

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Клочков Юрий Евгеньевич  
Должность: и.о. ректора  
Дата подписания: 25.04.2024 16:36:35  
Уникальный программный ключ:  
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«**ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**»

**УТВЕРЖДАЮ**

И.о. заведующего кафедрой

\_\_\_\_\_ Л.Н. Макарова

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины: Металлические нанопорошки

направление подготовки: 28.03.03 Наноматериалы

направленность (профиль): Наноматериалы

форма обучения: очная

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании кафедры «Общей и физической химии»

Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2023 г.

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины - изучение природы и свойств конструкционных материалов, методов изменения этих свойств с целью улучшения эксплуатационных характеристик изделий, используемых в технике, а также методов получения материалов.

Задачи дисциплины:

- изучение теоретических основ получения материалов конструкционного и функционального назначения, современных методов получения металлических порошков;
- использовать методы исследования, анализа, диагностики и моделирования материалов при их получении, обработке и модификации;
- изучить типы современных неорганических и органических материалов, с учетом технологических требований;
- владеть навыками экспериментального исследования структуры и свойств металлических порошков.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Металлические нанопорошки» относится к дисциплинам вариативной части учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

### **знания**

- основы математических и естественнонаучных дисциплин;
- основы проектирования высокотехнологичных процессов, основные типы современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов;
- нормы охраны труда и пожарной безопасности

### **умения**

- использовать в профессиональной деятельности основные законы соответствующих наук;
- выбирать материалы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов;
- работать на оборудовании в соответствии с правилами техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда;
- правилами техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда.

### **владение**

- методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
- правилами техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда.

Для полного усвоения данной дисциплины обучающиеся должны знать следующие разделы Сопротивление материалов, Материаловедение. Усвоение теоретического материала должно закрепляться и расширяться при проведении практических и лабораторных занятий, по своему содержанию и форме проведения приближенных к производственным условиям.

Знания по дисциплине Металлические нанопорошки необходимы обучающимся данного направления для изучения дисциплин Методология выбора материалов и технологических процессов или Принципы выбора материалов и технологий, Моделирование и оптимизация свойств материалов и технологических процессов или Формирование и совершенствование свойств материалов и технологий, подготовки и защиты выпускной квалификационной работы.

### 3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.3. Использует методики системного подхода при решении поставленных задач	Знать: 31 основные типы металлических наноматериалов и плёнок; физико-химические основы создания металлических наноматериалов и плёнок; основные характеристики и свойства металлических наноматериалов и плёнок.
		Уметь: У1 выбирать металлические наноматериалы и плёнки с учетом технологических требований; соблюдать меры безопасности при работе с металлическими наноматериалами и плёнками.
		Владеть: В1 навыками анализа, диагностики и моделирования материалов; навыками представления экспериментальных данных о свойствах, методах получения и областях применения наноматериалов; навыками анализа научно-технической литературы в области металлических наноматериалов и плёнок.
ПКС-1 Прогнозировать влияние микро- и нано- масштаба на механические, физические, химические и другие свойства веществ и материалов	ПКС-1.1. Прогнозирует вклад микро- и нано- масштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов	Знать: 32 влияние микро- и нано- масштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов.
		Уметь: У2 прогнозировать вклад микро- и нано- масштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов
	ПКС-1.2. Прогнозирует структуру и свойства наноматериалов, основываясь на современных представлениях о размернозависимых эффектах	Знать: 33 структуру и свойства наноматериалов
		Уметь: У3 прогнозировать структуры и свойства наноматериалов, основываясь на современных представлениях о размерно-зависимых эффектах.
ПКС-2 Выбирать основные типы наноматериалов и наносистем различной природы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности,	ПКС-2.1. Управляет структурой и свойствами металлических и неметаллических материалов путем выбора оптимальных условий эксплуатации	Знать: 34 структуру и свойства металлических и неметаллических материалов
		Уметь: У4 управлять структурой и свойствами металлических и неметаллических материалов.
	ПКС-2.2. Выбирает основные типы наноматериалов и наносистем с учетом	Знать: 35 основные типы наноматериалов и наносистем
		Уметь: У5 выбирать основные типы наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине
надежности и долговечности	требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности	Владеть: В5 навыками выбора основных типов наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности
ПКС-3 Определять механические физические, химические и другие свойства наноматериалов и наносистем, оценивать их структуру и фазовый состав, включая стандартные и сертификационные испытания	ПКС-3.1. Определяет механические физические, химические и другие свойства наноматериалов и наносистем, учитывая влияние на экологию	Знать: З6 механические физические, химические и другие свойства наноматериалов и наносистем
		Уметь: У6 определять механические физические, химические и другие свойства наноматериалов и наносистем, учитывая влияние на экологию
	ПКС-3.2. Оценивает структуру и фазовый состав наноматериалов и наносистем, включая стандартные и сертификационные испытания	Владеть: В6 навыками определения механических физических, химических и других свойств наноматериалов и наносистем, учитывая влияние на экологию
		Знать: З7 структуру и фазовый состав наноматериалов и наносистем, включая стандартные и сертификационные испытания
		Уметь: У7 оценивать структуру и фазовый состав наноматериалов и наносистем, включая стандартные и сертификационные испытания
		Владеть: В7 навыками проведения стандартных и сертификационных испытаний

