

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 22 » декабря 20 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ **Физические методы исследований материалов и процессов**
(наименование)

Форма обучения: _____ **очная**
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ **бакалавриат**
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ **144 (4)**
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ **28.03.03 Наноматериалы**
(код и наименование направления)

Направленность: _____ **Конструкционные наноматериалы**
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью учебной дисциплины является получение студентами знаний экспериментальных методов исследования равновесных систем и кинетики физико-химических процессов в широком диапазоне температур, скоростей изменения параметров, получение умений и навыков использования современного оборудования и приборов при проведении исследовательских работ, анализа источников погрешностей и разработке новых материалов и технологий.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение теоретических основ и экспериментальных методов исследования физических свойств конструкционных материалов;
- формирование умений и навыков выбора методов исследования свойств или контроля качества в соответствии с поставленной задачей;
- оценивание эффективности различных методов исследований и возможности снижения их трудоемкости.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- методики экспериментального определения физических свойств, исследования закономерностей физических процессов, лежащих в основе методов исследований;
- оборудование для исследования физических свойств материалов.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|--|--|--------------------------|
| ПК-1.3 | ИД-1ПК-1.3 | Знать: - основные физические процессы, лежащие в основе методов исследования различных свойств конструкционных наноматериалов; - теплофизические, поверхностные и вязкостные свойства конструкционных и функциональных материалов. | Знает особенности проведения расчётов конструкций и расчетно-экспериментального изучения закономерностей накопления повреждений современных материалов и наноматериалов; | Дифференцированный зачет |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|---|---|--------------------------------|
| ПК-1.3 | ИД-2ПК-1.3 | Уметь оценивать и интерпретировать полученные знания, расширять их и приобретать новое знание путем проведения физико-химических исследований процессов и материалов с использованием современных методов исследования. | Умеет осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений, выбирать методы и средства проведения исследований и разработок, осуществлять планирование эксперимента оценивать и интерпретировать полученные знания, расширять их и приобретать новые знания путем проведения физико-химических процессов и материалов; | Дифференцированный зачет |
| ПК-1.3 | ИД-3ПК-1.3 | Владеть: - техникой контроля основных свойств наноматериалов и определения параметров дефектов; - навыками работы с техникой исследований основных свойств материалов. | Владеет навыками анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений, методами анализа напряженно-деформированных состояний, техникой контроля основных свойств наноматериалов и определения параметров дефектов | Отчёт по практическому занятию |
| ПК-1.4 | ИД-1ПК-1.4 | Знать основные методы исследования свойств материалов и процессов их обработки и переработки, точность, чувствительность и пределы применимости методов для различных типов материалов. | Знает основные методы исследования свойств материалов и процессов их обработки и переработки, методы анализа, систематизации, представления и обобщения данных путем применения комплекса методов при решении конкретных задач, возможности инженерных программных комплексов в области оценки состояния технических объектов; | Реферат |
| ПК-1.4 | ИД-2ПК-1.4 | Уметь использовать методики комплексных исследований материалов и процессов их обработки и переработки, | Умеет использовать методы моделирования и разработки технологических процессов формирования | Отчёт по практическому занятию |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|--|---|---------------------------------|
| | | точность, чувствительность и пределы применимости современных методов исследования для различных типов материалов | неоднородных наноструктурированных материалов, реализовывать алгоритмы пакетов прикладных вычислительных программам; | |
| ПК-1.4 | ИД-ЗПК-1.4 | Владеть: - методиками расчёта термодинамических и кинетических величин, в том числе, с применением универсальных пакетов программ. - навыками статистической обработки результатов измерений свойств материалов; - навыками работы с аппаратурой для исследования свойств материалов. | Владеет навыками использования методов синтеза структуры, численного моделирования, механического поведения и прогнозирования эффективных свойств конструкционных материалов; | Отчёт по практическом у занятию |

3. Объем и виды учебной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах | |
|--|-------------|------------------------------------|--|
| | | Номер семестра | |
| | | 7 | |
| 1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме: | 72 | 72 | |
| 1.1. Контактная аудиторная работа, из них: | | | |
| - лекции (Л) | 32 | 32 | |
| - лабораторные работы (ЛР) | | | |
| - практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ) | 36 | 36 | |
| - контроль самостоятельной работы (КСР) | 4 | 4 | |
| - контрольная работа | | | |
| 1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС) | 72 | 72 | |
| 2. Промежуточная аттестация | | | |
| Экзамен | | | |
| Дифференцированный зачет | 9 | 9 | |
| Зачет | | | |
| Курсовой проект (КП) | | | |
| Курсовая работа (КР) | | | |
| Общая трудоемкость дисциплины | 144 | 144 | |

