

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д. И. Менделеева»



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

С.Н. Филатов

« 05 » 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Термический анализ наноматериалов»**

**Направление подготовки 28.04.03 Наноматериалы**

**Магистерская программа «Химическая технология наноматериалов»**

**Квалификация «магистр»**

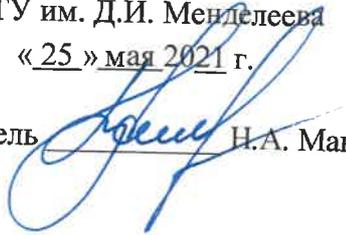
**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**

На заседании Методической комиссии

Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

« 25 » мая 2021 г.

Председатель  Н.А. Макаров

**Москва 2021**

Программа составлена:

старшим преподавателем кафедры наноматериалов и нанотехнологии Шарапаевым  
А.И.

доцентом кафедры наноматериалов и нанотехнологии к.х.н. Мурадовой А.Г.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры наноматериалов и нанотехнологии «28» апреля 2021 г., протокол №11.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **28.04.03 «Наноматериалы»**, рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина **«Термический анализ наноматериалов»** относится к части учебного плана, определяемой участниками образовательных отношений, блоку обязательных дисциплин. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физико-химических методов анализа.

**Цель дисциплины** – формирование у студентов комплексного представления о возможностях термического анализа для исследования наноматериалов.

### **Задачи дисциплины:**

- формирование представлений о методах термического анализа наноматериалов, их теоретических основах и принципах работы.

- формирование системных знаний в области химических реакций и физико-химических превращений, происходящих под влиянием температуры.

- формирование понимания о возможностях и ограничения использования методов термического анализа в различных областях наноматериалов, выработка на этой основе системного подхода к постановке и выполнению научных исследований в указанной области, способности анализировать и критически оценивать получаемые результаты, предлагать пути решения поставленных задач.

Дисциплина **«Термический анализ наноматериалов»** преподается в 1 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
<b>Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский</b>				
<p>– проведение самостоятельных научно-исследовательских работ в области нанотехнологий, требующих широкой фундаментальной междисциплинарной подготовки и владения навыками современных экспериментальных методов;</p> <p>– исследование свойств наносистем и наноматериалов с помощью современных методов анализа;</p> <p>– самостоятельная эксплуатация современного аналитического и синтетического оборудования и приборов в соответствии с квалификацией.</p>	<p>– основные типы наноматериалов: различной размерности (0, 1, 2, 3-мерные, фрактальные кластеры), природы (неорганические, органические, смешанные); агрегатного состояния (жидкие, твердые, смешанного типа (гели, суспензии и пр.));</p> <p>– все виды исследовательского, контрольного, аналитического и испытательного оборудования для изучения структуры и свойств наноматериалов;</p> <p>– компьютерное программное обеспечение для обработки экспериментальных данных по исследованию наноматериалов и наносистем.</p>	<p><b>ПК-1</b> Способен диагностировать структуру материала на микро и наноуровне</p>	<p><b>ПК-1.1</b> Знает методы исследования структуры материала на микро- и наноуровне</p> <p><b>ПК-1.2</b> Умеет использовать методы электронной, сканирующей зондовой микроскопии, дифракционных, спектральных и термических исследований структуры материалов на микро- и наноуровне</p> <p><b>ПК-1.3</b> Владеет опытом исследования структуры материала с использованием микроскопических, дифракционных, спектральных и термических методов анализа</p>	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Профессиональный стандарт «26.006 Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «8» сентября 2015 г. № 604н</p> <p>D Управление методами и средствами проведения исследований и разработок наноструктурированных композиционных материалов</p>