#### 4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

Таблица 4.1

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия / контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Контроль, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			
очная	3/6	32	-	32	44	36	экзамен

#### 5. Структура и содержание дисциплины

##### 5.1. Структура дисциплины. очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Все го, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1.	1	Введение, получение нанопорошков и волокон.	8	-	8	10	26	УК-1.3; ПКС-1.1; ПКС-1.2; ПКС-2.1; ПКС-2.2; ПКС-3.1; ПКС-3.2	Вопросы к устному опросу (Приложение 1), контрольная работа (Приложение 2), лабораторная работа (Приложение 3)
2.	2	Формование нанопорошковых материалов.	8	-	8	10	26	УК-1.3; ПКС-1.1; ПКС-1.2;	Вопросы к устному опросу (Приложение 1),

								ПКС-2.1; ПКС-2.2; ПКС-3.1; ПКС-3.2	контрольная работа (Приложение 2), лабораторная работа (Приложение 3)
3.	3	Спекание нанопорошковых материалов.	8	-	8	12	28	УК-1.3; ПКС-1.1; ПКС-1.2; ПКС-2.1; ПКС-2.2; ПКС-3.1; ПКС-3.2	Вопросы к устному опросу (Приложение 1), контрольная работа (Приложение 2), лабораторная работа (Приложение 3)
4.	4	Производство, структура, свойства, применение нанопорошковых и композиционных материалов и изделий.	8	-	8	12	28	УК-1.3; ПКС-1.1; ПКС-1.2; ПКС-2.1; ПКС-2.2; ПКС-3.1; ПКС-3.2	Вопросы к устному опросу (Приложение 1), контрольная работа (Приложение 2), лабораторная работа (Приложение 3)
5.	Экзамен		-	-	-	36	36	УК-1.3; ПКС-1.1; ПКС-1.2; ПКС-2.1; ПКС-2.2; ПКС-3.1; ПКС-3.2	Вопросы к экзамену (Приложение 4)
Итого:			32	-	32	80	144		

Заочная форма обучения (ЗФО): не реализуется.

Очно-заочная форма обучения (ОЗФО): не реализуется.

## 5.2. Содержание дисциплины.

### 5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

#### Раздел 1. «Введение, получение нанопорошков и волокон».

Роль нанопорошковых и композиционных материалов в современной технике. Достоинства и недостатки порошковой технологии. Основные стадии порошковой технологии, их назначение. Способы получения нанопорошков и волокон: механические (размол, распыление, грануляция) и физико-химические (восстановление, электролиз, карбонильный и др.). Химические, физические и технологические свойства нанопорошков.

#### Раздел 2. «Формование нанопорошковых материалов».

Подготовка порошков к формованию. Закономерности процесса прессования. Распределение плотности по объему прессовок. Влияние характеристик порошков, смазки, размеров и формы прессовок, времени, вибрации и других факторов на процесс прессования. Техника и технология прессования. Варианты формования (гидростатическое прессование, прокатка порошков и волокон, мундштучное прессование, шликерное литье и др.). Горячее прессование.

#### Раздел 3. «Спекание нанопорошковых материалов».

Процессы, происходящие при спекании, стадии спекания. Спекание однокомпонентных систем, механизмы спекания (вязкое течение, объемная и поверхностная диффузия, перенос через газовую фазу, межчастичная собирательная рекристаллизация). Влияние технологических параметров (температура, время, атмосфера) на процесс спекания. Гомогенное и гетерогенное спекание. Жидкофазное спекание. Активированное спекание. Брак при спекании.

