

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

И.о. декана

А. С. Князев

Оценочные материалы по дисциплине

**Термический анализ**

по специальности

**04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**

Специализация:

**Фундаментальная и прикладная химия**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Химик / Химик-специалист. Преподаватель химии**

Год приема

**2024**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

В.В. Шелковников

Председатель УМК

В.В. Шелковников

Томск – 2024

## 1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений в различных областях химии;

ОПК-2. Способен проводить синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследовать процессы с их участием;

ОПК-3. Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя современное программное обеспечение и базы данных профессионального назначения;

ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК 1.1 Знает теоретические основы неорганической, органической, физической и аналитической химии, применяет их при решении профессиональных задач в других областях химии.

РООПК 1.2 Умеет систематизировать и интерпретировать результаты экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии

РООПК 1.3 Умеет грамотно формулировать заключения и выводы по результатам работы

РООПК 2.2 Знает теоретические основы методов изучения состава, структуры и свойств для грамотного выбора метода исследования

РООПК 2.3 Умеет проводить стандартные синтезы по готовым методикам, выполнять стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов, а также использовать серийное научное оборудование для изучения их свойств

РООПК 3.2 Умеет решать расчетно-теоретические задачи химической направленности по разработанным методикам, использовать аппарат теоретической химии и физики для грамотной интерпретации полученных результатов

РОПК 1.2 Умеет выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, используя достижения современной химической науки, и исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов.

## 2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

### 2.1 Виды оценочных средств

№	Контролируемые темы/разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Код индикатора достижения компетенции согласно ОП
1	Тема 1. Методы термического анализа	Тестирование	РООПК 1.1. РООПК 2.2.
2	Тема 2. Термогравиметрия	Практическое задание, индивидуальное задание	РООПК 1.1. РООПК 1.2. РООПК 1.3. РООПК 2.2. РООПК 2.3.

3	Тема 3. Дифференциальный термический анализ. Дифференциальная сканирующая калориметрия	Практическое задание, индивидуальное задание	РООПК 1.1. РООПК 1.2. РООПК 1.3. РООПК 2.2. РООПК 2.3.
4	Тема 4. Факторы, влияющие на результаты термоаналитических измерений	Практическое задание	РОПК 1.2.
5	Тема 5. Кинетика твердофазных реакций	Практическое задание, индивидуальное задание	РООПК 1.1. РООПК 1.2. РООПК 1.3. РООПК 2.2. РООПК 2.3. РООПК 3.2 РОПК 1.2.

## 2.2 Содержание оценочных средств

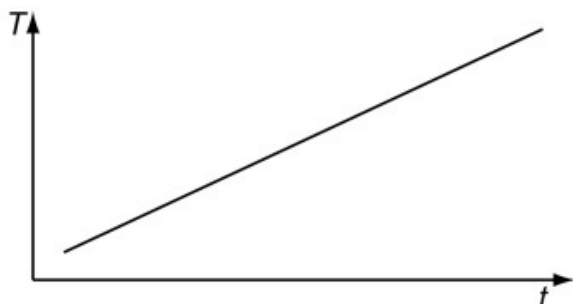
Тестирование проверяет освоение ОПК-1 (РООПК 1.1), ОПК-2 (РООПК 1.2)

### *Примеры тестовых заданий*

- Соотнесите процесс и тепловой эффект, сопровождающий этот процесс
  - плавление
  - десорбция
  - адсорбция
  - дегидратация
  - окислительная деструкция
  - эндотермический
  - экзотермический

1	2	3	4	5
А	А	Б	А	Б

- Основоположником термического анализа является:
  - У.Ч. Робертс-Остен
  - Н.С. Курнаков
  - А. А. Байков
  - А.Л. Ле-Шателье**
  - Р. Аустен
- Выберите режим программы, которому соответствует график изменения температуры



- 1) Изотермическое измерение.
- 2) **Динамическое измерение при постоянной скорости нагрева.**
- 3) Динамический нагрев, за которым следует охлаждение и второй сегмент нагрева.
- 4) Изотермическая-динамическая-изотермическая температурная программа

4. Для достижения максимального разрешения необходимо:

- 1) **Снизить скорость нагрева**
  - 2) Увеличить скорость нагрева
  - 3) Увеличить массу навески
  - 4) **Использовать газ с высоким коэффициентом теплопередачи**
  - 5) Использовать тигель из фольги с высокими теплопроводящими свойствами
5. Впишите нужный термин (им.п., ед.ч): измеренная кривая пустого измерительного прибора (либо без образцов и без тиглей или без образцов, с пустыми тиглями) называется **нулевая линия**

Критерии оценивания:

тест считается пройденным, если обучающий ответил правильно как минимум на половину вопросов.

### **Практическая работа № 1**

#### **Описание термограммы термического разложения кристаллогидрата**

На основании представленных результатов анализа термической деструкции кристаллогидрата

- определить условия проведения съемки на синхронном термоанализаторе
- определить количество наблюдаемых на термограмме физико-химических превращений
- определить энергетику процессов (эко-, эндотермические)
- выделить процессы, идущие с изменением массы, рассчитать изменение массы на каждой ступени разложения
- составить материальный баланс процесса и записать предполагаемые реакции физико-химических превращений, используя литературные данные
- дать рекомендации по подбору программы дополнительного анализа с целью разделения по температурному диапазону близлежащих последовательных реакций.

