

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра композиционных  
материалов и физико-химии  
металлургических процессов  
(КМФХМП, ТФ)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра композиционных  
материалов и физико-химии  
металлургических процессов  
(КМФХМП, ТФ)**

наименование кафедры

**Шиманский Александр  
Федорович**

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ПРОЦЕССЫ ПОРОШКОВОЙ  
МЕТАЛЛУРГИИ**

Дисциплина Б1.В.ДВ.07.02 Процессы порошковой металлургии

Направление подготовки /  
специальность 22.03.01 Материаловедение и технологии  
материалов профиль подготовки

Направленность  
(профиль) 22 03 01 00 02 Физико-химия материалов и

Форма обучения очная

Год набора 2018

Красноярск 2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

220000 «ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ»

---

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

---

профиль подготовки 22.03.01.00.02 Физико-химия материалов и процессов

---

Программу  
составили

кандидат технических наук , доцент, Еромасов  
Роман Георгиевич

---

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью преподаваемой дисциплины является приобретение знаний о методах получения металлических и неметаллических порошков, теоретических основах процессов формования и спекания, методиках определения свойств порошков и изделий на их основе, принципам управления качеством получаемой продукции.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Основные задачи изучения дисциплины связаны с выработкой соответствующих компетенций профессиональной деятельности, обусловленных требованиями ФГОС ВО, пожеланиями и рекомендациями потребителей образовательных услуг университета на рынке труда.

Основными задачами курса является развитие представлений об основных научно-технических проблемах и перспективах развития порошковой металлургии. Данные представления выпускника должны быть сформированы в свете мировых тенденций научно-технического прогресса в металлургии, использующих порошковые и композиционные материалы и изделия из них для производства машин и механизмов.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

<b>ПК-6: способностью использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями</b>	
Уровень 1	взаимосвязь между особенностями структурного состояния и показателями физико- механических свойств спеченных порошковых материалов
Уровень 1	выбирать режимы (температура, восстановитель, давление, время спекания и пр.) получения порошков и изделий на их основе с различной микро-и нано структурой
Уровень 1	методами исследования микро- и нано-структуры порошковых материалов и изделий
<b>ПК-9: готовностью участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них, систем управления технологическими процессами</b>	

Уровень 1	основные технологические аспекты процессов получения порошков металлов и не металлов и изделий на их основе
Уровень 1	выбирать экономически и технологически обоснованные схемы получения порошков, подготовки шихтовых материалов к формованию
Уровень 1	методами и средствами исследования, испытания и контроля качества порошковых материалов

#### 1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Курс «Процессы порошковой металлургии» базируется на соответствующих разделах курсов «Физическая химия неорганических материалов», «Физическая химия», «Химия» (раздел «Неорганическая химия»), «Моделирование и оптимизация технологических процессов», «Механические свойства металлов и сплавов».

Дисциплина «Процессы порошковой металлургии» является основой для изучения дисциплин «Оборудование металлургических заводов, основы проектирования», «Материаловедение керамических и композиционных материалов».

Курс «Процессы порошковой металлургии» базируется на соответствующих разделах курсов «Физическая химия неорганических материалов», «Физическая химия», «Химия» (раздел «Неорганическая химия»), «Моделирование и оптимизация технологических процессов», «Механические свойства металлов и сплавов».

Дисциплина «Процессы порошковой металлургии» является основой для изучения дисциплин «Оборудование металлургических заводов, основы проектирования», «Материаловедение керамических и композиционных материалов».