Раздел 4. «Производство, структура, свойства, применение нанопорошковых и композиционных материалов и изделий».

Классификация композиционных материалов по материалу матрицы и форме частиц упрочняющей фазы. Тугоплавкие металлы и сплавы. Пористые материалы и изделия. Электротехнические материалы (контакты, магнитные материалы, резисторные материалы и др.). Дисперсноупрочненные материалы. Керамические материалы (керметы). Твердые сплавы. Углерод-углеродные материалы. Компактные порошковые материалы конструкционного назначения.

### 5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

#### Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лекции
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1.	1	4	-	-	Введение, получение нанопорошков и волокон.
2.	1	4	-	-	Химические, физические и технологические свойства нанопорошков.
3.	2	4	-	-	Формование нанопорошковых материалов.
4.	2	4	-	-	Варианты формования.
5.	3	4			Спекание нанопорошковых материалов.
6.	3	4	-	-	Влияние технологических параметров (температура, время, атмосфера) на процесс спекания.
7.	4	8			Производство, структура, свойства, применение порошковых и композиционных материалов и изделий
Итого:		32	-	-	

#### Практические занятия

Практические работы учебным планом не предусмотрены.

#### Лабораторные работы

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Наименование лабораторной работы
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1.	1	8	-	-	Производство металлических нанопорошков.
2.	2	8	-	-	Свойства металлических нанопорошков и методы их контроля.
3.	3	8	-	-	Формование металлических нанопорошков.
4.	4	8	-	-	Спекание металлических нанопорошков.
Итого:		32	-	-	

## Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.4

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО	ОЗФО		
1.	1	10	-	-	Подготовка к теме: Производство металлических нанопорошков.	Опрос, отчет по лабораторной работе, контрольная работа
2.	2	10	-	-	Подготовка к теме: Свойства металлических нанопорошков и методы их контроля.	Опрос, отчет по лабораторной работе, контрольная работа
3.	3	12	-	-	Подготовка к теме: Формование металлических нанопорошков.	Опрос, отчет по лабораторной работе, контрольная работа
4.	4	12	-	-	Подготовка к теме: Спекание металлических нанопорошков.	Опрос, отчет по лабораторной работе, контрольная работа
5.	1-4	36	-	-	-	Подготовка к экзамену
Итого:		80	-	-		

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- визуализация учебного материала в PowerPoint в диалоговом режиме (лекционные занятия).

## 6. Тематика курсовых работ/проектов

Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены.

## 7. Контрольные работы

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены.

## 8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№	Виды контрольных мероприятий	Баллы
1 текущая аттестация		
1	Устный опрос	0-10
2	Выполнение лаб. раб. «Производство металлических нанопорошков».	0-5
3	Выполнение лаб. раб. «Свойства металлических нанопорошков и методы их контроля»	0-5
4	Выполнение контрольной работы	0-20
ИТОГО за первую текущую аттестацию		<b>0-40</b>
2 текущая аттестация		
5	Устный опрос	0-10



6	Выполнение лаб. раб. «Формование металлических нанопорошков. Брак при прессовании порошковых заготовок. Факторы, способствующие его появлению»	0-5
7	Выполнение контрольной работы	0-20
ИТОГО за вторую текущую аттестацию		<b>0-35</b>
3 текущая аттестация		
8	Выполнение лаб. раб. «Спекание металлических нанопорошков. Брак при спекании, меры по его предупреждению».	0-5
9	Выполнение контрольной работы	0-20
ИТОГО за третью текущую аттестацию		<b>0-25</b>
<b>ВСЕГО</b>		<b>0-100</b>

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- ЭБС «Издательства Лань»;
- ЭБС «Электронного издательства ЮРАЙТ»;
- Собственная полнотекстовая база (ПБД) БИК ТИУ;
- Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU»;
- ЭБС «IPRbooks»;
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина;

Губкина;

- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГНТУ (г. Уфа);
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГТУ (г. Ухта);
- ЭБС «Перспект»;
- ЭБС «Консультант студент».

