/files/127084420/ripan-chetjanu.rar.html>

17. <http://narod.ru/disk/1286050000/ripan-chetjanu.rar.html>

18. Кудрявцев А.А. Составление химических уравнений [http://www.newlibrary.ru/download/kudrjavcev\\_a\\_a\\_/sostavlenie\\_himicheskikh\\_uravnenii.html](http://www.newlibrary.ru/download/kudrjavcev_a_a_/sostavlenie_himicheskikh_uravnenii.html)
19. Коттон Ф., Уилкинсон Дж. Основы неорганической химии. [http://gen.lib.rus.ec/search?req=%D0%9A ... 0%BE%D0%BD](http://gen.lib.rus.ec/search?req=%D0%9A...0%BE%D0%BD)
20. <http://narod.ru/disk/11465880000/chem83.zip.html>
21. [http://www.vargin.mephi.ru/book\\_him.html](http://www.vargin.mephi.ru/book_him.html)

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению программы**

На лекциях систематически и последовательно излагается материал теоретического характера. Основное внимание при этом уделяется рассмотрению основных (опорных) понятий и теоретических основ молекулярной спектроскопии. При подготовке к лекции целесообразно прочитать материал лекции по любому из рекомендованных в списке литературы учебников. Это существенно помогает продуктивно воспринимать материал лекции и хорошо его законспектировать. После лекции студентам рекомендуется внимательно проработать написанный конспект лекции, непонятые места попытаться уяснить с помощью учебников. Если обучающиеся не могут самостоятельно найти ответы на возникшие вопросы, можно обратиться к лектору или преподавателю на практических занятиях.

Лабораторные занятия. Перед началом лабораторных занятий, студент должен самостоятельно изучить методику выполнения и получить допуск у преподавателя. В ходе лабораторных занятий студент под руководством преподавателя выполняет лабораторные задания, позволяющие закрепить лекционный материал по изучаемой теме, научиться выполнять статистическую обработку полученных данных, научиться работать с методиками, руководящими документами, информацией различного уровня. Студент должен вести активную познавательную работу. Целесообразно строить ее в форме наблюдения, эксперимента и конспектирования. Важно научиться включать вновь получаемую информацию в систему уже имеющихся знаний. Необходимо также анализировать материал для выделения общего в частном и, наоборот, частного в общем.

Самостоятельная работа студентов способствует более глубокому усвоению изучаемого курса, формированию навыков исследовательской работы и ориентированию студентов на умение применять теоретические знания на практике. Поэтому только постоянная, систематическая самостоятельная работа обучающихся будет способствовать нормальному усвоению знаний. Формы и виды самостоятельной работы студентов, а также формы их контроля представлены в разделе 6. Результаты самостоятельной работы студентов учитываются при аттестации студента (при сдаче зачета).

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

При проведении занятий используются:

а) технические средства:

компьютерная техника и средства связи (проектор, экран, видеокамера), проводится компьютерное тестирование, демонстрация мультимедийных материалов, информационные справочные системы, электронные версии учебников, пособий, методических разработок, указаний и рекомендаций по всем видам учебной работы, предусмотренных учебной рабочей программой.

б) программные системы:

операционные системы Microsoft Windows XP, Microsoft Vista;

поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo;

специализированное программное обеспечение СДО Moodle, SunRAV BookOffice Pro, SunRAV TestOfficePro;

программное обеспечение по химии <http://www.mdli.com/>;

химическое программное обеспечение <http://www.acdlabs.com/download/>;

программное обеспечение по химии. Cambridge Soft (Chem Office);  
модели молекул TORVS Research Team: Molecular Models; визуализация молекул (более 175000 трехмерных молекулярных моделей с возможностью поиска) online GIF/PNG creator for chemical structures;  
рисование лабораторного оборудования The Glassware Gallery

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО кафедра имеет специально оборудованную учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий, помещения для лабораторных работ на группу студентов из 12 человек и вспомогательное помещение для хранения химических реактивов и профилактического обслуживания учебного и учебно-научного оборудования.

Помещения для лекционных и практических занятий укомплектованы комплектами электропитания ЩЭ (220 В, 2 кВт, в комплекте с УЗО), специализированной мебелью и оргсредствами (доска аудиторная для написания мелом и фломастером, стойка-кафедра, стол лектора, стул-кресло, столы аудиторные двухместные (1 на каждого двух студентов), стул аудиторный (1 на каждого студента), а также техническими средствами обучения (экран настенный с электроприводом и дистанционным управлением, мультимедиа проектор с ноутбуком).

Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения (лабораторного оборудования, образцов, нормативных и технических документов и т.п.). Помещения лабораторных практикумов укомплектованы специальной учебно-лабораторной мебелью (в том числе столами с химически стойкими покрытиями), вытяжными шкафами, учебно-научным лабораторным оборудованием, измерительными приборами, химической посудой и химическими реактивами, в полной мере обеспечивающими выполнение требований программы по неорганической химии.

Материально-технические средства для проведения лабораторного практикума по дисциплине неорганическая химия включает в себя: специальное оборудование (комплект электропитания ЩЭ, водоснабжение), лабораторное оборудование (лабораторные весы типа ВЛЭ 250 и ВЛЭ 1100, кондуктометр, термометры, рН-метры, печи трубчатые и муфельные, сушильный шкаф, устройство для сушки посуды, дистиллятор, очки защитные, колбонагреватели, штативы лабораторные, штативы для пробирок), лабораторная посуда (стаканы (100, 250 и 500 мл), колбы конические (100 мл), колбы круглодонные (250 мл) колбы плоскодонные (100, 250 и 500 мл), колбы Вюрца (250 и 100 мл), цилиндры мерные (100, 25 и 50 мл), воронки капельные, химические, воронки для хлора, воронки Мюнке, промывалки, U-образные трубки, реакционные трубки, фарфоровые чашки, тигли фарфоровые, холодильники прямой, обратный, воронки лабораторные, дефлегматоры), специальная мебель и оргсредства (доска аудиторная для написания мелом и фломастером, мультимедиа проектор (переносной) с ноутбуком, экран, стол преподавателя, стул-кресло преподавателя, столы лабораторные прямоугольного профиля с твердым химическим и термически стойким покрытием, табуреты, вытяжные шкафы лабораторные, мойка). В материально-техническое обеспечение образовательного процесса входит используемое кафедрой в процессе преподавания входит учебное и лабораторное оборудование (приборы): Атомно-абсорбционный спектрометр, Contr AA-700, AnalytikJena, Германия; Спектрофотометр, SPECORD 210 PlusBU, AnalytikJena, Германия; Рентгеновский дифрактометр, EmpyreanSeries 2 Фирма Panalytical (Голландия); Дифференциальный сканирующий калориметр, NETZSCH STA 409 PC/PG, Германия; ИК- и КР- спектрометры отечественного и иностранного производств.

Имеются химические реактивы (классификация не ниже ч.д.а): растворы солей, кислот, щелочей и аммиака, концентрированные растворы кислот и щелочей, сухие соли, неорганические и органические реактивы, специальные реактивы и органические растворители, индикаторная бумага, растворы индикаторов и т.д.