#### 1.5 Особенности реализации дисциплины Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ

URL: <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=1251>

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр	
		7	8
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>5 (180)</b>	<b>2 (72)</b>	<b>3 (108)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>2 (72)</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1 (36)</b>
занятия лекционного типа	1 (36)	0,5 (18)	0,5 (18)
занятия семинарского типа			
в том числе: семинары			
практические занятия	1 (36)	0,5 (18)	0,5 (18)
практикумы			
лабораторные работы			
другие виды контактной работы			
в том числе: групповые консультации			
индивидуальные консультации			
иная внеаудиторная контактная работа:			
групповые занятия			
индивидуальные занятия			
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>2 (72)</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1 (36)</b>
изучение теоретического курса (ТО)			
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)			
реферат, эссе (Р)			
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>		<b>1 (36)</b>

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Раздел 1. Технологии порошковой металлургии	4	2	0	8	ПК-6 ПК-9
2	Раздел 2. Механические методы получения порошков	4	8	0	8	ПК-6 ПК-9
3	Раздел 3. Физико-химические методы получения порошков и волокон	8	8	0	16	ПК-6 ПК-9
4	Раздел 4. Управление качеством продукции	2	0	0	4	ПК-6 ПК-9
5	Раздел 5. Введение. Классификация методов формования изделий из порошков	4	0	0	8	ПК-6 ПК-9
6	Раздел 6. Общие закономерности процессов формообразования	4	18	0	8	ПК-6 ПК-9

7	Раздел 7. Методы формования изделий на основе порошков	10	0	0	20	ПК-6 ПК-9
Всего		36	36	0	72	

### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Лекция 1. Введение в курс. Классификация методов получения порошков	2	0	2
2	1	Лекция 2. Восстановители и защитные среды. Охрана труда и техника безопасности в порошковой металлургии	2	0	2
3	2	Лекция 3. Получение порошков путем измельчения твердых металлов	2	0	2
4	2	Лекция 4. Получение порошков диспергированием расплавов металлов	2	0	0
5	3	Лекция 5. Восстановление химических соединений металлов	2	0	2
6	3	Лекция 6. Получение порошков электролизом	2	0	0
7	3	Лекция 7. Получение порошков методом диссоциации карбониллов металлов	2	0	0
8	3	Лекция 8. Методы получения порошков тугоплавких соединений	2	0	0

9	4	Лекция 9. Методы контроля качества металлических порошков Управление качеством продукции.	2	0	2
10	5	Лекция 10. Понятие процесса формования. Назначение и сущность процесса формования. Классификация методов формования. Подготовка порошков к прессованию.	2	0	2
11	5	Лекция 11. Приготовление смесей. Аппаратурное оформление процессов.	2	0	2
12	6	Лекция 12. Основные этапы процесса формования. Процессы, происходящие при прессовании. Пространственная структура порошков. Дискретно-изотропная и дискретно-анизотропная среда. Основные стадии процесса прессования порошковых тел. Идеализированная кривая процесса уплотнения порошковых тел. Зависимость плотности прессовки от усилия прессования и схемы нагружения порошкового тела.	2	0	2



13	6	Лекция 13. Основы механизма уплотнения. Модели математического описания процессов уплотнения порошковых тел. Влияние контактной поверхности частиц на прочность прессовки. Виды брака при прессовании, факторы, способствующие его проявлению. Борьба с браком формовок.	2	0	0
14	7	Лекция 14. Изостатическое формование. Гидростатическое формование (ХИП). Разновидности метода и аппаратурное оформление процесса. Газостатическое формование. Достоинства и недостатки метода.	2	0	2
15	7	Лекция 15. Шликерное формование. Преимущества и недостатки метода. Шликерное формование в пористых адсорбирующих формах. Механизм формования. Литье из термопластичных шликеров. Приготовление дисперсной фазы и введение термопластичной связки. Отливка изделий. Аппаратурное оформление.	2	0	2

16	7	Лекция 16. Мундштучное и инъекционное формование. Область применения метода мундштучного формования. Устройство пресс-форм для мундштучного формования. Особенности метода инъекционного формования. Подготовка порошков к формованию. Оборудование для формования материалов.	2	0	2
17	7	Лекция 17. Вибрационное формование. Область применения метода. Основные способы вибрационного формования. Импульсное формование. Область применения метода и его особенности. Взрывное формование.	2	0	2
18	7	Лекция 18. Прокатка порошков. Основные виды прокатки. Горячее прессование. Особенности и аппаратурное оформление метода.	2	0	2
Итого			26	0	26