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства:

- Microsoft Office Professional Plus;
- Windows 8.1

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

### Обеспеченность материально-технических условий реализации ОПОП ВО

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин, практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	<i>Металлические</i>	<i>Лекционные занятия:</i>	625039, Тюменская область,

<i>нанопорошки</i>	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. <i>Оснащенность:</i> Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Компьютер в комплекте – 1 шт., проектор – 1 шт., экран – 1 шт., колонка – 2 шт. Видеомагнитофон – 1 шт., видеокамера – 1 шт.	г.Тюмень, ул. Мельникайте, 72, ауд. 435.
	<i>Лабораторные занятия:</i> Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторные занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. <i>Оснащенность:</i> Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Телевизор – 1 шт., Компьютер в комплекте – 1 шт., Машина испытательная разрывная – 1 шт., пресс – 1 шт., твердомеры – 1 комплект, станки: токарный – 1 шт., шлифовальный – 1 шт., сверлильный – 1 шт., полировальный – 1 шт., заточный – 1 шт., печи лабораторные – 1 шт., шкаф вытяжной – 1 шт., копер маятниковый – 1 шт.	625039, Тюменская область, г.Тюмень, ул. Мельникайте, 72, ауд. 110.

## 11. Методические указания по организации СРС

### 11.1 Методические указания по организации самостоятельной работы:

Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Методика организации самостоятельной работы студентов зависит от структуры, характера и особенностей изучаемой дисциплины, объема часов на ее изучение, вида заданий для самостоятельной работы студентов, индивидуальных качеств студентов и условий учебной деятельности.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

- подготовительный (определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения, подготовка оборудования);
- основной (реализация программы, использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы);
- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация, оценка эффективности программы и приемов работы, выводы о направлениях оптимизации труда).

В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления, саморефлексии и становится активным самостоятельным

субъектом учебной деятельности.

- Выполняя самостоятельную работу под контролем преподавателя студент должен:
- освоить минимум содержания, выносимый на самостоятельную работу студентов и предложенный преподавателем в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами профессионального образования по материаловедению.
  - планировать самостоятельную работу в соответствии с графиком самостоятельной работы, предложенным преподавателем.
  - самостоятельную работу студент должен осуществлять в организационных формах, предусмотренных учебным планом и рабочей программой преподавателя.
  - выполнять самостоятельную работу и отчитываться по ее результатам в соответствии с графиком представления результатов, видами и сроками отчетности по самостоятельной работе студентов.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу студентов являются:

- тексты лекций;
- учебные и методические пособия;
- методические указания к лабораторным работам.

### *11.2. Методические указания по организации лабораторных работ.*

**Моделирование композиционных материалов с заданными параметрами: методические указания к лабораторным работам и практическим занятиям по дисциплинам кафедры для обучающихся направлений подготовки 22.03.01 "Материаловедение и технологии материалов", 28.03.03 "Наноматериалы", 22.04.01 "Материаловедение и технологии материалов" всех форм обучения / сост. В. И. Плеханов.**  
- Тюмень: ТИУ, 2019. - 23 с.: табл. - Электронная библиотека ТИУ. - Текст: непосредственный. Режим доступа:  
[http://webirbis.tsogu.ru/cgi-bin/irbis64r\\_plus/cgiirbis\\_64\\_ft.exe?](http://webirbis.tsogu.ru/cgi-bin/irbis64r_plus/cgiirbis_64_ft.exe?)

## Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина – Металлические нанопорошки

Код, направление подготовки – 28.03.03 Наноматериалы

Направленность (профиль): Наноматериалы

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.3. Использует методики системного подхода при решении поставленных задач	Знать: 31 основные типы металлических наноматериалов и плёнок; физико-химические основы создания металлических наноматериалов и плёнок; основные характеристики и свойства металлических наноматериалов и плёнок.	Не знает основные виды моделирования, формы отражения, описания или имитации действительных объектов, процессов и явлений, принципов, методов и процедур их проведения; теоретические и практические основы по теории оптимизации	Демонстрирует отдельные знания основных видов моделирования, формы отражения, описания или имитации действительных объектов, процессов и явлений, принципов, методов и процедур их проведения; теоретические и практические основы по теории оптимизации	Демонстрирует достаточные знания основных видов моделирования, формы отражения, описания или имитации действительных объектов, процессов и явлений, принципов, методов и процедур их проведения; теоретические и практические основы по теории оптимизации	Демонстрирует исчерпывающие знания основных видов моделирования, формы отражения, описания или имитации действительных объектов, процессов и явлений, принципов, методов и процедур их проведения; теоретические и практические основы по теории оптимизации
		Уметь: У1 выбирать металлические наноматериалы и плёнки с учетом технологических требований; соблюдать меры безопасности при работе с металлическими наноматериалами и плёнками.	Не умеет строить модели и оптимизировать параметры состава-структура-свойства по типам материалов и покрытий и группам их свойств; решать конкретные прямые, обратные и сопряженные задачи моделирования технологических процессов производства	Умеет строить модели и оптимизировать параметры состава-структура-свойства по типам материалов и покрытий и группам их свойств; решать конкретные прямые, обратные и сопряженные задачи моделирования технологических процессов производства, допуская ряд ошибок	Умеет строить модели и оптимизировать параметры состава-структура-свойства по типам материалов и покрытий и группам их свойств; решать конкретные прямые, обратные и сопряженные задачи моделирования технологических процессов производства, допуская незначительные неточности	В совершенстве умеет строить модели и оптимизировать параметры состава-структура-свойства по типам материалов и покрытий и группам их свойств; решать конкретные прямые, обратные и сопряженные задачи моделирования технологических процессов производства
		Владеть: В1 навыками анализа, диагностики и моделирования материалов; навыками представления экспериментальных данных о свойствах, методах получения и областях применения наноматериалов;	Не владеет теоретическими (аналитическими), полуэмпирическими и эмпирическими, компьютерными методами моделирования простых веществ и соединений	Владеет теоретическими (аналитическими), полуэмпирическими, эмпирическими, компьютерными методами моделирования простых веществ и соединений, допуская ряд	Владеет теоретическими (аналитическими), полуэмпирическими и эмпирическими, компьютерными методами моделирования простых веществ и соединений, допуская	В совершенстве владеет теоретическими (аналитическими), полуэмпирическими и эмпирическими, компьютерными методами моделирования простых веществ и

		навыками анализа научно-технической литературы в области металлических наноматериалов и плёнок.	соединений.	ошибок.	незначительные неточности	соединений.
ПКС-1 Прогнозировать влияние микро- и наномасштаба на механические, физические, химические и другие свойства веществ и материалов	ПКС-1.1 Прогнозировать влияние микро- и наномасштаба на механические, физические, химические и другие свойства веществ и материалов	Знать: З2 влияние микро- и наномасштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов.	Не знает влияние микро- и наномасштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов	Знает влияние микро- и наномасштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов, допуская ряд ошибок	Знает влияние микро- и наномасштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов, допуская незначительные ошибки	В совершенстве знает влияние микро- и наномасштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов
		Уметь: У2 прогнозировать вклад микро- и наномасштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов	Не умеет прогнозировать вклад микро- и наномасштаба на свойства наноматериалов	Умеет прогнозировать вклад микро- и наномасштаба на свойства наноматериалов, допуская ряд ошибок	Умеет прогнозировать вклад микро- и наномасштаба на свойства наноматериалов, допуская незначительные ошибки	В совершенстве умеет прогнозировать вклад микро- и наномасштаба на свойства наноматериалов
		Владеть: В2 навыками прогнозирования вклада микро- и наномасштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов	Не владеет навыками прогнозирования при моделировании и оптимизации процессов изготовления наноматериалов	Владеет навыками прогнозирования при моделировании и оптимизации процессов изготовления наноматериалов, допуская ряд ошибок	Владеет навыками прогнозирования при моделировании и оптимизации процессов изготовления наноматериалов, допуская незначительные ошибки	В совершенстве владеет навыками прогнозирования при моделировании и оптимизации процессов изготовления наноматериалов
	ПКС-1.2. Прогнозировать структуры и свойства наноматериалов, основываясь на современных представлениях о размерно-зависимых эффектах	Знать: З3 структуру и свойства наноматериалов	Не знает структуру и свойства наноматериалов, основываясь на современных представлениях о размерно-зависимых эффектах	Знает структуру и свойства наноматериалов, основываясь на современных представлениях о размерно-зависимых эффектах, допуская ряд ошибок	Знает структуру и свойства наноматериалов, основываясь на современных представлениях о размерно-зависимых эффектах, допуская незначительные ошибки	В совершенстве знает структуру и свойства наноматериалов, основываясь на современных представлениях о размерно-зависимых эффектах
		Уметь: У3 прогнозировать структуры и свойства наноматериалов, основываясь на современных представлениях о размерно-зависимых эффектах.	Не умеет прогнозировать структуру и свойства наноматериалов	Умеет прогнозировать структуру и свойства наноматериалов, допуская ряд ошибок	Умеет прогнозировать структуру и свойства наноматериалов, допуская незначительные ошибки	В совершенстве Умеет прогнозировать структуру и свойства наноматериалов