<p>– анализ и обобщение результатов научно-исследовательских работ, поиск и анализ научной и технической информации в области нанотехнологий и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых фундаментальных исследований и технологических разработок,</p> <p>– составление аналитических обзоров, самостоятельная подготовка публикаций в отечественных и зарубежных изданиях;</p> <p>– способность к составлению методических документов при проведении научно-исследовательских и лабораторных работ;</p> <p>участие в экспериментальной и технико-проектной оптимизации существующих наукоемких методик создания наносистем и наноматериалов для успешной конкуренции на</p>	<p>– основные типы наноматериалов: различной размерности (0, 1, 2, 3-мерные, фрактальные кластеры), природы (неорганические, органические, смешанные) агрегатного состояния (жидкие, твердые, смешанного типа (гели, суспензии и пр.));</p> <p>– компьютерное программное обеспечение для обработки экспериментальных данных по исследованию наноматериалов и наносистем;</p> <p>– отчеты по научной работе, научные публикации в российских и зарубежных изданиях;</p> <p>– аналитические обзоры в области производства и исследования наноматериалов.</p>	<p><b>ПК-3</b> Способен самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов</p>	<p><b>ПК-3.2</b> Умеет выбирать методы и средства проведения исследований и разработок</p>	<p>(уровень квалификации – 7)</p> <p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.</p> <p>Профессиональный стандарт «26.006 Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «8» сентября 2015 г. № 604н</p> <p>D Управление методами и средствами проведения исследований и разработок наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 7)</p> <p>Профессиональный стандарт «40.011 Специалист по научно-</p>
---	---	---	--	--

рынке идей и технологий.				исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «4» марта 2014 г. № 121н. D Осуществление научного руководства в соответствующей области знаний (уровень квалификации – 7)
--------------------------	--	--	--	---

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

*Знать:*

- классификацию методов термического анализа;
- физическо-химические основы термического анализа материалов;
- устройство и принцип работы основных методов термического анализа;
- влияние условий проведения эксперимента на результаты термических методов анализа;
- возможности и области применения термических методов анализа для исследования наноматериалов.

*Уметь:*

- анализировать результаты, полученные с помощью различных методов термического анализа;
- корректно рассчитывать физико-химические (кинетические и термодинамические) параметры по данным термогравиметрии и дифференциально-сканирующей калориметрии;
- формулировать технические требования к объектам исследования.

*Владеть:*

- принципами проведения эксперимента и стандартными методиками анализа наноматериалов методом термогравиметрии и дифференциально-сканирующей калориметрии;
- методами термокинетического анализа.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>1,42</b>	<b>51</b>	<b>38</b>
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>0,11</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
Лекции	0,47	17	13
Практические занятия (ПЗ)	0,95	34	25
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	<b>0,11</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2,58</b>	<b>93</b>	<b>80</b>
Контактная самостоятельная работа	2,58	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		92,8	79,85
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет</b>		

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п.п.	Раздел дисциплины	Академ. часов						
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	Сам. работа
<b>1</b>	Основные методы термического анализа наноматериалов	<b>41</b>	-	5	10	-	-	26

<b>1.1</b>	История и этапы развития термических методов анализа	9	-	1	2	-	-	6
<b>1.2</b>	Термогравиметрический анализ	9	-	1	2	-	-	6
<b>1.3</b>	Дифференциально-термический анализ	9	-	1	2	-	-	6
<b>1.4</b>	Дифференциально-сканирующая калориметрия	14	-	2	4	-	-	8
<b>2</b>	Практическое использование термических методов анализа наноматериалов	<b>51</b>	-	6	12	-	-	33
<b>2.1</b>	Аппаратурно-техническое оформление термического анализа	15	-	2	2	-	-	11
<b>2.2</b>	Экспериментальные кривые ТГ-ДСК и артефакты	17	-	2	4	-	-	11
<b>2.4</b>	Применение термических методов для анализа наноматериалов	19	4	2	6	4	-	11
<b>3</b>	Комплексные методы анализа наноматериалов и современные тенденции развития термического анализа	<b>52</b>	4	6	12	4	-	34
<b>3.1</b>	Термокинетический анализ	16	-	-	6	-	-	10
<b>3.2</b>	Анализ выделившихся газов	12	-	2	2	-	-	8
<b>3.3</b>	Дилатометрия	10	-	2	2	-	-	6
<b>3.4</b>	Тенденции развития термического анализа.	14	-	2	2	-	-	10
	<b>Всего часов</b>	<b>144</b>	<b>4</b>	<b>17</b>	34	<b>4</b>	-	<b>93</b>

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### Раздел 1. Основные методы термического анализа наноматериалов

**История и этапы развития термических методов анализа.** Метод Ле-Шателье. Основные виды термического анализа: термогравиметрический анализ (ТГА), дифференциально-термический анализ (ДТА) и дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК). Принципиальное устройство дериватографа. Основные задачи классических методов термического анализа материалов. Физико-химические основы термических методов анализа. Динамический и изотермические режимы термических методов анализа. Области применения термических методов анализа наноматериалов.

**Термогравиметрический анализ.** Основы метода термогравиметрического анализа. Принцип устройства прибора ТГА. Кривые ТГА. Воспроизводимость и точность метода ТГА. Влияние условия проведения эксперимента на результаты ТГА. Способы определения температурных интервалов разложения веществ, определение потерь массы.

**Дифференциально-термический анализ.** Основы метода дифференциально-термического анализа. Уравнение Кирхгофа. Принцип устройства прибора ДТА. Кривые ДТА. Преимущества и недостатки ДТА. Теплоперенос. Требования к эталонным образцам.

**Дифференциально-сканирующая калориметрия.** Области применения ДСК. Способы определения температурных интервалов разложения веществ и фазовых переходов. Количественное определение тепловых эффектов. Исследование кинетики реакций термического разложения материалов. Разница между ДТА и ДСК. Синхронный термический анализ (СТА) материалов.

### Раздел 2. Практическое использование термических методов анализа наноматериалов

**Аппаратурно-техническое оформление термического анализа.** Типы термопар, используемых при проведении термического анализа. Тигли для проведения термического анализа. Совместимость термопар и тиглей с исследуемыми материалами. Печи – области применимости печей различной конструкции.

**Экспериментальные кривые ТГ-ДСК и артефакты.** Влияние скорости реакций и условия проведения эксперимента (размер тигля, формы держателя, пробы, скорости нагрева, влияние атмосферы в печи) на форму дифференциальной кривой. Источники ошибок и погрешностей при проведении термического анализа. Влияние формы тигля и возможного движения образца. Дрейф и конвекция. Артефакты, вызванные изменением внешних условий.

**Применение термических методов для анализа наноматериалов.** Исследование плавления наночастиц металлов с помощью термических методов анализа. СТА композиционных материалов. Исследование количественных характеристик наноматериалов методами термического анализа. Влияние различных факторов (примеси, химические взаимодействия, атмосфера печи) на точность количественного и качественного анализа.

### Раздел 3. Комплексные методы анализа наноматериалов и современные тенденции развития термического анализа

**Термокинетический анализ.** Безаприорные и модель-обусловленные методы термокинетического анализа. Определение энергии активации реакции разложения методами Озава-Флинн-Уолла и Киссинджера. Особенности использования данных термогравиметрических и калориметрических исследований. Особенности проведения модель-обусловленного анализа.

**Анализ выделившихся газов.** Совмещение приборов термического анализа с ИК-Фурье и масс-спектрометрами (МС). СТА-ИК-Фурье: принцип работы и области применения. СТА-МС: принцип работы и области применения.

**Дилатометрия.** Характеристика метода. Определение изменений длины образцов при нагреве и охлаждении или при изотермической выдержке. Температурный контроль в дилатометре. Дроп-калориметрия. Способы определения теплоёмкости материалов.

**Тенденции развития термического анализа.** Основные принципы термомагнитометрии. Термосонометрия. Высокотемпературный оптический ДТА и его аналоги. Метод лазерной вспышки: принципиальное устройство прибора, физико-химические основы, примеры применения. Метод греющих плит. Высокоточное измерение тепловых потоков.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	
<b>Знать:</b>					
1	– классификацию методов термического анализа;	+		+	
2	– физическо-химические основы термического анализа материалов;	+	+	+	
3	– устройство и принцип работы основных методов термического анализа;	+	+	+	
4	– влияние условий проведения эксперимента на результаты термических методов анализа;	+	+		
5	– возможности и области применения термических методов анализа для исследования наноматериалов	+	+	+	
<b>Уметь:</b>					
6	– анализировать результаты, полученные с помощью различных методов термического анализа;	+	+	+	
7	– корректно рассчитывать физико-химические (кинетические и термодинамические) параметры по данным термогравиметрии и дифференциально-сканирующей калориметрии;		+		
8	– формулировать технические требования к объектам исследования.	+	+	+	
<b>Владеть:</b>					
9	– принципами проведения эксперимента и стандартными методиками анализа наноматериалов методом термогравиметрии и дифференциально-сканирующей калориметрии;	+	+	+	
10	– методами термокинетического анализа.		+		
<b>В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</b>					
	<b>Код и наименование ПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>			
11	ПК-1 Способен диагностировать структуру материала на микро и наноуровне	ПК-1.1 Знает методы исследования структуры материала на микро- и наноуровне	+	+	+

