

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор обеспечивающей  
 Инженерной школы новых  
 производственных технологий  
 \_\_\_\_\_ А.Н. Яковлев  
 «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2020 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

<b>Порошковая металлургия и композиционные материалы</b>			
Направление подготовки Образовательная программа (направленность (профиль)) Специализация Уровень образования	<b>22.06.01 Технологии материалов</b>		
	<b>05.16.06 Порошковая металлургия и композиционные материалы</b>		
Уровень образования	высшее образование – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре		
Курс	<b>2</b>	семестр	<b>3, 4</b>
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	<b>9</b>		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	-	
	Практические занятия	<b>72</b>	
	Лабораторные занятия	-	
	<b>ВСЕГО</b>	<b>72</b>	
Самостоятельная работа, ч		<b>252</b>	
<b>ИТОГО, ч</b>		<b>324</b>	

Вид промежуточной аттестации	<b>3 семестр – зачет, 4 семестр - экзамен</b>	Обеспечивающее подразделение	ОМ ИШНПТ
Заведующий кафедрой - руководитель Отделения			В.А. Клименов
Руководитель ООП			С.В. Панин
Преподаватель			С.П. Буякова

2020г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ПК(У)-1	Углубленное изучение теоретических и методологических основ проектирования, эксплуатации и развития материаловедения	ПК(У)-1.B1	Владеть навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач
		ПК(У)-1.B2	Владеть навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
		ПК(У)-1.U1	Уметь получать необходимые данные с использованием реферативных, периодических и справочно-информационных изданий и информационными технологий
		ПК(У)-1.U2	Уметь использовать методы теоретических и экспериментальных исследований процессов в области технологии материалов
		ПК(У)-1.31	Знать теоретические и методологические основы создания композиционных материалов, включая подходы порошковой металлургии
		ПК(У)-1.32	Знать междисциплинарный статус композиционных материалов, подходов порошковой металлургии и областей применений различных типов материалов и иметь представление о наиболее актуальных проблемах композиционных материалов и подходов порошковой металлургии в мире
		ПК(У)-1.33	Знать основные законы, основные физико-химические и технологические принципы получения, функционирования и применения композиционных материалов и изделий на их основе, включая подходы порошковой металлургии
ПК(У)-2	Способность ставить и решать инновационные задачи, связанные с разработкой методов и технических средств, повышающих эффективность эксплуатации и проектирования материалов с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний, аналитических методов и сложных моделей в условиях неопределенности	ПК(У)-2.B1	Владеть навыками новейших методов исследования и фундаментальных знаний; вырабатывать новые теоретические подходы и принципы дизайна композиционных материалов с заданными свойствами, включая подходы порошковой металлургии, и решать фундаментальные задачи в области современного материаловедения..
		ПК(У)-2.B2	Владеть технологиями моделирования профессиональной деятельности в сфере научных исследований, опытом в разработке новых, оригинальных и высокоэффективных технологий получения современных композиционных материалов, включая подходы порошковой металлургии
		ПК(У)-2.U1	Уметь разрабатывать, организовывать и управлять технологическими процессами изготовления объемных материалов, покрытий и изделий, включая организационные мероприятия в области реализации запланированных научно-исследовательских работ и контроль за соблюдением техники безопасности и регламента выполнения работ
		ПК(У)-2.31	Знать методы моделирования материалов и конструирования изделий, включая технологические приемы и методы изготовления различных типов материалов, покрытий и изделий на их основе
		ПК(У)-2.32	Знать ключевые понятия и концепции для формирования глубокого понимания проблем и практических методов их решения в области композиционных и материалов, включая подходы порошковой металлургии

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ПК(У)-3	Умение проводить анализ, самостоятельно ставить задачи исследований, имеющих значение для материаловедения, грамотно планировать эксперимент и осуществлять его на практике	ПК(У)-3.В1	Владеть современными методами исследований в области материаловедения, технологии материалов и специальных дисциплин
		ПК(У)-3.У1	Уметь составлять план работы по заданной теме, анализировать получаемые результаты, составлять отчёты о научно-исследовательской работе
		ПК(У)-3.31	Знать фундаментальные основы науки о материаловедении, технологии материалов и специальных дисциплин

