

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра неорганической химии, химической технологии и техносферной  
безопасности**

Авторы-составители: **Корзанов Вячеслав Сергеевич  
Котомцева Марина Геннадьевна  
Байбародских Даниил Владимирович**

Рабочая программа дисциплины

**ТЕРМОГРАВИМЕТРИЯ**

Код УМК 48722

Утверждено  
Протокол №4  
от «19» марта 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Термогравиметрия

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **04.03.01** Химия (ПБ)

направленность Программа широкого профиля

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Термогравиметрия** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**04.03.01** Химия (ПБ) (направленность : Программа широкого профиля)

**ОПК.2** владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования

**ПК.4** способность применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	04.03.01 Химия (ПБ) (направленность: Программа широкого профиля)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	11
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	2
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	72
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	28
<b>Проведение лекционных занятий</b>	14
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	14
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	44
<b>Формы текущего контроля</b>	Письменное контрольное мероприятие (4)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (11 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Термогравиметрия. 1 уч. период.**

Термоаналитические методы в настоящее время находят широкое применение в исследовании и анализе материалов, включающих полимеры, лекарственные вещества, керамику, металлы и сплавы, а также позволяют осуществлять контроль качества происходящих технологических процессов. Эти методы можно использовать при изучении исходных веществ для создания новых материалов и выборе оптимальных условий процесса синтеза

#### **1. История термического анализа.**

Дается краткое изложение истории термического анализа, начиная с работ Анри-Луи Ле-Шателье по настоящее время.

#### **2. Получение и запись кривых нагревания.**

Рассматривается принципиальная схема прибора термического анализа, позволяющего получить зависимость температуры от времени нагревания, основные элементы зависимости, её достоинства и недостатки.

#### **3. Получение и запись термогравиметрических дифференциальных термогравиметрических кривых (ТГ и ДТГ)**

Рассматривается принципиальная схема прибора получения зависимости массы от температуры (термогравиметрической кривой) и её основные элементы.

#### **4. Основы количественного метода ДТА.**

Рассматриваются теории и представления, составляющие основу метода дифференциально-термического анализа.

#### **5. Определение величины теплового эффекта по кривой ДТА (ДСК).**

Рассматриваются методы, позволяющие количественно оценить величины термических эффектов физико-химических процессов.

#### **6. Обзор методов термического анализа.**

Рассматриваются различные методы термического анализа.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Павличенко, Л. А. Термический анализ двухкомпонентных систем : учебно-методическое пособие / Л. А. Павличенко, Г. В. Булидорова, Ю. Г. Галяметдинов. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. — 104 с. — ISBN 978-5-7882-1379-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт].  
<http://www.iprbookshop.ru/62306.html>

2. Корзанов В. С., Котомцева М. Г., Юнусов Р. И. Термогравиметрия: учебное пособие / В. С. Корзанов, М. Г. Котомцева, Р. И. Юнусов. - Пермь, 2007, ISBN 5-7944-073-8.-68.

### Дополнительная:

1. Термический анализ в изучении полимеров : учебное пособие / О. Т. Шипина, В. К. Мингазова, В. А. Петров, А. В. Косточко. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. — 99 с. — ISBN 978-5-7882-1538-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/62010.html>

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Термогравиметрия** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

1. презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
2. доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
3. доступ в электронную информационно-образовательную среду университета;
4. приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC»;
5. программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель) «WindowsMediaPlayer».

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

- система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).
- система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.
- система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

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

### 1. Лекционные занятия

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

### 2. Занятий семинарского типа

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

3. Лабораторные занятия Компьютерный класс, оснащенный персональными ЭВМ и соответствующим программным обеспечением. Состав оборудования определен в Паспорте компьютерного класса. Лаборатория «Термического анализа», оснащенная прибором термического анализа. Состав оборудования определен в Паспорте лаборатории.

### 4. Групповые (индивидуальные) консультации

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Компьютерный класс, оснащенный персональными ЭВМ и соответствующим программным обеспечением. Состав оборудования определен в Паспорте компьютерного класса.

### 5. Текущий контроль

Компьютерный класс, оснащенный персональными ЭВМ и соответствующим программным обеспечением. Состав оборудования определен в Паспорте компьютерного класса.

### 6. Самостоятельная работа



Аудитория для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Термогравиметрия**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ОПК.2</b> владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования</p>	<p><b>ЗНАТЬ:</b> модели и принципы, используемые в современных методах исследования термического поведения вещества. <b>УМЕТЬ:</b> проектировать эксперимент, анализировать данные термического исследования, на основании которого формулировать выводы. <b>ВЛАДЕТЬ:</b> современными представлениями и методами естественнонаучных исследований.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> Не знает основ термического анализа, не владеет методами количественной оценки тепловых эффектов, не умеет анализировать информацию, получаемую методами термического анализа и формулировать выводы.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b> Имеет представление об основах термического анализа и методах количественной оценки тепловых эффектов, умеет анализировать информацию, получаемую методами термического анализа и формулировать выводы.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b> Обладает знаниями термического анализа, уверенно владеет методами количественной оценки тепловых эффектов, умеет анализировать информацию, получаемую методами термического анализа и формулировать выводы, владеет методами количественной оценки тепловых эффектов.</p> <p align="center"><b>Отлично</b> Обладает полными знаниями основ термического анализа, свободно владеет методами количественной оценки тепловых эффектов, грамотно анализирует информацию, получаемую методами термического анализа и формулирует выводы, владеет методами количественной оценки тепловых эффектов и энергии активации.</p>
<p><b>ПК.4</b> способность применять основные естественнонаучные законы и</p>	<p><b>ЗНАТЬ:</b> газовые и количественные законы; законы термодинамики и термохимии (первый и второй, закон Гесса), взаимную связь</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> Не знает газовые и количественные законы; законы термодинамики и термохимии (первый и второй, закон Гесса), взаимную связь термодинамических функций</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов</p>	<p>термодинамических функций (свободных энергий Гиббса с энтальпией и энтропией, Гельмгольца с внутренней энергией и энтропией); законы, правила, уравнения и принципы кинетики (закон действующих масс, правило Вант-Гоффа, уравнение Аррениуса, принцип Ле Шателье).  <b>УМЕТЬ:</b> на основании газовых, количественных, термодинамических и кинетических законов, правил, уравнений и принципов, при проведении исследования и анализе полученных результатов, производить расчеты и делать выводы.  <b>ВЛАДЕТЬ:</b> методами определения величины энтальпии превращения вещества, энергии активации реакции разложения, механизма превращения по термогравиметрическим данным.</p>	<p><b>Неудовлетворител</b>  (свободных энергий Гиббса с энтальпией и энтропией, Гельмгольца с внутренней энергией и энтропией); законы, правила, уравнения и принципы кинетики (закон действующих масс, правило Вант-Гоффа, уравнение Аррениуса, принцип Ле Шателье). Не умеет на основании газовых, количественных, термодинамических и кинетических законов, правил, уравнений и принципов, при проведении исследования и анализе полученных результатов, производить расчеты и делать выводы. Не владеет методами определения величины энтальпии превращения вещества, энергии активации реакции разложения, механизма превращения по термогравиметрическим данным.</p> <p><b>Удовлетворительн</b>  Имеет представление о газовых и количественных законах; законах термодинамики и термохимии, о взаимной связи термодинамических функций; законах, правилах, уравнениях и принципах кинетики.  Имеет начальные навыки на основании газовых, количественных, термодинамических и кинетических законов, правил, уравнений и принципов, при проведении исследования и анализе полученных результатов, производить расчеты и делать выводы.  В общих чертах имеет представление о методах определения величины энтальпии превращения вещества, энергии активации реакции разложения, механизма превращения по термогравиметрическим данным.</p> <p><b>Хорошо</b>  Знает газовые и количественные законы; законы термодинамики и термохимии (первый и второй, закон Гесса), взаимную связь термодинамических функций (свободных энергий Гиббса с энтальпией и энтропией, Гельмгольца с внутренней</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>энергией и энтропией); законы, правила, уравнения и принципы кинетики (закон действующих масс, правило Вант-Гоффа, уравнение Аррениуса, принцип Ле Шателье). Умеет на основании газовых, количественных, термодинамических и кинетических законов, правил, уравнений и принципов, при проведении исследования и анализе полученных результатов, анализировать полученные данные, производить по ним расчеты и делать выводы.</p> <p>Владеет методами определения величины энтальпии превращения вещества, энергии активации реакции разложения, механизма превращения по термогравиметрическим данным.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>В совершенстве знает газовые и количественные законы; законы термодинамики и термохимии (первый и второй, закон Гесса), взаимную связь термодинамических функций (свободных энергий Гиббса с энтальпией и энтропией, Гельмгольца с внутренней энергией и энтропией); законы, правила, уравнения и принципы кинетики (закон действующих масс, правило Вант-Гоффа, уравнение Аррениуса, принцип Ле Шателье).</p> <p>На основании газовых, количественных, термодинамических и кинетических законов, правил, уравнений и принципов, при проведении исследования и анализе полученных результатов, без затруднений анализирует полученные данные, производит по ним расчеты и делать выводы.</p> <p>Свободно владеет методами определения величины энтальпии превращения вещества, энергии активации реакции разложения, механизма превращения по термогравиметрическим данным.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС 1