12		<b>ПК-1.2</b> Умеет использовать методы электронной, сканирующей зондовой микроскопии, дифракционных, спектральных и термических исследований структуры материалов на микро- и наноуровне	+	+	+
13		<b>ПК-1.3</b> Владеет опытом исследования структуры материала с использованием микроскопических, дифракционных, спектральных и термических методов анализа	+	+	+
14	<b>ПК-3</b> Способен самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов	<b>ПК-3.2</b> Умеет выбирать методы и средства проведения исследований и разработок	+	+	+

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№	Раздел	Темы практических занятий	Часы
1	1	История и этапы развития термических методов анализа	2
2	1	Термогравиметрический анализ	2
3	1	Дифференциально-термический анализ	2
4	1	Дифференциально-сканирующая калориметрия	4
5	2	Аппаратурно-техническое оформление термического анализа	2
6	2	Экспериментальные кривые ТГ-ДСК и артефакты	4
7	2	Применение термических методов для анализа наноматериалов	6
8	3	Термокинетический анализ	6
9	3	Анализ выделившихся газов	2
10	3	Дилатометрия	2
11	3	Тенденции развития термического анализа	2

### 6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине «*Термический анализ наноматериалов*» Учебным планом не предусмотрены.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «*Термический анализ наноматериалов*» предусмотрена самостоятельная работа студента магистратуры в объеме 93 ч. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- подготовку к контрольным работам по материалу лекционного курса;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, ChemicalAbstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, семинаров и конференций;
- участие в семинарах РХТУ им. Д.И. Менделеева по тематике дисциплины;

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

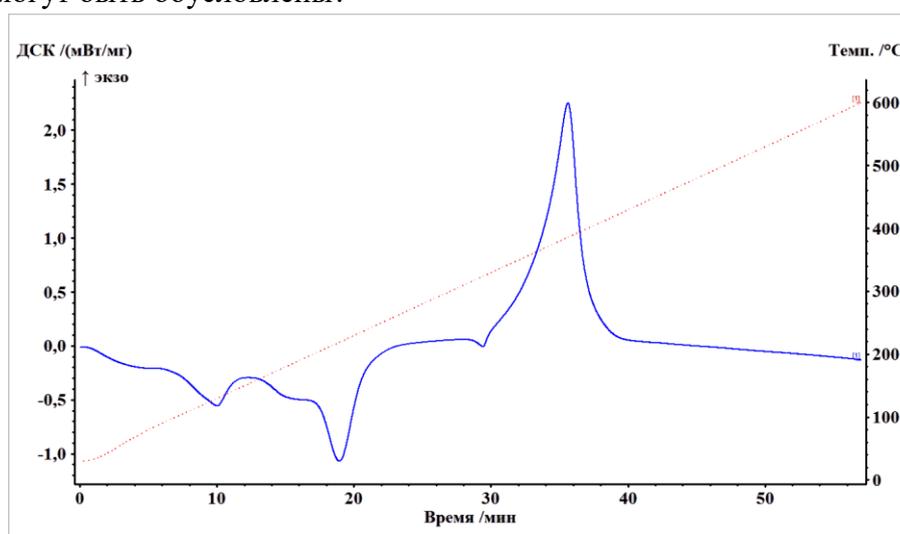
## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы составляет по 20 баллов за каждую.

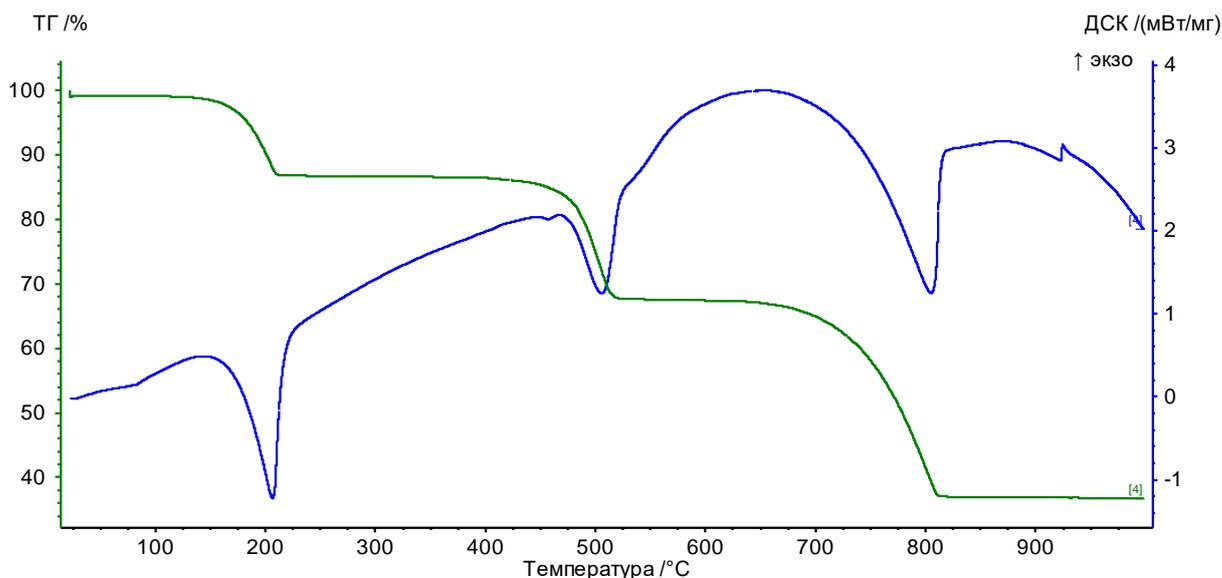
**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 4 вопроса, по 5 баллов за вопрос.**

1. Опишите суть метода Ле-Шателье. В чем проявляются его наиболее важные особенности?
2. В чём суть и какова необходимость процедуры калибровки приборов ДСК? Какие способы калибровок по температуре и теплоте используются на практике?
3. Какие факторы влияют на характер формы кривых ДСК? Каким образом? Попробуйте привести примеры.
4. Опишите основные аномалии наблюдаемые на представленной кривой ДСК. Чем они могут быть обусловлены?



**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 4 вопроса, по 5 баллов за вопрос.**

1. Источники ошибок и погрешностей в ТГ-ДСК.
2. Перечислите основные материалы, используемые при изготовлении тиглей для ДСК. Тигли из каких материалов вы бы использовали при исследовании следующих веществ Al, Au, LiNO<sub>3</sub>, CaCO<sub>3</sub>? Ответ аргументируйте.
3. Опишите влияние скорости реакций и условий проведения эксперимента (размер тигля, формы держателя, пробы, скорости нагрева, влияние атмосферы в печи) на форму кривой ДСК.
4. Определите количество ступеней разложения оксалата кальция и оцените их основные характеристики.



**Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 4 вопроса, по 5 баллов за вопрос.**

1. Совмещение приборов термического анализа с ИК-Фурье и масс-спектрометрами (МС). СТА-ИК-Фурье: принцип работы и области применения.
2. СТА-МС: принцип работы и области применения
3. Термосонометрия
4. Метод греющих плит

**Итоговая контрольная работа. Примеры вопросов к итоговой контрольной работе. Максимальная оценка – 40 баллов. Контрольная работа содержит 4 вопроса, по 10 баллов за вопрос.**

1. Опишите влияние скорости реакций и условий проведения эксперимента (размер тигля, формы держателя, пробы, скорости нагрева, влияние атмосферы в печи) на форму кривой ДСК.
2. Сколько примесей может содержать вещество, чистоту которого пытаются определить методом ДСК? Какие допущения делают при проведении расчетов и насколько они обоснованы?
3. Какие проблемы могут возникнуть при определении кинетики процесса по данным единичного измерения?
4. Как будет выглядеть ДСК-кривая для капли воды в открытом тигле, тигле с крышкой с дыркой и полностью герметичном тигле для интервала измерения -50 – 150 °C?

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### А. Основная литература

1. Термомеханический и динамический механический анализ полимеров [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.В. Олихова. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. – 95 с. : ил.; 5,6 усл. печ. л. – Библиогр.: с. 92-95.