		Владеть: В3 навыками прогнозирования структуры и свойства наноматериалов, основываясь на современных представлениях о размерно-зависимых эффектах.	Не владеет навыками образного мышления и интерпретации данных физико-химических явлений и процессов	Владеет навыками образного мышления и интерпретации данных физико-химических явлений и процессов, допуская ряд ошибок	Владеет навыками образного мышления и интерпретации данных физико-химических явлений и процессов, допуская незначительные ошибки	В совершенстве владеет навыками образного мышления и интерпретации данных физико-химических явлений и процессов
ПКС-2 Выбирать основные типы наноматериалов и наносистем различной природы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности	ПКС-2.1. Управляет структурой и свойствами металлических и неметаллических материалов путем выбора оптимальных условий эксплуатации	Знать: З4 структуру и свойства металлических и неметаллических материалов	Не знает свойства и структуру металлических и неметаллических материалов путем выбора оптимальных условий эксплуатации	Знает свойства и структуру металлических и неметаллических материалов путем выбора оптимальных условий эксплуатации, но допускает ряд ошибок	Знает свойства и структуру металлических и неметаллических материалов путем выбора оптимальных условий эксплуатации, допуская ряд незначительных ошибок	В совершенстве свойства и структуру металлических и неметаллических материалов путем выбора оптимальных условий эксплуатации
		Уметь: У4 управлять структурой и свойствами металлических и неметаллических материалов.	Не умеет выбирать оптимальные режимы термической и химико-термической обработки	Умеет выбирать оптимальные режимы термической и химико-термической обработки, но допускает ряд ошибок	Умеет выбирать оптимальные режимы термической и химико-термической обработки, допуская незначительные ошибки	В совершенстве умеет выбирать оптимальные режимы термической и химико-термической обработки
		Владеть: В4 навыками выбора оптимальных условий эксплуатации.	Не владеет стандартными методиками работы при моделировании и оптимизации химико-технологических процессов	Владеет стандартными методиками работы при моделировании и оптимизации химико-технологических процессов, но допускает ряд ошибок	Владеет стандартными методиками работы при моделировании и оптимизации химико-технологических процессов, допуская незначительные ошибки	В совершенстве владеет стандартными методиками работы при моделировании и оптимизации химико-технологических процессов
	ПКС-2.2. Выбирает основные типы наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности	Знать: З5 основные типы наноматериалов и наносистем	Не знает основные типы наноматериалов и наносистем	Знает основные типы наноматериалов и наносистем, но допускает ряд ошибок	Знает основные типы наноматериалов и наносистем, допуская незначительные ошибки	В совершенстве основные типы наноматериалов и наносистем
		Уметь: У5 выбирать основные типы наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности	Не умеет выбирать основные типы наноматериалов и наносистем	Умеет выбирать основные типы наноматериалов и наносистем, но допускает ряд ошибок	Умеет выбирать основные типы наноматериалов и наносистем, но допускает ряд ошибок	В совершенстве умеет выбирать основные типы наноматериалов и наносистем
		Владеть: В5 навыками выбора основных типов наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности	Не владеет навыками работы с основными типами наноматериалов и наносистем	Владеет навыками работы с основными типами наноматериалов и наносистем, но допускает ряд ошибок	Владеет навыками работы с основными типами наноматериалов и наносистем, но допускает ряд ошибок	В совершенстве владеет навыками работы с основными типами наноматериалов и наносистем



## КАРТА обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина: «Металлические нанопорошки»

Код, направление подготовки: 28.03.03 Наноматериалы

Направленность (профиль): Наноматериалы

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Денисов, Евгений Васильевич. Композиционные материалы в нефтегазовой промышленности : [ : Текст : Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 131000 "Нефтегазовое дело" / Е. В. Денисов, Е. В. Золотарева ; ТюмГНГУ. - Тюмень : ТюмГНГУ, 2013. - 61 с. : ил., табл. - Электронная библиотека ТИУ.	ЭР	25	100	+
2	Батаев, А. А. Композиционные материалы: строение, получение, применение : учебное пособие / А. А. Батаев, В. А. Батаев. - Москва : Логос, 2006	67	25	100	+
3	Люкшин, Б. А. Композитные материалы / Б. А. Люкшин. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - 102 с. <b>Режим доступа:</b> <a href="https://e.lanbook.com/book/4934">https://e.lanbook.com/book/4934</a>	ЭР	25	100	+

ЭР\* – электронный ресурс для автор.пользователей доступен через Электронный каталог/Электронную библиотеку ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru/>