Практическое задание 1 формирует освоение ОПК-1 (РООПК 1.1, РООПК 1.2, РООПК 1.3), ОПК-2 (РООПК 2.2, РООПК 2.3).

*Критерии оценивания:*

Результатом выполнения практической работы является отчет.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если в отчете отражены все пункты плана отчета, приведены все необходимые расчеты, проведен анализ результатов эксперимента.

Оценка «незачтено» выставляется студенту, если в отчете не отражен анализ экспериментальных данных, не отражены все пункты плана.

### **Практическая работа 2**

## **Определение условий съемки на синхронном термоанализаторе STA 449 C Jupiter для определения содержания гипса в цементе**

1. Определить условия съемки на синхронном термоанализаторе STA 449 C Jupiter для определения содержания гипса в цементе (режим измерения, температурный интервал, скорость нагрева, атмосфера, материал тиглей).
2. Сформировать заявку на измерение.

Практическое задание 2 формирует освоение ПК-1 (РОПК 1.2).

*Критерии оценивания:*

Результатом выполнения практической работы является отчет.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если в отчете отражены все пункты плана отчета, приведены все необходимые расчеты, проведен анализ результатов эксперимента.

Оценка «незачтено» выставляется студенту, если в отчете не отражен анализ экспериментальных данных, не отражены все пункты плана.

### **Практическая работа №3**

#### **«Определение кинетических параметров разложения по данным термогравиметрии»**

На основании представленных результатов анализа термической деструкции

1. Выбрать температурный диапазон и стадию разложения для расчета кинетических параметров (энергии активации, порядка реакции) методом Метцгера-Горовица;
2. Рассчитать степень превращения для выбранного температурного интервала;
3. С помощью стандартных программ провести линеаризацию экспериментальных данных в координатах выбранных математических уравнений зависимости степени превращения от температуры;
4. Определить значения величины порядка реакции и энергии активации.
5. Сравнить значения энергии активации с литературными данными.

Практическое задание 3 формирует освоение ОПК-1 (РООПК 1.1, РООПК 1.2, РООПК 1.3), ОПК-2 (РООПК 2.2, РООПК 2.3), ОПК-3 (РООПК 3.2), ПК-1 (РОПК 1.2)

*Критерии оценивания:*

Результатом выполнения лабораторной работы является отчет.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если в отчете отражены все пункты плана отчета, приведены все необходимые расчеты, проведен анализ результатов эксперимента.

Оценка «незачтено» выставляется студенту, если в отчете не отражен анализ экспериментальных данных, не отражены все пункты плана.

#### **3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания**

Зачет проводится по результатам выполнения и защиты индивидуального задания, проверяющего ОПК-1 (РООПК 1.1, РООПК 1.2, РООПК 1.3), ОПК-2 (РООПК 2.1, РООПК 2.3), ОПК-3 (РООПК 3.2), ПК-1 (РОПК 1.2).

*Пример индивидуального задания:*

Описать термограмму термического разложения  $MnCl_2 \times 4H_2O$  и рассчитать кинетические параметры реакции дегидратации.

1. На основании представленных результатов термического анализа соли  $MnCl_2 \times 4H_2O$  (термограмма выдается преподавателем), выполненного на синхронном термоанализаторе STA 449 C Jupiter:

- определить условия проведения съемки на синхронном термоанализаторе
- определить количество наблюдаемых на термограмме физико-химических превращений
- определить энергетику процессов (эко-, эндотермические)
- выделить процессы, идущие с изменением массы, рассчитать изменение массы на каждой ступени разложения
- составить материальный баланс процесса и записать предполагаемые реакции физико-химических превращений, используя литературные данные
- - дать рекомендации по подбору программы дополнительного анализа с целью разделения по температурному диапазону близлежащих последовательных реакций.
- выбрать температурный диапазон и стадию разложения для расчета кинетических параметров (энергии активации, порядка реакции) методом Метцгера-Горовица;
- обосновать выбор термогравиметрических, термографических данных для обработки;
- рассчитать степень превращения для выбранного температурного интервала;
- с помощью стандартных программ провести линеаризацию экспериментальных данных в координатах выбранных математических уравнений зависимости степени превращения от температуры;
- определить значения величины порядка реакции и энергии активации.

Зачет получает студент, который на защите индивидуального задания показывает знание понятийного аппарата дисциплины «Термический анализ»; умение анализировать ход термоаналитических кривых; характеризует этапы термической деструкции вещества, используя справочную, учебную и научно-техническую литературу, владеет методами расчета кинетических параметров процессов. Студент может допускать некоторые неточности в расчетах или описании термограмм, которые он исправляет сразу после наводящих вопросов преподавателя.

Студент, не выполнивший индивидуальное задание, не умеющий провести сопоставительный анализ хода термоаналитических кривых (ТГ-, ДТГ-, ДТА- и ДСК-кривых) для описания процессов термической деструкции веществ и материалов не получает зачета по дисциплине.

### **Информация о разработчиках**

Селюнина Лилия Александровна, кан. хим. наук, кафедра неорганической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент

Рецензент:

Халипова Ольга Сергеевна, кан. техн. наук, кафедра неорганической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент.