

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по  
УР

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

«28» \_\_\_\_ 06 \_\_\_\_ 2022 года

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.ДВ.02.01** Методы исследования полимерных композиционных и  
нанокомпозиционных материалов

Учебный план: 2022-2023 18.03.01 ИПХиЭ НКИБ ОО №1-1-93.plx

Кафедра: **32** Наноструктурных волокнистых и композиционных материалов им.  
А.И.Меоса

Направление подготовки:  
(специальность) 18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки: Наноинженерия, композиты и биоматериалы  
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся	Сам. работа	Контроль, час.	Трудовая нагрузка, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Практические занятия				
6	УП	34	73,75	0,25	3	Зачет
	РПД	34	73,75	0,25	3	
Итого	УП	34	73,75	0,25	3	
	РПД	34	73,75	0,25	3	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07.08.2020 г. № 922

Составитель (и):

доктор технических наук, Профессор

\_\_\_\_\_

Лысенко Владимир  
Александрович

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой наноструктурных волокнистых и композиционных материалов им. а.и.меоса

\_\_\_\_\_

Лысенко Александр  
Александрович

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Лысенко Александр  
Александрович

Методический отдел:

\_\_\_\_\_

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области фундаментальных основ, комплексного и комплементарного использования современных методов исследования наноструктурных полимерных материалов в рамках современных достижений мировой приборостроительной промышленности.

### 1.2 Задачи дисциплины:

- 1) Ознакомить с фундаментальными основами современных методов исследований.
- 2) Раскрыть принципы работы приборной базы.
- 3) Научить грамотно интерпретировать и представлять результаты исследований с помощью современных информационных технологий.
- 4) Ознакомить со спецификой изучения полимерных наноструктурных материалов.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Метрология, стандартизация и сертификация

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>ПК-3: Способен организовывать проведение испытаний технологических и функциональных свойств наноструктурированных композиционных материалов</b>
<b>Знать:</b> комплекс методов и методик испытаний и оценки свойств полимерных композиционных и нанокomпозиционных материалов; назначение технологического и контрольно-измерительного лабораторного оборудования и приборов.
<b>Уметь:</b> осуществлять выбор методик и приборов для исследования свойств полимерных композиционных и нанокomпозиционных материалов; использовать технологическое и контрольно-измерительное лабораторное оборудование для испытания образцов.
<b>Владеть:</b> навыками работы на приборах, обеспечивающих исследования полимерных композиционных и нанокomпозиционных материалов; навыками составления отчетов по результатам испытаний.
<b>ПК-6: Способен измерять характеристики экспериментальных наноструктурированных композиционных материалов</b>
<b>Знать:</b> методы исследования экспериментальных образцов полимерных композиционных и нанокomпозиционных материалов.
<b>Уметь:</b> измерять значения требуемых характеристик полимерных композиционных и нанокomпозиционных материалов с помощью соответствующих методик, приборов и оборудования.
<b>Владеть:</b> навыками работы на измерительных приборах.

## 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа	СР (часы)	Инновационные формы занятий	Форма текущего контроля
		Пр. (часы)			
Раздел 1. Морфология и размеры наноструктурных объектов	6				Р
Тема 1. Понятие наноструктурного объекта. Особенности строения и свойств наноструктурных полимерных композиционных материалов. Возможности современных методов исследований, приборов и программ для обработки полученных данных.		3	6	ГД	
Тема 2. Оптическая, просвечивающая и сканирующая микроскопии. Физические основы методов и приборная база.		3	6	ГД	
Тема 3. Зондовая микроскопия. Физические основы метода и приборная база. Сканирующая туннельная и ближнепольная оптическая микроскопии		3	6	ГД	
Тема 4. Атомно-силовая микроскопия. Контактные, полуконтактные, многопроходные методики. Физические основы методов и приборная база.		3	8	ГД	

Раздел 2. Структура нанообъектов и полимерных наноматериалов				
Тема 5. Спектроскопические методы исследования. ИК-Фурье спектроскопия. Рентгенофотоэлектронная спектроскопия. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса, в том числе высокого разрешения в твердом теле. Физические основы методов и приборная база.	3	6	ГД	Р
Тема 6. Термические методы исследования. Дифференциально-термический и термогравиметрический методы исследования. Дифференциальная сканирующая калориметрия. Физические основы методов и приборная база.	3	8	ГД	
Раздел 3. Электрофизические свойства наноструктурных материалов				
Тема 7. Основные термины и понятия электрофизических свойств. Диэлектрики. Полупроводники. Сопротивление. Проводимость. Методы определения удельного электрического сопротивления непрерывных и дисперсных материалов. Вольтамперные характеристики. Физические основы методов и приборная база.	3	6	ГД	Р
Тема 8. Диэлектрические характеристики. Диэлектрическая проницаемость. Тангенс угла диэлектрических потерь. Физические основы методов и приборная база.	3	8	ГД	
Раздел 4. Механические и сорбционные свойства наноструктурных материалов				Р,Т

Тема 9. Методы определения общего объема сорбционного пространства и удельной поверхности.	3	6	ГД	
Тема 10. Сорбционная активность материалов по отношению к стандартным веществам.	3	6	РИ	
Тема 11. Методы определения механических свойств материалов. Кривая нагрузка-удлинение. Термомеханическая кривая. Физические основы методов и приборная база.	4	7,75	ГД	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	34	73,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)	0,25			
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>	<b>34,25</b>	<b>73,75</b>		

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

#### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-3	<p>Излагает основные методы, методики, регламентирующие нормативно-технические документы и оборудование для проведения испытаний, определения значений характеристик технологических и функциональных свойств наноструктурных композиционных материалов.</p> <p>Составляет планы исследования и оценки технологических и функциональных свойств наноструктурированных композиционных материалов; выбирает методики для определения и оценки требуемых характеристик; использует технологическое и контрольно-измерительное лабораторное оборудование для испытания образцов; проводит подтверждение соответствия характеристик опытных образцов требованиям нормативно-технических документов.</p> <p>Использует навыки планирования испытаний, работы на исследовательских приборах и оборудовании; работы с нормативно -технической документацией; методики проведения анализа технологических и функциональных свойств.</p>	<p>Вопросы для устного собеседования.</p> <p>Вопросы для тестирования</p> <p>Практическое задание.</p>
ПК-6	<p>Формулирует основные характеристики полимерных композиционных и нанокomпозиционных материалов, и методы их измерения.</p> <p>Осуществляет выбор оптимальных методик измерения и оценивает требуемые характеристики полимерных композиционных и нанокomпозиционных материалов.</p> <p>Проводит измерения и оценку экспериментальных данных о характеристиках полимерных композиционных и нанокomпозиционных материалов.</p>	<p>Вопросы для устного собеседования.</p> <p>Вопросы для тестирования</p> <p>Практическое задание.</p>

#### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Обучающийся своевременно выполнил практические задания и сдал все текущие контроли, возможно допуская несущественные ошибки в ответе на вопросы преподавателя. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	
Не зачтено	Обучающийся не выполнил (выполнил частично) практические задания, не сдал (либо частично сдал) текущие контроли, допустил существенные ошибки в ответе на вопросы преподавателя. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	

### 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

#### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 6	
1	Основные методы получения наноразмерных частиц и особенности строения и свойств наноструктурных полимерных композиционных материалов.
2	Возможности современного аппаратного обеспечения при изучении наноструктурных материалов.
3	Методы исследования морфологии и размеров наноструктурных объектов. Физические основы. Приборная база.
4	Методы исследования структуры и свойств поверхности наноструктурных материалов. Физические основы. Приборная база.
5	Методы исследования структуры нанообъектов и полимерных наноматериалов. Физические основы. Приборная база.