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Готовность самостоятельно проектировать технологические процессы производства композиционных, порошковых материалов с заданными характеристиками	ПК(У)-1
РД-2	Освоить практику создания композиционных, порошковых материалов	ПК(У)-2
РД-3	Готовность проводить выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения на основе знания основных типов композиционных, порошковых материалов	ПК(У)-3

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

## 4. Структура и содержание дисциплины

### Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Получение и свойства порошков	РД-1	Лекции	
		Практические занятия	18
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	64
Раздел 2. Теория и технология формования	РД-1 РД-2	Лекции	
		Практические занятия	18
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	62
Раздел 3. Теория и технология	РД-1	Лекции	

спекания		Практические занятия	18
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	64
Раздел 4. Теоретические и прикладные проблемы процессов формирования покрытий	РД-3	Лекции	
		Практические занятия	18
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	62

Содержание разделов дисциплины:

#### Раздел 1. Получение и свойства порошков

*Состав, структура и основные свойства порошков, методы исследования и контроля. Механические методы производства порошков. Физико-химические способы производства порошков. Классификация и маркировка металлических порошков. Классификация и разделение порошков на фракции по размерам частиц, составление смесей. Физико-химическая сущность и практика использования. Введение смазывающих, пластифицирующих веществ. Грануляция и распылительная сушка. Технологические присадки для регулирования процесса спекания и достижения желательной структуры изделий. Влияние процессов подготовки и смешивания порошков на свойства смесей и спеченных изделий. Контроль качества смешивания. Оборудование.*

##### Темы практических занятий:

- Тема 1.** Свойства порошков и способы их определения
- Тема 2.** Механические способы получения порошков
- Тема 3.** Физико-химические способы получения порошков
- Тема 4.** Классификация и маркировка металлических порошков
- Тема 5.** Подготовка порошков к формованию

#### Раздел 2. Теория и технология формования

*Классификация методов формования. Общая характеристика процессов уплотнения порошков. Технология холодного прессования в закрытых пресс-формах, изостатическое прессование, непрерывное формование, технология мундштучного прессования, импульсное прессование. Основные характеристики динамического (ударного) холодного и горячего прессования. Различные виды взрывного, электрогидравлического, электромагнитного и пневматического прессования. Инжекционное формование, иликерное формование, особенности формования металлических волокон, прочность изделий из металлических волокон. Приборы и методы контроля.*

##### Темы практических занятий:

- Тема 1.** Теоретические основы формования порошковых материалов
- Тема 2.** Процессы формования заготовок и изделий из порошков

#### Раздел 3. Теория и технология спекания

*Дефекты кристаллической решетки, диффузия, ползучесть и рекристаллизация в металлах и сплавах. Движущие силы процесса спекания. Механизмы процессов спекания однокомпонентных систем. Закономерности и кинетика спекания многокомпонентных систем без образования жидкой фазы. Особенности усадки при спекании систем с образованием твердых растворов и интерметаллических соединений. Закономерности и кинетика спекания систем в присутствии жидкой фазы. Влияние порошков на уплотнение и формирование свойств. Активированное спекание. Виды, особенности и физико-химические явления, лежащие в основе процесса. Горячее изостатическое прессование.*

##### Темы практических занятий:

- Тема 1.** Теория спекания
- Тема 2.** Ползучесть кристаллических тел

**Тема 3.** Спекание многокомпонентных систем

**Тема 4.** Жидкофазное спекание

**Тема 5.** Активированное спекание

<b>Раздел 4. Теоретические и прикладные проблемы процессов формирования покрытий</b>
--

