

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 2018 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Технологические процессы консолидации объемных наноматериалов и производства изделий

Направление подготовки/ специальность	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Материаловедение и технологии материалов		
Специализация	Наноструктурные материалы		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	3	семестр	5, 6
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	9 (6/3)		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		32
	Практические занятия		88
	Лабораторные занятия		16
	ВСЕГО		136
Самостоятельная работа, ч		188	
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)		Курсовой проект	
ИТОГО, ч		324	

Вид промежуточной
аттестации

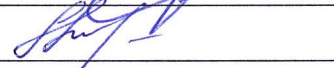
экзамен в 5
семестре, Зачет,
Диф.зачет КП в
6 семестре

Обеспечивающее
подразделение

Отделение
материаловедения
ИШНПТ

Заведующий кафедрой -
руководитель ОМ на правах
кафедры ИШНПТ
Руководитель ООП

Преподаватели

	Клименов В.А.
	Ваулина О.Ю.
	Двилис Э.С.
	Лямина Г.В.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Результат ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
			Код	Наименование
ДПК(У)-2	Готов реализовывать технологии производства объемных наноматериалов и изделий на их основе, включая технологии получения и предварительной подготовки сырья	Р11	ДПК(У)-2.В1	Владеет опытом оптимизации условий и режимов консолидации порошковых материалов
			ДПК(У)-2.У1	Умеет количественно оценивать текущие свойства и поведение порошков в процессах консолидации, выявлять и сопоставлять критерии эффективности процессов консолидации, выбирать оптимальные схемы и рациональные приёмы прессования порошков на основе количественной оценки их свойств
			ДПК(У)-2.31	Знает возможные типы, области применения и минимальные требования к уравнениям прессования; свойства прессуемости порошковых тел; методику классификации порошковых материалов по свойствам прессуемости; роль процессов взаимной укладки частиц порошковых тел; этапы и стадии процессов консолидации; закономерные связи между свойствами уплотняемых порошковых тел и параметрами межчастичного взаимодействия; роль трения в процессах уплотнения порошков; способы минимизации негативного влияния трения на процесс уплотнения порошков; влияние внешней геометрической формы на процесс уплотнения порошков
			ДПК(У)-2.В2	Владеет опытом получения объемных наноматериалов на полимерной основе
			ДПК(У)-2.У2	Умеет получать блочные полимеры, полимерные гели методом радикальной полимеризации, в том числе с наночастицами металлов и оксидов металлов
			ДПК(У)-2.32	Знает классификации полимерных наноматериалов, типы полимеризации и поликонденсации, методики получения полимерных гелей на основе акриловых полимеров
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Р1	УК(У)-1.В7	Владеет опытом сравнения научных достижений в области теории и практики процессов консолидации порошковых наноматериалов, полимерных наноматериалов
			УК(У)-1.У7	Умеет определять критерии для оценки научного исследования в области исследования свойств порошковых наноматериалов, полимерных наноматериалов
			УК(У)-1.37	Знает основные базы данных научных публикаций и перечень журналов, специализирующихся на методах обработки порошковых материалов

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		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Применяет математический аппарат описания процессов свободной и деформированной упаковки частиц порошков	ДПК(У)-2
РД 2	Рассчитывает значения давления и плотности на границах начала и окончания основных этапов и стадий процесса прессования порошковых материалов	ДПК(У)-2
РД 3	Использует теоретические основы, математический аппарат описания и методики оптимизации для эффективного раздельного и совместного применения рациональных приёмов и методов прессования порошковых материалов	ДПК(У)-2
РД 4	Выбирает оптимальные составы, режимы и схемы деформации порошковых тел, уплотняемых различными методами в изделия заданной формы	ДПК(У)-2
РД 5	Решает основные проблемы оптимизации и применения внешнего энергетического воздействия в процессе прессования порошков	ДПК(У)-2
РД 6	Использует особенности влияния геометрии пресс-форм и кинематических схем деформации на свойства прессовок, технику и методики определения характеристик порошковых смесей для оптимизации их состава	ДПК(У)-2
РД 7	Применяет методики комплексной оптимизации режимов прессования и внешнего энергетического воздействия по эксплуатационным характеристикам спечённых изделий	ДПК(У)-2
РД 8	Интерпретирует изменения количественных характеристик уплотняемого порошкового тела по их физическому смыслу для оптимизации режимов прессования и внешнего воздействия	ДПК(У)-2
РД 9	Проводит сравнение научных достижений в области исследования теории и практики процессов консолидации порошковых наноматериалов, полимерных наноматериалов	УК(У)-1
РД 10	Определяет критерии для оценки научного исследования в области исследования свойств объемных наноматериалов	УК(У)-1
РД 11	Использует литературные источники, специализирующиеся на методах обработки порошковых материалов	УК(У)-1
РД 12	Получает блочные полимеры, методом радикальной полимеризации, в том числе с наночастицами оксидов металлов	ДПК(У)-2
РД 13	Получает полимерные гели, в том числе с наночастицами металлов	ДПК(У)-2
РД 14	Знает классификации полимерных наноматериалов, типы полимеризации и поликонденсации, методики получения полимерных гелей на основе акриловых полимеров	ДПК(У)-2
РД 15	Определяет основные стадии полимеризации, включая уравнения реакций и условия их проведения	ДПК(У)-2

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 (модуль) 1. Основные закономерности и методы количественного описания поведения порошков в процессах их консолидации (5 семестр)	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Самостоятельная работа	16
	РД2	Лекции	2
		Практические занятия	12
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	32
Раздел (модуль) 2. Научно-технические основы и практическая реализация рациональных методов, схем и приёмов прессования порошков (5 семестр)	РД3	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Самостоятельная работа	16
	РД4	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Самостоятельная работа	16
	РД7	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Самостоятельная работа	12
	РД8	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	8
Раздел (модуль) 3. Получение композиционных наноматериалов на полимерной основе (6 семестр)	РД14	Лекции	12
		Самостоятельная работа	8
	РД 12	Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	4
	РД 13	Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	4
Курсовое проектирование 1. Разработка технологии производства из порошковых наноматериалов изделий заданной формы с заданными характеристиками 2. Технологии получения полимерны наноматериалов с наноразмерными наполнителями (6 семестр)	РД 15	Практические занятия	40
		Самостоятельная работа	34
	РД 4	Самостоятельная работа	10
	РД 5	Самостоятельная работа	16
	РД 6	Самостоятельная работа	20
	РД 9	Самостоятельная работа	20
	РД 10	Самостоятельная работа	20
	РД 11	Самостоятельная работа	12

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Основные закономерности и методы количественного описания поведения порошков в процессах их консолидации

Темы лекций:

1. Уравнения прессования порошков. Основные типы, Проблемы использования,

Критерии выбора по назначению, Оптимизация представления, Выявление физического смысла и определение постоянных коэффициентов, Определение и сопоставление свойств прессуемости порошков на основе коэффициентов уравнений прессования (4 часа)

2. **Уравнения упаковки частиц.** Введение в проблему Кеплера, Область определения координационного числа, Существующие типы уравнения упаковки, Регулярные упаковки сферических частиц, Вывод и выбор уравнений по назначению, (4 часа)

Темы практических занятий:

1. Дополнительные характеристики порошкового тела – определение по коэффициентам уравнения прессования (8 часов)
2. Экспериментальные и аналитические способы определения координационного числа упаковок частиц (4 часа)
3. Выбор уравнения прессования по свойствам порошков при проектировании технологических процессов производства изделий из объёмных наноматериалов (8 часов)

Темы лабораторных работ

4. Экспериментальное и аналитическое определение величин упрековки, работы прессования, упругого последствия, сил пристенного трения, коэффициента бокового давления (8 часов)

Раздел 2. Научно-технические основы и практическая реализация рациональных методов, схем и приёмов прессования порошков

Темы лекций:

1. **Метод снижения сил пристенного трения.** Механизмы УЗ-воздействия на прессуемые материалы, Оптимизация режимов и схем подведения (теоретическое описание), УЗ-оснастка; особенности применения в процессах прессования (преобразователи), Систематизация эффектов УЗВ при компактировании порошков, Практическая реализация (включая особенности учёта крепления оснастки) (4 часа)
2. **Метод перераспределения сил пристенного трения.** Введение в проблему рациональных кинематических схем прессования, Экспериментальное определение перепада плотности по высоте прессовок, Теоретическое обоснование коллекторной схемы прессования, Варианты использования коллекторных схем прессования и её совместное применение (с УЗ), Практическая реализация коллекторных схем прессования (включая особенности учёта упрековки) (2 часа)
3. **Метод прессования в полости переменного сечения.** Технологические причины разрушения прессовок изделий, Варианты решения проблемы извлечения, Теоретическое описание процесса прессования в полости переменного сечения, Модельное описание вариантов прессования в конической полости (2 часа)
4. **Методы литья порошковых смесей.** Особенности, достоинства и недостатки метода шликерного литья, Материалы и техника метода шликерного литья, Практическая реализация шликерного литья, Оптимизация условий и режимов шликерного литья (подвод к методике оптимизации состава порошков) (2 часа)
5. **Метод изменения реологических свойств прессуемого материала.** Материалы и оборудование для реализации вариантов горячего и динамического прессования: возможности и ограничения, Проблемы технической реализации процесса (контроль температуры – пример с «кораллами») (2 часа)
6. **Методы объёмного сжатия.** Введение в проблему реализации изостатического прессования, Понятие о радиальном перепада плотности, Практическая реализация (включая особенности учёта объёмной упрековки) (2 часа)
7. **Оптимизация гранулометрического состава многокомпонентных порошковых смесей.** Введение в проблему оптимизации гранулометрического состава, варианты решения, Техника реализации методики (2 часа)

Темы практических занятий:

1. Экспериментальное и аналитическое количественное определение характеристик перепада плотности по объёму порошковых прессовок; учёт упрессовки, усадки, потерь усилия прессования в проектировании пресс-форм (4 часа)
2. Практическая реализация УЗ-прессования (учёта особенностей схем подведения колебаний и крепления оснастки в проектировании пресс-форм) (4 часа)
3. Практическая реализация коллекторных схем прессования (учёт особенностей упрессовки и сил трения в проектировании пресс-форм) (4 часа)
4. Примеры практического использования метода оптимизации гранулометрического состава многокомпонентных порошковых смесей (отыскание параметров функций распределения частиц по размерам для реальных порошковых смесей) (4 часа)
5. Варианты реализации рациональных методов прессования по целям использования (4 часа)
6. Особенности выбора материала метода консолидации и оборудования при проектировании технологических процессов производства изделий из объёмных наноматериалов с заданными характеристиками (8 часов)

Раздел 3. Получение композиционных наноматериалов на полимерной основе**Темы лекций:**

1. Введение в химию полимеров. Основные понятия. Классификация полимеров (2 часа)
2. Получение полимеров. Радикальная полимеризация: инициирование, рост цепи, обрыв цепи, передача цепи. Термодинамика полимеризации. (2 часа)
3. Полимеризация в блоке. Полимеризация в эмульсии. Полимеризация в растворе. Получение блок- и привитых сополимеров. Реакции в системе полимер – мономер. Реакции в системе полимер – полимер. Наноструктуры в полимерах. Микрофазовые расслоения в полимерах. (2 часа)
4. Растворы полимеров. Термодинамика растворения. Фазовые диаграммы полимер – растворитель. (2 часа)
5. Технологические аспекты получения полимеров. Типы полимеризации (поликонденсации). Аппарат для непрерывной блочной полимеризации (2 часа)
6. Полимерные гели. Гель-электролиты на основе метакриловых сополимеров, апротонных донорных растворителей и солей щелочных металлов. Механизмы ионной проводимости. (2 часа)
7. . Применение гель-электролитов. (2 часа)

Темы практических занятий:

1. Классификация полимеров. Конформация и конфигурация полимеров (4 часа)
2. Молекулярно-массовое распределение
3. Радикальная полимеризация (4 часа)
4. Получение блок- и привитых сополимеров (4 часа)
5. Получение сшитых полимеров (2 часа)
6. Технологии получения композиционных материалов на основе полимеров и наноразмерных наполнителей (4 часа)
7. Получение наночастиц металлов в полимерной среде (4 часа)
8. Растворы полимеров. Методы изучения свойств (4 часа)
9. Фазовые диаграммы полимер-растворитель (4 часа)
10. Полимерные гели на основе природных полимеров (4 часа)
11. Полимерные гели на основе синтетических полимеров (4 часа)
12. Технологические решения для получения нанокомпозиционных материалов на полимерной основе (8 часов)

Темы лабораторных работ

5. Организация самостоятельной работы студентов

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

- Работа с лекционным материалом
- Перевод текстов с иностранных языков при подготовке курсового проекта;
- Подготовка к практическим занятиям;
- Выполнение курсового проекта;
- Анализ научных публикаций по теме ПЗ и курсового проекта;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям (тесты на ПЗ и экзамен);
- Подготовка отчетов по лабораторным работам

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

1. Хасанов, О. Л.. Методы компактирования и консолидации наноструктурных материалов и изделий : учебное пособие [Электронный ресурс] / Хасанов О. Л., Двилис Э. С., Бикбаева З. Г., Качаев А. А.. — 3-е изд.. — Москва: Лаборатория знаний, 2020. — 272 с.. — Допущено Учебно методическим объединением высших учебных заведений РФ по образованию в области материаловедения, технологии материалов и покрытий в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров 150100 «Материаловедение и технологии материалов». — Книга из коллекции Лаборатория знаний - Нанотехнологии.. — ISBN 978-5-00101-716-5.

Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/135502> (контент)

Схема доступа: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/135502.jpg> (миниатюра)

2. Методы компактирования и консолидации наноструктурных материалов и изделий : учебное пособие для вузов / О. Л. Хасанов, Э. С. Двилис, З. Г. Бикбаева [и др.]. — Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. — 269 с.: ил.. — Нанотехнологии. — Библиогр.: с. 250-268. — Список сокращений: с. 269.. — ISBN 978-5-9963-0844-6.

(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C253581>)

3. Аржаков, М. С.. Химия и физика полимеров. Краткий словарь : учебное пособие [Электронный ресурс] / Аржаков М. С.. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 344 с.. — Книга из коллекции Лань - Химия.. — ISBN 978-5-8114-4047-4.

Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/130153> (контент)

Схема доступа: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/130153.jpg> (миниатюра)

Дополнительная литература (указывается по необходимости)

1. Эффекты мощного ультразвукового воздействия на структуру и свойства наноматериалов : учебное пособие [Электронный ресурс] / О. Л. Хасанов, Э. С. Двилис, В. В. Полисадова, А. П. Зыкова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 3.27 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2009. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader..

Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m160.pdf> (контент)

2. Метод коллекторного компактирования нано- и полидисперсных порошков: учебное пособие / О.Л. Хасанов, Э.С. Двилис, А.А. Качаев – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 102 с.

Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m130.pdf>

3. Сутягин, В. М. Общая химическая технология полимеров: учебное пособие [Электронный ресурс] / В. М. Сутягин, А. А. Ляпков; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.7 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe

Reader..

Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m38.pdf> (контент)

6.2. Информационное и программное обеспечение

1. A Nature Research Solution // <https://nano.nature.com/>

2. <http://www.sciencedirect.com/science/journals>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

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

7. 7-Zip;
8. Adobe Acrobat Reader DC;
9. Adobe Flash Player;
10. AkelPad;
11. Cisco Webex Meetings;
12. Document Foundation LibreOffice;
13. Google Chrome;
14. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;
15. Mozilla Firefox ESR;
16. OriginLab Origin 2016 Academic;
17. ownCloud Desktop Client;
18. Tracker Software PDF-XChange Viewer;
19. WinDjView;
20. Zoom Zoom

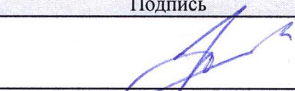
21. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1	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	Комплект оборудования для проведения занятий по основным разделам дисциплины Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 42 посадочных мест; Компьютер - 2 шт.
2	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	Комплект оборудования для проведения занятий по основным разделам дисциплины Комплект учебной мебели на 22 посадочных мест; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.
3	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен. 1, 201	Комплект оборудования для проведения лабораторных занятий по основным разделам дисциплины Сушильный шкаф SNOL 20/300 LFNEс НС - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 2 посадочных мест; Стол лабораторный - 1 шт.; Компьютер - 3 шт.

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
4	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен. 1, 211	Комплект оборудования для проведения лабораторных занятий по основным разделам дисциплины Настольный pH-метр ST3100-F - 1 шт.; Дозатор DragonLab переменного объема 100-1000 мкл - 1 шт.; Дозатор PIPETTE перем. объема 1000-5000 мкл - 1 шт.; Баллон стальной ГОСТ 949-73 - 1 шт.; Термостат ТС-1/80 СПУ - 1 шт.; Центрифуга - 1 шт.; Центрифуга ОПН-12 с двумя роторами - 1 шт.; Дозатор Термо Фишер Сайентифик "Лайт" переменного объема (неавтоклавируемые) - 1 шт.; Гомогенизатор универсальный для пробирок 2-50мл Ultra-Turrax Tube Drive.IKA - 1 шт.; Магнитная мешалка ПЭ-6110 с подогревом - 1 шт.; Вентилятор канальный ВК 200Б - 2 шт.; Спектрофотометр Apel PD-303 - 1 шт.; Магнитная мешалка ПЭ-6100 без подогрева - 1 шт.; Магнитная мешалка BioSan MS-3000 - 1 шт.; Вортекс лабораторный универсальный ХН-D (2800 об/мин/50Вт) - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 3 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов / специализация «Наноструктурные материалы» (прием 2018 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Профессор		Двилис Э.С.
Доцент		Лямина Г.В.

Программа одобрена на заседании Отделения материаловедения (от «25» июня 2018 г. протокол № 5/1).

Заведующий кафедрой - руководитель ОМ
на правах кафедры ИШНПТ

 /В.А. Клименов/

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения (протокол)
2018/2019 учебный год	Изменена система оценивания	№ 7 от 30.08.2018 г.
2019/2020 учебный год	Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем	№19/1 от 01.07.2019 г.
2020/2021 учебный год	Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС.	№ 35 от 29.06.2020 г.