## **Б. Дополнительная литература**

1. Шипина О.Т. Термический анализ в изучении полимеров: учебное пособие/ О.Т. Шипина, В.К. Мингазова, В.А. Петров, А.В. Косточко. – М-во образ.и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2014. – 99 с.

### **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Journal of Thermal Analysis and Calorimetry» ISSN 1388-6150
- Журнал «International Journal of Thermal Sciences» ISSN 1290-0729
- Журнал «Журнал неорганической химии» ISSN 0044-457X

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://science-direct.com>
- <http://scopus.com>
- <http://elibrary.ru>

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации дисциплины подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций и семинаров – 8, (общее число слайдов – более 100);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – более 20);

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1 716 243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## 11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Термический анализ наноматериалов*» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

### 11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### 11.2. Учебно-наглядные пособия:

Иллюстрации к разделам лекционного курса и практическим занятиям.

### 11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### 11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий.

### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	Calculate Linux Desktop	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
2.	LibreOffice	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
3.	ABBYY FineReader	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
4.	7-Zip	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
5.	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно

6.	VLC Media Player	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
7.	Discord	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
8.	Autodesk AutoCAD	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
9.	IntelliJIDEA	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
10.	FreeCAD	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
11.	SMath Studio	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
12.	Corel Academic Site Standard	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Лицензия для активации на рабочих станциях, покрывает все рабочие места в университете	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
13.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	500 лицензий	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
14.	GIMP	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
15.	OBS (Open Broadcaster Software) Studio	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование раздела	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<b>Раздел 1.</b> Введение в методы термического анализа наноматериалов	<i>Знает:</i> - классификацию методов термического анализа; - физическо-химические основы термического анализа материалов; - устройство и принцип работы основных методов термического анализа; - влияние условий проведения эксперимента на результаты термических методов анализа; - возможности и области применения термических методов анализа для исследования наноматериалов.	Оценка за контрольную работу №1  Оценка за итоговую контрольную работу.

	<p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать результаты, полученные с помощью различных методов термического анализа;</li> <li>- формулировать технические требования к объектам исследования.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципами проведения эксперимента и стандартными методиками анализа наноматериалов методом термогравиметрии и дифференциально-сканирующей калориметрии;</li> <li>- методами термокинетического анализа.</li> </ul>	
<p><b>Раздел 2.</b> Комплексные методы анализа наноматериалов</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физическо-химические основы термического анализа материалов;</li> <li>- устройство и принцип работы основных методов термического анализа;</li> <li>- влияние условий проведения эксперимента на результаты термических методов анализа;</li> <li>- возможности и области применения термических методов анализа для исследования наноматериалов.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать результаты, полученные с помощью различных методов термического анализа;</li> <li>- корректно рассчитывать физико-химические (кинетические и термодинамические) параметры по данным термогравиметрии и дифференциально-сканирующей калориметрии;</li> <li>- формулировать технические требования к объектам исследования.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципами проведения эксперимента и стандартными методиками анализа наноматериалов методом термогравиметрии и дифференциально-сканирующей калориметрии;</li> <li>- методами термокинетического анализа.</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №2</p> <p>Оценка за итоговую контрольную работу.</p>

<p><b>Раздел 3.</b> Современные тенденции и направления развития термических методов анализа веществ и материалов</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификацию методов термического анализа;</li> <li>- физическо-химические основы термического анализа материалов;</li> <li>- устройство и принцип работы основных методов термического анализа;</li> <li>- возможности и области применения термических методов анализа для исследования наноматериалов.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать результаты, полученные с помощью различных методов термического анализа;</li> <li>- формулировать технические требования к объектам исследования.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципами проведения эксперимента и стандартными методиками анализа наноматериалов методом термогравиметрии и дифференциально-сканирующей калориметрии;</li> <li>- методами термокинетического анализа.</li> </ul>	<p>Оценка за контрольную работу №3</p> <p>Оценка за итоговую контрольную работу.</p>
---	--	--

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
«Термический анализ наноматериалов»  
основной образовательной программы  
28.04.03 «Наноматериалы»**

код и наименование направления подготовки (специальности)

**«Химическая технология наноматериалов»**

наименование ООП

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.