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОПК.2</b> владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования	2. Получение и запись кривых нагревания. <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Методы получения и записи кривых нагревания, их геометрические элементы, регистрируемые эффекты, достоинства и недостатки.
<b>ОПК.2</b> владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования	3. Получение и запись термогравиметрических дифференциальных термогравиметрических кривых (ТГ и ДТГ) <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знает методы получения термогравиметрической и дифференциальной термогравиметрической зависимостей, умеет анализировать получаемую информацию и формулировать выводы, владеет методами количественной оценки экспериментальных данных.
<b>ОПК.2</b> владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования	4. Основы количественного метода ДТА. <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знание основ количественного метода дифференциально-термического анализа, владение методами его количественной оценки.

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ОПК.2</b> владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования</p> <p><b>ПК.4</b> способность применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов</p>	<p>5. Определение величины теплового эффекта по кривой ДТА (ДСК).</p> <p><b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знать: историю развития термического анализа, теоретические основы определения величины термического эффекта физического или химического превращения. Уметь: определять величину теплового эффекта по площади ДТА-зависимости термограммы, определять ход процесса на основании удельного изменения массы по T- и ДТГ-зависимостям, и по данным масс-спектрометрического анализа. Владеть: методами измерения площадей, определения коэффициента теплообмена и калибровки прибора термического анализа, определения величины термических эффектов, основами расшифровки термограмм.</p>

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### 2. Получение и запись кривых нагревания.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Знает основные геометрические элементы термической и дифференциальной термической кривых, факторы и влияющие на форму кривых.	10
Знает достоинства и недостатки информации, получаемой при помощи данных зависимостей.	5
Знает принципиальные схемы приборов получения термической и дифференциальной термической кривых.	5

#### 3. Получение и запись термогравиметрических дифференциальных термогравиметрических кривых (ТГ и ДТГ)

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Знает основные геометрические элементы термогравиметрической кривой и факторы влияющие на её форму.	10

Владеет методами количественной оценки получаемой при помощи термогравиметрической зависимости информации.	5
Знает принципиальную схему прибора получения термогравиметрической кривой.	5

#### 4. Основы количественного метода ДТА.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Умение количественной оценки данных, получаемых при помощи ДТА-кривых.	10
Знание основных теорий количественного метода дифференциально-термического анализа.	10

#### 5. Определение величины теплового эффекта по кривой ДТА (ДСК).

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
Знание методов измерения площадей.	10
Владение способами определения величины термических эффектов.	10
Знание методов калибровки приборов термического анализа и определения рабочей чувствительности приборов.	10
Знание методов определения коэффициента теплообмена.	10