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в acad. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Практическое занятие 1. Маркировка порошков по ГОСТам, состав, свойства и область применения порошков	2	0	2

2	2	Практическое занятие 2. Расчет эффективных условий получения порошков заданного состава в шаровых мельницах	4	0	4
3	2	Практическое занятие 3. Расчет оптимальных режимов диспергирования расплавов энергоносителями	2	0	2
4	2	Практическое занятие 4. Расчет оптимальных режимов центробежного распыления расплавов	2	0	2
5	3	Практическое занятие 5. Расчет термодинамических характеристик химической реакции	4	0	4
6	3	Практическое занятие 6. Расчет термодинамических потенциалов при восстановлении соединений металлов твердыми и газообразными восстановителями	4	0	4
7	6	Практическое занятие 7. Расчет условий прессования порошков металлов. зависимость плотности прессовки от давления прессования	2	0	2
8	6	Практическое занятие 8. Принципы конструирования закрытых пресс-форм для холодного прессования порошков	2	0	2
9	6	Практическое занятие 9. Расчет закрытых пресс-форм для холодного прессования порошков	10	0	10
10	6	Практическое занятие 10. Принцип конструирования пресс-форм для допрессовки и калибрования изделий	2	0	2

11	6	Практическое занятие 11. Расчет параметров мундштучного формования порошков	2	0	2
Всего			26	0	26

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисципли ны	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

## 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## 6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Шиманский А. Ф., Подкопаев О. И., Кравцова Е. Д., Подшибякина Е. Ю.	Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов: учеб.-метод. пособие для практич. занятий [для студентов напр. 150100.68 «Материаловедение и технологии материалов»]	Красноярск: СФУ, 2013
Л1.2	Либенсон Г. А., Лопатин В. Ю., Комарницкий Г. В.	Процессы порошковой металлургии: Т. 1. Производство металлических порошков: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 110800 "Порошковая металлургия, композиционные материалы, покрытия"	Москва: МИСиС, 2001
Л1.3	Либенсон Г. А., Лопатин В. Ю., Комарницкий Г. В.	Процессы порошковой металлургии: Т. 2. Формование и спекание: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 110800 "Порошковая металлургия, композиционные материалы, покрытия"	Москва: МИСиС, 2002
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Герман Р., Падалко О. В.	Порошковая металлургия от А до Я: [учебно-справочное руководство]	Долгопрудный: Интеллект, 2009

Л2.2	Осокин Е. Н., Артемьева О. А.	Процессы порошковой металлургии: курс лекций	Красноярск: ИПК СФУ, 2008
Л2.3	Г. А. Либенсон, В. Ю. Лопатин, Г. В. Комарницкий	Процессы порошковой металлургии : Учебник	Москва: МИСиС, 2002
<b>6.3. Методические разработки</b>			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Осокин Е. Н., Еромасов Р. Г.	Процессы порошковой металлургии: учеб.-метод. пособие для самостоят. работы [для студентов спец. 150108 «Порошковая металлургия, композиционные материалы, покрытия»]	Красноярск: СФУ, 2012
Л3.2	Осокин Е. Н., Еромасов Р.Г.	Процессы порошковой металлургии: метод. указания к практ. работам	Красноярск: ИПК СФУ, 2008
Л3.3	Осокин Е. Н., Верхотуров А.Г.	Процессы порошковой металлургии: метод. указания к лаб. работам	Красноярск: ИПК СФУ, 2008

