

**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

**СПЕЦПРАКТИКУМ (ТЕРМОАКТИВАЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ ФАЗОВЫХ  
ПРЕВРАЩЕНИЙ В ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ)**

Код УМК 84662

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

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Спецпрактикум (термоактивационные параметры фазовых превращений в твердых телах)

## **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 **Спецпрактикум (термоактивационные параметры фазовых превращений в твердых телах)** 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

<b>Направления подготовки</b>	28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность: Материалы микро- и наносистемной техники)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	10
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	0
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	0
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	42
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (3)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (10 триместр)

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

**Спецпрактикум (термоактивационные параметры фазовых превращений в твердых телах). Первый семестр**

### **1. Полиморфные превращения в кристаллических металлах**

Оценка энергии активации процессов кристаллизации аморфных сплавов системы металл-металлоид и металл-металл с использованием метода Киссинджера по изменению температуры максимума калориметрического пика в зависимости от скорости нагрева

### **2. Процессы кристаллизации при нагреве аморфных металлических сплавов**

Определение по данным ДСК температуры фазовых превращений, температурный гистерезис и термодинамические параметры превращений при нагреве и охлаждении железоуглеродистых сплавов с содержанием углерода (вес.%): 0,01; 0,1; 0,2; 0,4; 0,8; 1,0; 1,2.

### **3. Калориметрические эффекты при нагреве и охлаждении низкоуглеродистых мартенситных сталей**

Определение по данным ДСК температуры фазовых превращений, термодинамические параметры процессов кристаллизации при нагреве аморфных сплавов на основе железа, кобальта, псевдосплавов системы TiNiCu

### **4. Калориметрические эффекты в сплавах системы Fe-C.**

Определение по данным ДСК температуры фазовых превращений, температурный гистерезис и термодинамические параметры превращений при нагреве и охлаждении следующих металлов: Co, Ti, Zr, Fe.

### **5. Определение температуры и термодинамических параметров превращений аустенита в низкоуглеродистых мартенситных сталях**

Определение по данным ДСК температуры фазовых превращений, температурный гистерезис и термодинамические параметры превращений при нагреве и охлаждении низкоуглеродистых мартенситных сталей 07X3ГНМ, 08X3ГН2М.

## **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 термограммометрия 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. Термодинамика и кинетика металлургических процессов: физико-химические расчеты по термодинамике и кинетике поведения газов и неметаллических включений в стали : практикум / Г. И. Котельников, А. В. Павлов, К. Л. Косырев [и др.]. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2013. — 45 с. — ISBN 978-5-87623-577-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/106994>

### Дополнительная:

1. Спивак Л. В. Физические основы прочности и пластичности. учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров "Нанотехнологии и микросистемная техника" Ч. 2 / Л. В. Спивак, Н. Е. Щепина ; М-во образования и науки РФ, Перм. гос. нац. исслед. ун-т. - Пермь: ПГНИУ, 2017, ISBN 978-5-7944-2886-5. -1.-Библиогр.: с. 245 <https://elis.psu.ru/node/407193>
2. Материаловедение и конструкционные материалы: учебное пособие для машиностроительных специальностей вузов / Л. С. Пинчук [и др.] ; ред. В. А. Белый. - Минск: Вышэйшая школа, 1989, ISBN 5-339-00155-5. -460.

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

<https://td.chem.msu.ru/uploads/files/courses/special/expmethods/dsc-metod.pdf> Применение дифференциальной сканирующей калориметрии

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

Образовательный процесс по дисциплине **Спецпрактикум (термоактивационные параметры фазовых превращений в твердых телах)** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- 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».
6. Программное обеспечение Proteus Analyses.
7. Программное обеспечение для разделения сложных экзо- и эндотермических пиков Fityk.

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**

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 компьютерами 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  
Спецпрактикум (термоактивационные параметры фазовых превращений в твердых телах)**

**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**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<b>ПК.2.2</b> Применяет современные, как инструментальные, так и компьютерные методы изучения и прогнозирования свойств материалов	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 style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> обучающийся не может даже кратко охарактеризовать тему вопроса и ему не помогают подсказки и наводящие вопросы экзаменатора. <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> обучающийся дает лишь краткие сведения по теме вопроса <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> затруднения ответа по некоторым аспектам темы вопроса, если обучающийся может воспользоваться подсказками и наводящими вопросами экзаменатора <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> полный ответ на вопрос, понимание места рассматриваемой темы в общем контексте дисциплины

## 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
<b>ПК.2.2</b> Применяет современные, как инструментальные, так и компьютерные методы изучения и прогнозирования свойств материалов	1. Полиморфные превращения в кристаллических металлах <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знание следующих понятий: рекристаллизация, температура рекристаллизации, аллотропическое превращение. Знание о применении уравнения Киссенджера. Знания об основных представлениях о теплоемкости, энтальпии фазового перехода и энтропии.
<b>ПК.2.2</b> Применяет современные, как инструментальные, так и компьютерные методы изучения и прогнозирования свойств материалов	3. Калориметрические эффекты при нагреве и охлаждении низкоуглеродистых мартенситных сталей <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знание понятий: аллотропическое превращение, температура фазового перехода, температурный интервал фазовой трансформации. Знание о работе с программным обеспечением дисциплины (Proteus Analyses). Знание о энтальпии и энтропии фазового превращения,
<b>ПК.2.2</b> Применяет современные, как инструментальные, так и компьютерные методы изучения и прогнозирования свойств материалов	4. Калориметрические эффекты в сплавах системы Fe-C. <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знание об основных понятиях теории теплоемкости. Знание о методах дифференциальной сканирующей калориметрии.

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### 1. Полиморфные превращения в кристаллических металлах

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

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

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

Проходной балл: **17**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знание следующих понятий: рекристаллизация, температура рекристаллизации, аллотропическое превращение.	17
Знания об основных представлениях о теплоемкости, энтальпии фазового перехода и энтропии.	10
Знание о применении уравнения Киссенджера.	7
Наличие письменного отчета о проделанной работе	6

### **3. Калориметрические эффекты при нагреве и охлаждении низкоуглеродистых мартенситных сталей**

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

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

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

Проходной балл: **17**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знание понятий: аллотропическое превращение, температура фазового перехода, температурный интервал фазовой трансформации.	17
Знание о работе с программным обеспечением дисциплины (Proteus Analyses).	17
Знание о энтальпии и энтропии фазового превращения.	6

### **4. Калориметрические эффекты в сплавах системы Fe-C.**

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

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

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

Проходной балл: **9**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знание об основных понятиях теории теплоемкости.	9
Знание о методах дифференциальной сканирующей калориметрии.	9
Знания теплоемкости, единиц измерения теплоемкости и ее зависимости от температуры.	2