*Классификация методов нанесения покрытий и модифицирования поверхности, области применения химических, электрохимических, газофазных и физических методов, основные преимущества и недостатки. Процессы образования низкотемпературной плазмы. Диссоциация, ионизация, потенциал и степень ионизации, дебаевский радиус экранирования, амбиполярная диффузия, уравнение подвижности Ланжевена, рамзауэровские сечения столкновений, теплопроводность плазмы. Плавление, испарение, сублимация и диссоциация материала; состав газовой фазы; взаимодействие распыленных частиц с кислородом, влагой, углеродосодержащими газами, водородом, азотом; кристаллизации и фазовые превращения.*

**Темы практических занятий:**

**Тема 1.** Общая характеристика основных методов нанесения покрытий и модифицирования поверхности

**Тема 2.** Физико-химические основы процессов формирования покрытий

**Тема 3.** Технология и оборудование для нанесения покрытий

**Тема 4.** Служебные свойства и методы контроля качества покрытий

## **5. Организация самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролируемых мероприятий и др.;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Подготовка к практическим и семинарским занятиям;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### **Основная литература**

1. Андриевский Р. А.. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы / Андриевский Р. А.. - 3-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2017. - 255 с. - Книга из коллекции Лаборатория знаний - Нанотехнологии. - ISBN 978-5-00101-475-1. - URL: <https://e.lanbook.com/book/94128> - Режим доступа: для авториз. пользователей
2. Аникин В. Н. Теоретические основы спекания порошков. Кинетика спекания реальных материалов. Курс лекций: учебное пособие / В. Н. Аникин, И. В. Блинков, В. С. Челноков. - Москва: МИСИС, 2014. - 121 с. - ISBN 978-5-87623-699-9 - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/47441>. - Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учебное пособие / под ред. А. А. Берлина. - 4-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург: Профессия, 2014. - 591 с.: ил. - Библиография в конце глав. - ISBN 978-5-91884-056-6. <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C277933>
4. Особенности физико-химических свойств нанопорошков и наноматериалов: учебное пособие [Электронный ресурс] / А. П. Ильин [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт физики высоких технологий (ИФВТ), Кафедра общей и неорганической химии (ОНХ). — 2-е изд., испр. и доп.. — 1 компьютерный файл (pdf; 4 357 КВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2017. — Заглавие с титульного экрана. — Доступ из корпоративной сети ТПУ.. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2018/m006.pdf> (контент)
5. Витязь П. А. Наноматериаловедение: учебное пособие / П. А. Витязь, Н. А. Свидунович, Д. В. Куис. - Минск: Высшэйшая школа, 2015. - 511 с. - ISBN 978-985-06-2356-0. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/65571> - Режим доступа: для авториз. пользователей

#### Дополнительная литература

1. Процессы получения металлических порошков: учебное пособие / В. Ю. Лопатин, Ж. В. Еремеева, Ю. С. Погожев, Е. И. Пацера. - Москва: МИСИС, 2017. - 52 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/108093> - Режим доступа: для авториз. пользователей
2. Левашов Е. А. Технология и свойства СВС порошков, материалов и изделий: учебное пособие / Е. А. Левашов, А. В. Новиков, В. В. Курбаткина. - Москва: МИСИС, 2007. - 74 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/117151> - Режим доступа: для авториз. пользователей
3. Нано- и биокомпозиты: учебное пособие / под редакцией А. К.- Т. Лау [и др.]; перевод с английского И. Ю. Горбуновой, Т. П. Мосоловой. - 2-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2020. - 393 с. - ISBN 978-5-00101-727-1. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/135507> - Режим доступа: для авториз. пользователей.

## 6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы:

1. Научно-техническая библиотека ТПУ - <https://www.lib.tpu.ru/>
2. Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
3. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
4. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
5. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Microsoft Office