### **7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Э1	Порошковая металлургия	<a href="http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/122776/Порошковая">http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/122776/Порошковая</a>
Э2	Композиционные порошковые материалы	<a href="http://www.poliiolefins.ru/stat/polimer/921-kompozicionnye-poroshkovye-materialy.html">http://www.poliiolefins.ru/stat/polimer/921-kompozicionnye-poroshkovye-materialy.html</a>
Э3	Пористые порошковые материалы: история создания, современное состояние и перспективы разработки	<a href="http://www.science.by/library/books/article/?ELEMENT_ID=123">http://www.science.by/library/books/article/?ELEMENT_ID=123</a>
Э4	Фрикционные материалы	<a href="http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4914.html">http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4914.html</a>
Э5	История развития порошковой металлургии на памятных медалях	<a href="http://www.science.by/library/books/article/?ELEMENT_ID=137">http://www.science.by/library/books/article/?ELEMENT_ID=137</a>
Э6	Крупномасштабное производство тонкодисперсных порошков для порошковой металлургии и нанотехнологий	<a href="http://pandia.ru/text/78/430/71815.php">http://pandia.ru/text/78/430/71815.php</a>
Э7	Технологии порошковой металлургии перспективы развития	<a href="http://www.litsoch.ru/referats/read/274556/">http://www.litsoch.ru/referats/read/274556/</a>
Э8	Нанопорошки – технология сегодняшнего дня	<a href="http://www.rusnanonet.ru/articles/36987/">http://www.rusnanonet.ru/articles/36987/</a>
Э9	Наноинженерия поверхностей изделий машиностроения	<a href="http://www.unionexpert.ru/index.php/2014-06-18-15-57-22/item/291-nanoengineering-surface-engineering-products">http://www.unionexpert.ru/index.php/2014-06-18-15-57-22/item/291-nanoengineering-surface-engineering-products</a>

### **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Самостоятельная работа студентов проводится в свободное от аудиторной нагрузки время. Самостоятельная работа студентов направлена на углубленное изучение отдельных разделов дисциплины, а также на закрепление и развитие знаний, умений и навыков, полученных в процессе аудиторных занятий.

Задания по самостоятельной работе студентами выдается преподавателями, ведущими занятия по каждому из видов деятельности.

В процессе самостоятельной работы студенты пользуются электронными ресурсами (электронные учебники по дисциплинам «Процессы порошковой металлургии», «Проектирование и оборудование цехов порошковой металлургии»), учебно-методическими (руководства по выполнению практических и лабораторных занятий) и справочными материалами, указанными в перечне основной и дополнительной литературы.

Основными формами самостоятельной работы студентов по дисциплине являются:

- работа над материалом, полученным в процессе освоения курса (теоретическим и практическим материалом, изучаемым на аудиторных занятиях) и материалом, вынесенным на самостоятельное изучение;
- подготовка к лабораторным и практическим занятиям (выполнение расчетных работ, подготовка отчетов по лабораторным работам, подготовка к защите лабораторных работ);
- подготовка и участие в мероприятиях промежуточного контроля знаний (тестирование по разделам теоретической части курса);
- выполнение рефератов (обзоров литературы) по заданной тематике.

Общие затраты на самостоятельную работу студентов рассчитываются исходя из примерных норм времени по видам самостоятельной работы студентов, представленных в положении о самостоятельной работе студентов.

На самостоятельную (дополнительную) проработку вынесены разделы тем теоретического курса дисциплины, представленные в таблице

Темы теоретического курса дисциплины, вынесенные на самостоятельное изучение

Наименование темы курса   Время на СРС,  
часы

1. Взаимосвязь механизма разрушения и структуры твердых

металлических и неметаллических материалов 2

2. Технологии получения порошков цветных и черных металлов диспергированием расплавов 4

3. Особенности процессов получения порошков из жидких отходов металлургического производства 4

4. Технологические аспекты получения ультрадисперсных порошков металлов 4

5. Технологические свойства порошков 4

Всего 18

Подготовка к лабораторным и практическим занятиям включает такие виды деятельности, как выполнение расчетных работ, оформление отчетов по расчетным и лабораторным работам, подготовку к практическому занятию и защите лабораторных работ (изучение теоретического материала).