6	Термические методы исследования наноструктурных объектов. Физические основы. Приборная база.
7	Электрофизические свойства наноструктурных материалов. Методы исследования. Физические основы. Приборная база.
8	Сорбционные свойства наноструктурных материалов. Методы исследования. Физические основы. Приборная база.
9	Физико-механические свойства наноструктурных материалов. Методы исследования. Физические основы. Приборная база.
10	Возможности оптической, просвечивающей и сканирующей микроскопии при изучении наноструктурных материалов. Физические основы.
11	Особенности зондовой микроскопии. Преимущества и недостатки сканирующей туннельной микроскопии.
12	Атомно-силовая микроскопия. Однопроходные и многопроходные методики.
13	Особенности 3-D визуализации наноструктурных объектов. Артефакты.
14	Особенности свойств и химического состава поверхности наноструктурных объектов на примере углеродных наночастиц. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия.
15	Исследование термических свойств наноструктурных материалов.
16	Возможности дифференциальной сканирующей калориметрии при изучении физико-химических свойств полимерных наноструктурных материалов.
17	Деформационно-прочностные характеристики полимерных наноструктурных материалов.
18	Статистическая обработка и интерпретация полученных результатов.
19	Оптическая, просвечивающая и сканирующая микроскопии.
20	Зондовая микроскопия. Физические основы метода и приборная база.
21	Сканирующая туннельная и ближнепольная оптическая микроскопии.
22	Спектроскопические методы исследования. ИК-Фурье спектроскопия.
23	Современные области применения созданных наноразмерных объектов.
24	Современные технологии создания и переработки материалов в нанополимеры и нанокompозиты.

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Изготовлен нанокompозит с матрицей из полиэтилена и наполнителем из фуллеренов C60 в количестве 10 массовых процентов. Будут ли наблюдаться и в каком количестве локальные экстремумы на кривых ДТГ на воздухе нанокompозита в диапазоне температур 20-800 градусов Цельсия?

- а) будет наблюдаться 1 локальный экстремум; б) два; в) три  
 правильный ответ - б)

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Полимерную микронить диаметром 150 нм растягивают по длине. При этом объемная плотность нити не изменилась. Определить во сколько раз провели растягивание, если диаметр образовавшейся нанонити равен 50 нм.

2. С помощью метода сканирующей электронной микроскопии получен снимок, на котором изображено нановолокно. Расскажите, как с помощью этого снимка узнать истинный диаметр волокна.

3. На практическом занятии необходимо создать атомноразмерный объект, исследовать рельеф электропроводящей поверхности. С помощью какого прибора можно произвести данные манипуляции.

## 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Собеседование по теме реферата для выяснения степени соответствия критериям соответствия согласно п. 5.1.2.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Васильева Е. К.	Материаловедение производств текстильной и легкой промышленности	СПб.: СПбГУПТД	2018	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=201842">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=201842</a>
Лебедева Н. П., Койтова Ж. Ю., Андреева И. В.	Материаловедение и механическая технология волокнистых материалов	СПб.: СПбГУПТД	2018	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2018263">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2018263</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Панова, Т. В.	Современные методы исследования вещества. Электронная и оптическая микроскопия	Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского	2016	<a href="https://www.iprbooksshop.ru/60748.html">https://www.iprbooksshop.ru/60748.html</a>
Величко, А. А., Филимонова, Н. И.	Методы исследования микроэлектронных и нанозлектронных материалов и структур. Часть II	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/45105.html">http://www.iprbookshop.ru/45105.html</a>
Лысенко А.А., Кузнецов А.Ю.	Методы исследования наноструктурных полимерных материалов	СПб.: СПбГУПТД	2017	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017627">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017627</a>
Вшивков, С. А., Сафронов, А. П., Русинова, Е. В., Адамова, Л. В., Надольский, А. Л., Тюкова, И. С., Терзиян, Т. В., Галяс, А. Г., Вшивков, С. А.	Методы исследования полимерных систем	Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ	2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/66168.html">http://www.iprbookshop.ru/66168.html</a>
Лысенко А. А., Асташкина О. В., Лысенко В. А.	Наноструктурные полимерные материалы. Рекомендованная терминология углеродных материалов	СПб.: СПбГУПТД	2015	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2920">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2920</a>

### 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

- 1) Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
- 2) Электронная библиотека СПбГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://publish.sutd.ru>
- 3) Научная электронная библиотека «КИБЕРЛЕНИНКА» [Электронный ресурс]. URL: <http://cyberleninka.ru>

### 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional  
 Microsoft Windows  
 Microsoft Office Standart Russian Open No Level Academic

### 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска