

АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ		
Шифр, наименование дисциплины (модуля)	Б1.В.ДВ.8.3.	Методы и приборы для исследований наноматериалов и наночастиц
Направление подготовки	08.03.01 Строительство	
Наименование ОПОП	Производство и применение строительных материалов, изделий и конструкций	
Квалификация (степень) выпускника	Бакалавр	
Формы обучения	очная	
Трудоемкость дисциплины (модуля)	5 зачетных единиц	
Цель освоения дисциплины	<p>Целью освоения дисциплины «Методы и приборы для исследований наноматериалов и наночастиц» является формирование у студентов полного и ясного представления о современных методах и приборах для исследований наночастиц и наноматериалов, физических принципах и теоретических основах работы данных приборов, а также навыков экспериментальной работы с современной инструментальной техникой и оборудованием для исследования наночастиц и наноматериалов.</p>	
Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	<p>Владение методами и средствами физического и математического (компьютерного) моделирования в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, систем автоматизированного проектирования, стандартных пакетов автоматизации исследований, владение методами испытаний строительных конструкций и изделий, методами постановки и проведения экспериментов по заданным методикам (ПК-14).</p>	
Содержание дисциплины	<p>Введение. Основные понятия и определения: нанонаука, нанотехнология, наноматериалы, наноинженерия, наноструктурированные материалы. Классификация нанообъектов по величине пространственной размерности. Общие закономерности поведения нанообъектов.</p> <p>Сканирующие элементы зондовых микроскопов. История развития сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ). Общие устройство и принципы работы СЗМ: зондовые датчики, сканирующие элементы, типы взаимодействий, роль обратной связи. Классификация методов СЗМ. Обзор русскоязычной учебно-научной литературы по СЗМ. Типы сканеров, применяемых в СЗМ, основные свойства пьезокерамических материалов, лежащие в основе их изготовления.</p> <p>Сканирующая туннельная микроскопия и спектроскопия. Физические основы работы сканирующей туннельной микроскопии (СТМ). Функция состояния системы, уравнение Шредингера. Туннельный эффект. Туннельный эффект в квазиклассическом приближении. Зонная структура металлов, энергетическое распределение электронов в металле. Туннельный ток в системах металл-диэлектрик-металл и металл-диэлектрик-полупроводник. Устройство и принцип работы СТМ.</p> <p>Атомно-силовая микроскопия Зондовые датчики для атомно-силовой микроскопии. Основные типы кантилеверов – зондовых датчиков, используемых в атомно-силовой микроскопии (АСМ). Режимы работы АСМ: контактная АСМ, бесконтактная и полуконтактная АСМ.</p> <p>Контактная атомно-силовая микроскопия. Устройство и принцип работы СЗМ в контактном режиме АСМ, оптический</p>	

силовой сенсор.

Бесконтактная и полуконтактная методики атомно-силовой микроскопии

Теория колебаний кантилевера: свободные и вынужденные, линейные и нелинейные колебания кантилевера, моды колебаний.

Устройство и принцип работы СЗМ в бесконтактном и полуконтактном режимах АСМ.

Магнитная силовая микроскопия Исследование магнитных свойств материалов методом магнитной силовой микроскопии (МСМ): принцип работы СЗМ в режиме МСМ, требования к зондовым датчикам, особенности взаимодействия зонда с магнитным полем образца, проблема топографических артефактов и качество получаемых изображений.

Примеры исследования магнитных наночастиц методом МСМ.

Электрические методики сканирующей зондовой микроскопии Контактные электрические методики сканирующей зондовой микроскопии

Исследование электрических свойств материалов с помощью СЗМ. Зондовые датчики для электрических методик измерения. Электромеханическое взаимодействие между кантилевером и образцом в контактном режиме.

Двухпроходные электрические методики сканирующей зондовой микроскопии

Реализация электрических двухпроходных методик СЗМ в бесконтактном и полуконтактном режимах.

Микроскопия поверхностного потенциала (метод зонда Кельвина). Сканирующая емкостная микроскопия.

Оптические методики сканирующей зондовой микроскопии

Сканирующая лазерная конфокальная микроскопия

Преимущества методов оптической микроскопии при исследовании материалов. Дифракционный предел пространственного разрешения классической оптической микроскопии.

Сканирующая ближнепольная оптическая микроскопия

Области ближнего и дальнего поля при прохождении света через субволновую диафрагму, преодоление оптического дифракционного предела, идея сканирующего ближнепольного оптического микроскопа. Устройство, принцип действия, типы используемых зондов и основные режимы работы сканирующего ближнепольного оптического микроскопа.

Сканирующая зондовая литография Физические основы зондовой литографии в различных режимах СЗМ: СТМ литография, АСМ силовая литография, анодно-окислительная литография, локальное переключение поляризации в сегнетоэлектриках, литография с помощью зонда сканирующего ближнепольного оптического микроскопа, наноманипуляции отдельными атомами и молекулами.

Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ).

Основы теории просвечивающей электронной микроскопии. Механизмы формирования контраста. Введение в теорию контраста. Устройство и принцип действия просвечивающего электронного микроскопа. Формирование изображения в просвечивающем электронном микроскопе Геометрия дифракционной картины. Закон Брэгга и обратная решетка. Структурная амплитуда.

	<p>Просвечивающая электронная микроскопия высокого разрешения (ВРПЭМ). ПЭМ высокого разрешения (ВРПЭМ). Контраст кристаллической решетки. ВРПЭМ в многопучковой геометрии (on-axis). Элементы теории изображения. Функция передачи. Устройство и принцип действия просвечивающих электронных микроскопов высокого разрешения. Контраст муара (moiré patterns). Трансляционный и ротационный муар. Примеры использования контраста муара.</p> <p>Растровая электронная микроскопия (РЭМ). Физические основы растровой электронной микроскопии. Устройство и принцип работы растрового электронного микроскопа. Взаимодействие электронного пучка с образцом.</p> <p>Рентгеновский фазовый и структурный анализ. Спектры испускания рентгеновских лучей. Тормозное излучение и характеристический спектр. Поглощение рентгеновских лучей веществом. Рассеивание рентгеновских лучей. Эффект Комптона. Фотоэффект. Дифракция рентгеновских лучей. Уравнение Вульфа-Брэггов. Качественный фазовый анализ. Использование картотеки JCPDS. Ручной качественный фазовый анализ. Анализ с использованием указателя Ханавальта. Анализ с использованием указателя Финка. Количественный рентгеновский анализ. Метод внутреннего стандарта. Метод внешнего стандарта. Погрешности метода РФА. Элементы кристаллографии. Группы симметрии.</p> <p>Сорбционный метод исследования. Физическая адсорбция. Основные понятия и определения. Адсорбция как самопроизвольный процесс, приводящий к различию в концентрациях компонентов в поверхностном слое и в фазе. Адсорбция в границе раздела твердое тело–газ. Определение удельной поверхности твердых тел. Удельная поверхность твердого тела (Суд). Соотношения между удельной поверхностью и размером частиц твердых тел разной структуры. Связь величины Суд с емкостью монослоя. Теория полимолекулярной адсорбции Брунауэра, Эмметта, Теллера (БЭТ). Уравнение БЭТ в линейной форме. Определение удельной поверхности твердого тела методом БЭТ. Анализ изотерм адсорбции. Стандартные изотермы адсорбции. Критерии выбора стандартных изотерм. Анализ изотерм адсорбции с помощью t-графиков: кривые зависимости величины адсорбции от толщины адсорбционной пленки.</p>
Перечень основной литературы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наноматериалы [Текст] : учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури. - 2-е изд. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, [2012]. - 365 с. : ил., табл. - (Нанотехнологии). - Библиогр.: с. 363 (12 назв.). - ISBN 978-5-9963-0345-8 2. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы [Текст] : монография / Р. А. Андриевский. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 252 с. : ил., табл. - (Нанотехнологии). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-9963-0622-0