

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра нанотехнологий и микросистемной техники

**Авторы-составители: Спивак Лев Волькович
Волынцев Анатолий Борисович**

Рабочая программа дисциплины

МЕТОДЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ СКАНИРУЮЩЕЙ КАЛОРИМЕТРИИ

Код УМК 95392

Утверждено
Протокол №9
от «13» мая 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Методы дифференциальной сканирующей калориметрии

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Направление: **28.03.01** Нанотехнологии и микросистемная техника
направленность Материалы микро- и наносистемной техники

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Методы дифференциальной сканирующей калориметрии** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность : Материалы микро- и наносистемной техники)

ПК.2 Способен контролировать и прогнозировать физические свойства материалов с помощью различных инструментальных методов и компьютерного моделирования

Индикаторы

ПК.2.2 Применяет современные, как инструментальные, так и компьютерные методы изучения и прогнозирования свойств материалов

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность: Материалы микро- и наносистемной техники)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	10
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	14
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	28
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Защищаемое контрольное мероприятие (3)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (10 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

1. Дифференциальный термический анализ

Термодинамические системы и концепция температуры. Вводятся представления о термодинамических системах. Рассматривается первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики. Определение энергии Гельмгольца и Гиббса. Дается описание термодинамически открытых и закрытых систем. Рассматривается термодинамика химических реакций, фазовые диаграммы и смеси. Теория ДТА. Факторы, влияющие на кривые ДТА. Количественный дифференциальный термический анализ. Расчет энтальпии. Кинетика реакций.

2. Дифференциальная сканирующая калориметрия

Введение в теорию ДСК. Факторы, влияющие на кривые ДСК. Кинетика реакций. Подход Кисенджера для оценки энергии активации фазового превращения.

3. Оборудование

Дифференциальный термический анализ. Держатели образцов. Системы определения температуры и изменения температуры. Печи и устройства для регулирования их температуры. Приборы ДТА. Дифференциальная сканирующая калориметрия. Держатели образцов. Системы определения температуры и изменения температуры. Печи и устройства для регулирования их температуры. Приборы ДСК.

4. Современные методы анализа данных

Сглаживание и ориентации ДСК кривых. Получение базовых кривых. Вычитание кривых. Определение первых и вторых производных сигнала ДСК. Определение тепловых эффектов превращений. Оценка степени аморфизации материалов. Применение уравнения Кисенджера.

5. Термогравиметрия

Теория и факторы, влияющие на кривые ТА. Количественный дифференциальный термический анализ. Кинетика реакций. Термовесы и вспомогательное оборудование к ним. Типы термовесов. Применение термогравиметрии. Применение в аналитической химии. Полимеры. Применение в неорганической химии.

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. Спивак Л. В., Ратт А. В. Дифференциальный калориметрический анализ и термограмметрия при фазовых переходах в конденсированных средах: учебно-методическое пособие / Л. В. Спивак, А. В. Ратт. - Пермь, 2012, ISBN 978-5-7944-1891-0, 2-е изд., стер. - 1. <https://elis.psu.ru/node/20336>
2. Спивак Л. В. Калориметрия фазовых превращений в поликомпонентных металлических сплавах: монография / Л. В. Спивак. - Пермь: ПГНИУ, 2017, ISBN 978-5-7944-2941-1. - 261. - Библиогр. в конце гл.

Дополнительная:

1. Материаловедение. Фазовые диаграммы двухкомпонентных систем : учебное пособие / А. В. Поздняков, А. В. Михайловская, О. А. Яковцева [и др.]. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2016. — 98 с. — ISBN 978-5-87623-966-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/64181.html>
2. Материаловедение : учебное пособие / И. М. Жарский, Н. П. Иванова, Д. В. Куис, Н. А. Свидуневич. — Минск : Вышэйшая школа, 2015. — 558 с. — ISBN 978-985-06-2517-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/48008.html>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<https://td.chem.msu.ru/uploads/files/courses/special/expmethods/dsc-metod.pdf> Применение ДСК
<https://studopedia.info/5-77137.html> Применение ДТА

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

Образовательный процесс по дисциплине **Методы дифференциальной сканирующей калориметрии** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

1. Операционная система "ALT Linux".
2. Приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC».
3. Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель) «WindowsMediaPlayer».
4. Программа просмотра интернет контента (браузер) «Google Chrome» или аналогичных.
5. Офисный пакет приложений «LibreOffice».

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

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой или маркерной доской.

Лабораторные занятия проходят в Лаборатории материаловедения, оснащенной специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте лаборатории.