Затраты времени СРС на подготовку к лабораторным и практическим занятиям рассчитываются исходя из следующих нормативов:

– подготовка к практическим (семинарским) занятиям: 2□2,5 ч на одно практическое занятие;

– подготовка к выполнению лабораторной работы, оформление отчета: 2□3 ч на 4-часовую работу.

На подготовку к лабораторным и практическим занятиям затрачивается:

Вид занятий	Количество плановых аудиторных занятий, работ	Количество СРС, часы
Лабораторные занятия	18	9
Практические занятия	18	9
Всего	18	

Подготовка к мероприятиям промежуточного контроля знаний (тестированию). Временные затраты СРС по подготовке к контрольным работам составляют 2□3 ч на одну работу. В процессе освоения курса (два семестра) студенты выполняют 20 контрольных работ. Общее время на подготовку составляет 50 ч.

Выполнение рефератов (обзоров литературы) по заданной тематике. Затраты по подготовке рефератов (обзоров литературы) составляют 5□10 ч на одну работу. В процессе освоения курса студенты выполняют по одной работе в семестр. Общее время на подготовку рефератов (обзоров литературы) составляет 9 ч.

Контроль результатов изучения дисциплины. В процессе изучения дисциплины применяются следующие виды контроля:

Если студент успешно сдал все практические задания, рефераты (обзоры литературы) и защитил лабораторные работы, но имеет неудовлетворительную оценку по результатам текущего контроля в семестре, ему предлагается пройти тестирование по комплексному тесту, включающему весь теоретический материал первой части курса.

Итоговый контроль деятельности студента по дисциплине в 5-м семестре (экзамен) осуществляется исходя из того, что средний балл, учитывающий результаты текущего контроля знаний (результатов сдачи всех тестовых заданий в семестре), работу на лекциях; результаты защит лабораторных работ и сдачи практических заданий составляют 60 % оценки итогового контроля. Завершающей процедурой итогового контроля является экзамен, который проводится в установленные расписанием сроки, в письменном форме.

По результатам промежуточного и итогового контроля разрабатываются и внедряются корректирующие мероприятия, направленные на улучшение (изменение) методики изложения отдельных разделов курса.

1. Промежуточный контроль знаний студентов осуществляется на основе результатов сдачи контрольных работ (тестов) по отдельным разделам дисциплины, результатов выполнения практических заданий и защит лабораторных работ. В течение семестра студенты выполняют десять контрольных работ текущего контроля знаний, четыре лабораторные работы и восемь практических заданий.

2. Итоговый контроль знаний осуществляется в период проведения зачетной недели (зачет) или сессии (экзамен).

Сроки проведения текущего и итогового контроля определяются нормативно-распорядительными документами университета.

3. При подведении итогов текущих контрольных мероприятий (аттестаций) в аттестационную ведомость выставляются две оценки:

- оценка за ритмичность (оценивается выполнение студентами контрольных мероприятий, присутствие, активность на занятиях и пр.);
- оценка за знания (выставляется по результатам выполненных контрольных работ и практических заданий, защит лабораторных работ).



## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **9.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

9.1.1	нет
9.1.2	

### **9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

9.2.1	нет
-------	-----

## **10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

- 1 Доска интерактивная
- 2 Компьютер
- 3 Проектор Epson EMP-X5
- 4 Доска 3-х элементная
- 5 Столы ученические
- 34 места
- 1 Анализатор ситовый лабораторный АСВ300
- 2 Весы лабораторные SPU 202
- 3 Весы технические A&D HL-2000
- 4 Весы лабораторные VIBRA AJH220 CE
- 5 Вибрационный плотномер ВИП-2
- 6 Водяная баня GFL 1031
- 7 Дробилка щековая ЩД 3
- 8 Истиратель ИВЧ 3 – 2 шт
- 9 Прибор полуавтоматический для измерения твердости
- 10 Электрическая нагревательная плита МИМП-0,1502
- 11 Столы ученические
- 16 мест