4. Содержание дисциплины

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|---|---|----|----|--|
| | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| 7-й семестр | | | | |
| Методы определения теплофизических характеристик веществ и процессов. | 12 | 0 | 8 | 22 |
| Значение физико-химических исследований для изучения материалов, разработке высоких технологий и повышения качества продукции. Направления работ различных научных школ в России и за рубежом по физико-химическим методам исследования процессов и материалов. Вопросы стандартизации и метрологии. Погрешности измерений. Теория калориметрического опыта. Типы калориметров. Методы определения теплоемкости и теплоты фазовых переходов. Высокотемпературная калори-метрия. Определение теплоты смешения. Стационарные и нестационарные методы измерения теплопроводности в области высоких температур. | | | | |
| Методы определения физико-химических свойств расплавов. | 6 | 0 | 14 | 20 |
| Теоретические основы стационарных и нестационарных методов измерения вязкости. Измерение вязкости свободных затухающих крутильных колебаний. Вибрационный метод измерения вязкости и его варианты. Типы определяемых плотностей твердых тел - объемная, пикнометрическая, рентгеновская. Экспериментальные методы определения плотности. Теоретические основы и методы измерения поверхностного натяжения расплавов. Определение поверхностного натяжения тугоплавких элементов. | | | | |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|---|---|----|----|--|
| | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| Методы изучения поверхности и поверхностных свойств. | 10 | 0 | 8 | 20 |
| Теоретические основы методов измерения поверхностных свойств. Классификация методов. Техника экспериментов и источники погрешностей. Методы измерения поверхностной энергии твердых тел. Методы исследования смачивания и растекания. Расчет межфазной энергии. Определение величины адсорбции компонентов расплава. Анализ точности методов. Методы определения удельной поверхности и пористости. Анализ дисперсного состава порошков, исследование морфологии и структуры дисперсных и ультрадисперсных порошков. Физические методы определения химического состава поверхностных слоев твердых тел. | | | | |
| Техника статистической обработки экспериментальных данных. | 4 | 0 | 6 | 10 |
| Статистическая обработка экспериментальных данных. Типы и классификация ошибок измерений, систематические и случайные ошибки. Необходимые сведения из теории вероятностей. Вероятностные оценки ошибок. Средние арифметические и средние квадратичные ошибки. Доверительные интервалы и доверительные вероятности. Закон сложения случайных ошибок. Коэффициенты Стьюдента. Числовые примеры. | | | | |
| ИТОГО по 7-му семестру | 32 | 0 | 36 | 72 |
| ИТОГО по дисциплине | 32 | 0 | 36 | 72 |

Тематика примерных практических занятий

| № п.п. | Наименование темы практического (семинарского) занятия |
|--------|--|
| 1 | Идентификация химических соединений по инфракрасным спектрам поглощения. |
| 2 | Измерение вязкости расплавов методом затухающих крутильных колебаний. |
| 3 | Определение плотности методом гидростатического взвешивания. |
| 4 | Определение поверхностного натяжения расплавов методом «большой» капли. |
| 5 | Определение удельной поверхности дисперсных материалов. |
| 6 | Исследование температурной зависимости коэффициента линейного термического расширения материалов на dilatометре. |

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

| № п/п | Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц) | Количество экземпляров в библиотеке |
|---------------------------------------|--|---|
| 1. Основная литература | | |
| 1 | Анциферов В. Н. Перспективные порошковые материалы : учебное пособие / В. Н. Анциферов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012. | 5 |
| 2 | Введение в нанотехнологию : учебник для вузов / В. И. Марголин [и др.]. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2012. | 4 |
| 3 | Кульметьева В. Б. Перспективные композиционные и керамические материалы : учебное пособие / В. Б. Кульметьева, С. Е. Порозова, А. А. Сметкин. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013. | 5 |
| 2. Дополнительная литература | | |
| 2.1. Учебные и научные издания | | |
| 1 | Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию : пер. с яп. / Н. Кобаяси. - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2008. | 2 |

| | | |
|---|--|---|
| 2 | Ковалев А. И. Современные методы исследования поверхности металлов и сплавов / А. И. Ковалев, Г. В. Щербединский. - Москва: Металлургия, 1989. | 3 |
| 3 | Перспективные материалы и технологии для ракетно-космической техники : [сборник статей] / Под ред. А.А. Берлина, И.Г. Ассовского. - М.: ТОРУС ПРЕСС, 2007. | 2 |
| 4 | Физико-химические методы исследования металлургических процессов : учебник для вузов / П. П. Арсентьев [и др.]. - Москва: Металлургия, 1988. | 3 |
| 5 | Физико-химические методы исследования металлургических процессов : учебное пособие для вузов / С. И. Филиппов [и др.]. - Москва: Металлургия, 1968. | 1 |
| 2.2. Периодические издания | | |
| | Не используется | |
| 2.3. Нормативно-технические издания | | |
| | Не используется | |
| 3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины | | |
| | Не используется | |
| 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента | | |
| | Не используется | |

6.2. Электронная учебно-методическая литература

| Вид литературы | Наименование разработки | Ссылка на информационный ресурс | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|---------------------|--|---|---|
| Основная литература | Анциферов В. Н. Перспективные порошковые материалы : учебное пособие / В. Н. Анциферов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012. | http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3482 | локальная сеть; свободный доступ |

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Вид ПО | Наименование ПО |
|--|---|
| Операционные системы | MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.02.2022) |
| Прикладное программное обеспечение общего назначения | Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017 |
| Прикладное программное обеспечение общего назначения | MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г. |
| Прикладное программное обеспечение общего назначения | Microsoft Office Visio Professional 2016 (подп. Azure Dev Tools for Teaching) |

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Наименование | Ссылка на информационный ресурс |
|--|---|
| База данных Scopus | https://www.scopus.com/ |
| База данных Web of Science | http://www.webofscience.com/ |
| База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU) | https://elibrary.ru/ |
| Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета | http://lib.pstu.ru/ |
| Электронно-библиотечная система Лань | https://e.lanbook.com/ |
| Электронно-библиотечная система IPRbooks | http://www.iprbookshop.ru/ |
| Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс | http://www.consultant.ru/ |
| Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России" | https://техэксперт.сайт/ |

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

| Вид занятий | Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения | Количество единиц |
|----------------------|---|-------------------|
| Лекция | Ноутбук | 1 |
| Лекция | Проектор | 1 |
| Практическое занятие | Инфракрасная камера FLIR SC7700M | 1 |
| Практическое занятие | Компьютер | 12 |
| Практическое занятие | Ультразвуковой дефектоскоп TD Focus-ScanRX | 1 |
| Практическое занятие | Цифровая система для видео анализа и измерения деформации Vic-3D | 1 |

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе