

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор Инженерной школы
 новых производственных
 технологий

А.Н. Яковлев

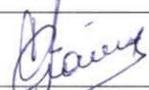
«30» 06 2020 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2017 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Порошковая металлургия и композиционные материалы

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

Вид промежуточной аттестации	3 семестр – зачет, 4 семестр - экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОМ ИШНПТ
------------------------------	--	------------------------------	----------

Заведующий кафедрой - руководитель Отделения материаловедения на правах кафедры		В.А. Клименов
Руководитель ООП		С.В. Панин
Преподаватель		Б.Б. Овечкин

2020 г.

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 технологиями
		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

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
			решения в области композиционных и материалов, включая подходы порошковой металлургии
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
ПК(У)-4	Умение работать с исследовательской аппаратурой и испытательным оборудованием для решения практических задач испытания и эксплуатации композиционных материалов и изделий, в том числе формируемых методами порошковой металлургии	ПК(У)-4.В1	Владеть методами работы на высокоэффективном оборудовании для изготовления и улучшения характеристик изделий из материалов, удовлетворяющих требованиям экономической эффективности, технической и экологической безопасности
		ПК(У)-4.У1	Уметь работать с исследовательской аппаратурой и испытательным оборудованием для решения практических задач в разработке новых упрочняющих технологий для повышения свойств изделий из композиционных материалов, в том числе формируемых методами порошковой металлургии
		ПК(У)-4.31	Знать методы работы на высокоэффективном оборудовании для изготовления и улучшения характеристик изделий из композиционных материалов, в том числе формируемых методами порошковой металлургии, удовлетворяющих требованиям экономической эффективности, технической и экологической безопасности

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:

Код	Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
	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 спекания	РД-1	Лекции	
		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

Раздел 4. Теоретические и прикладные проблемы процессов формирования покрытий

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 KB). — 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: Вышэйшая 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 биокompозиты: 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**):

Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Cisco Webex Meetings; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic, Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic, Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; Mozilla FireFox ESR; 7-zip; Zoom Zoom.

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 (научная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7 141	Микрозондовая система для определения свойств материалов - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Шкаф для одежды - 1 шт.; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 12 шт.; Принтер - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7 144	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 36 посадочных мест; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 22.06.01 Технологии материалов/ 05.16.06 Порошковая металлургия и композиционные материалы (приема 2017 г., очная форма обучения).

Разработчики:

Должность	ФИО
Профессор ОМ	С.В. Панин
Доцент ОМ	О.Ю. Ваулина

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры Материаловедения в машиностроении Института физики высоких технологий (протокол от «24» июня 2017г. № 53).

Заведующий кафедрой - руководитель
отделения материаловедения (на правах кафедры),
д.т.н., профессор

 / В.А. Клименов /

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения материаловедения ИШНПТ (протокол)
2018/2019 учебный год	1. Введена в действие новая система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Приказ ректора №58/од от 25.07.2018 г.) 2. Актуализировано учебно-методическое обеспечение и МТО в рабочих программах дисциплин с учетом развития науки, техники и технологий.	от 31 мая 2018 г. № 5
2019/2020 учебный год	Актуализировано учебно-методическое обеспечение и МТО в рабочих программах дисциплин с учетом развития науки, техники и технологий.	от «01» июля 2019 г. № 19/1
2020/2021 учебный год	1. Изменены формы документов ООП в соответствии с приказом от 06.05.2020 г. № 127-7/об «Об утверждении форм документов ООП» и формы УП и КУГ в соответствии с приказом от 06.05.2020 г. № 127-6/об «Об утверждении форм учебных планов и календарных учебных графиков ООП» 2. Актуализировано учебно-методическое обеспечение и МТО в рабочих программах дисциплин с учетом развития науки, техники и технологий.	от «29» июня 2020 г. № 35