## 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 108	Компьютер - 13 шт.; Проектор - 2 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 141	Компьютер - 11 шт.; Принтер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.; Микрозондовая система для определения свойств материалов - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 020	Станок 3Е 881М N511 - 1 шт.; Пресс гидравлический ПСЦ-50 - 1 шт.; Твердомер ТК-"М N1916 - 1 шт.; Эл печь СНОЛ-1.16 МиМ N1081 - 1 шт.; Грузопоршневой пресс - 1 шт.; Эл печь СНОЛ-1.16 МиМ N1177 - 1 шт.; Электропечь СНОЛ - 1 шт.; Твердомер - 1 шт.; Прокатная клеть - 1 шт.; Печь ПМ - 1 шт.; Печь снол - 1 шт.
4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 022	Микроскоп МИМ-7 - 1 шт.; Металлографический инвертированный микроскоп ЛабоМет-И вариант 1 - 5 шт.
5.	634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 024	Шкаф сушильный - 1 шт.; Источник питания - 1 шт.; Потенциометр N813716 - 1 шт.; Потенциометр КСП-4 - 1 шт.; Потенциометр КВП-503 - 1 шт.;
6.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 025	Прибор "Дрон-3" - 1 шт.; Эл микр ЭМВ-100Б - 1 шт.; Блок сбора данных и управления (БСДУ) дифрактометров рентгеновских типа ДРОН - 1 шт.
7.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 026	Микроскопный комплекс на базе металлографического инвертированного микроскопа ЛабоМет-И вариант 1 с системой визуализации - 1 шт.; Универсальная мельница M20 ИКА - 1 шт.; Профилметр лазерный 3D - 1 шт.; Микроскоп МВС-9 - 1 шт.; Весы аналитические - 1 шт.; Микроскоп Альтами МЕТ вариант 1 - 1 шт.; Интегрированный сенсор Uniscan LK031 3D - 1 шт.; Микротвердомер ПМТ-3М С МОВ-1-16х - 1 шт.
8.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций,	Плунжерный лабораторный экструдер UE-MSL - 1 шт.; Станок шлифовально-полировальный 3Е-881М - 1 шт.; Вакуумная камера - 1 шт.; Печь

	текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 027	вакуумная - 1 шт.; Насос АВЗ-Д - 1 шт.; Электродпечь 72.1750.L.3Ф - 1 шт.; Установка ТЕРКО - 1 шт.; Электродвигатель постоянного тока с независимым возбуждением П-41М - 1 шт.
9.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 028	Весы ВЛТК-500 N546 - 1 шт.; Весы ВЛТЭ-510 - 1 шт.; Мельница конусная ВКДМ6 - 1 шт.; Электродпечь муфельная - 1 шт.; Весы электронные - 1 шт.; Лабораторная установка для смешивания порошка - 1 шт.; Дробилка молотковая МД2*2 - 1 шт.; Смеситель гравитационный С 2.0 - 1 шт.; Вибропривод ВП 30 - 1 шт.; Мельница планетарная "Активатор 2С" - 1 шт.; Блок пылеулавливания БПУ - 1 шт.; Мельница ножевая РМ 120 - 1 шт.; Встряхиватель - 1 шт.
10	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 029	Анализатор кол-ва и кач/энергии - 1 шт.; Вольтметр цифровой РВ7-32 - 1 шт.; Разрывная машина Р-20 - 1 шт.; Машина для выдавливания - 1 шт.; Машина разрывная Р-50 - 1 шт.; Станок заточный - 1 шт.; Станок сверлильный 2А-135 - 1 шт.
11	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен. 1 203	Компьютер - 2 шт. Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 42 посадочных мест;
12	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен. 1 210	Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. Комплект учебной мебели на 22 посадочных мест;

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 22.06.01 «Технологии материалов» / 05.16.06 профиль / специализация «Порошковая металлургия и композиционные материалы» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчики:

Должность	Подпись	ФИО
Профессор ОМ		С.П.Буякова

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения материаловедения (протокол от «29» июня 2020 г. № 35).

Руководитель ОМ,  
д.т.н., профессор

\_\_\_\_\_/В.А. Клименов/  
подпись

**Лист изменений рабочей программы дисциплины<sup>1</sup>:**

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения материаловедения (протокол)
2019/2020 учебный год	Обновлен список литературы	от «21» июня 2019 г. № 20

---

<sup>1</sup> Ежегодное обновление программы с учетом развития науки, культуры, экономики, техники и технологий, социальной сферы.