Текущий контроль осуществляется в аудитории, оснащенной меловой (и) или маркерной доской.

Групповые (индивидуальные) консультации проводятся в аудитории, оснащенной меловой (и) или маркерной доской.

К помещениям для самостоятельной работы студентов относятся:

- 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
Методы дифференциальной сканирующей калориметрии**

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

ПК.2

Способен контролировать и прогнозировать физические свойства материалов с помощью различных инструментальных методов и компьютерного моделирования

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.2.2 Применяет современные, как инструментальные, так и компьютерные методы изучения и прогнозирования свойств материалов</p>	<p>Знать термодинамические основы реализации дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) и дифференциального термического анализа (ДТА). Уметь применять программное обеспечение для анализа данных ДСК и ДТА. Владеть классификацией оборудования и особенностями их использования при изучении фазовых превращений в конденсированных средах. Иметь представления о термографическом анализе. Уметь проводить анализ экспериментальных данных и источников погрешностей при их определении. Владеть анализом экзо- и эндотермических пиков пиков сложных многостадийных калориметрических процессов.</p>	<p align="center">Неудовлетворител обучающийся не может даже кратко охарактеризовать тему вопроса и ему не помогают подсказки и наводящие вопросы экзаменатора.</p> <p align="center">Удовлетворительн обучающийся дает лишь краткие сведения по теме вопроса</p> <p align="center">Хорошо затруднения ответа по некоторым аспектам темы вопроса, если обучающийся может воспользоваться подсказками и наводящими вопросами экзаменатора</p> <p align="center">Отлично полный ответ на вопрос, понимание места рассматриваемой темы в общем контексте дисциплины</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

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 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.2.2 Применяет современные, как инструментальные, так и компьютерные методы изучения и прогнозирования свойств материалов	1. Дифференциальный термический анализ Защищаемое контрольное мероприятие	Знание основных законов термодинамики. Знание методов определения энтальпии и энтропии фазового превращения. Иметь представления о химпотенциале компонентов в многофазных системах. Знать теория ДТА и факторы, влияющие на кривые ДТА. Уметь рассчитывать энтальпию и кинетику реакций.
ПК.2.2 Применяет современные, как инструментальные, так и компьютерные методы изучения и прогнозирования свойств материалов	2. Дифференциальная сканирующая калориметрия Защищаемое контрольное мероприятие	Знания о принципах работы и классификации приборов для DSC. Знания о требованиях к образцам для исследования. Знание основных источников погрешностей при получении информации на приборах ДСК. Знания о методах оптимизации работы на приборах ДСК. Введение в теорию ДСК. Факторы, влияющие на кривые ДСК. Кинетика реакций. Подход Кисенджера для оценки энергии активации фазового превращения.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.2.2 Применяет современные, как инструментальные, так и компьютерные методы изучения и прогнозирования свойств материалов	4. Современные методы анализа данных Защищаемое контрольное мероприятие	Умение определять из данных ДСК тип фазового превращения. Его энтальпию и энтропию. Уметь определять тепловые эффекты превращений. Уметь оценить степень аморфизации материалов. Уметь дифференцировать фазовые превращения по сложности процессов их реализации. Получение базовых кривых. Вычитание кривых. Определение первых и вторых производных сигнала ДСК.

Спецификация мероприятий текущего контроля

1. Дифференциальный термический анализ

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Знать теория ДТА и факторы, влияющие на кривые ДТА. Уметь рассчитывать энтальпию и кинетику реакций.	13
Знание основных законов термодинамики.	7
Знание методов определения энтальпии и энтропии фазового превращения.	6
Иметь представления о химпотенциале компонентов в в многофазных системах.	4

2. Дифференциальная сканирующая калориметрия

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

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

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

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Знания о принципах работы и классификации приборов для ДСК.	13
знать теорию ДСК и факторы, влияющие на кривые ДСК. Кинетика реакций. Подход Кисенджера для оценки энергии активации фазового превращения.	10
Знания о требованиях к образцам для исследования. Знание основных источников погрешностей при получении информации на приборах ДСК	10
Знания о методах оптимизации работы на приборах ДСК.	7

4. Современные методы анализа данных

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Умение определять из данных ДСК тип фазового превращения. Его энтальпию и энтропию.	13
Уметь определять тепловые эффекты превращений. Уметь оценить степень аморфизации материалов.	10
Уметь дифференцировать фазовые превращения по сложности процессов их реализации. Получение базовых кривых. Вычитание кривых. Определение первых и вторых производных сигнала ДСК.	7