

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 2020 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ**  
**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ**

Направление подготовки/ специальность	22.04.01 Материаловедение и технологии материалов		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Производство изделий из наноструктурных материалов и аддитивные технологии		
Специализация	Производство изделий из наноструктурных материалов и аддитивные технологии -		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	1
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	8	
	Практические занятия	16	
	Лабораторные занятия	24	
	ВСЕГО	48	
	Самостоятельная работа, ч	60	
	ИТОГО, ч	108	

Вид промежуточной аттестации	экзамен	Обеспечивающее подразделение	Отделение материаловедения ИШНПТ
------------------------------	---------	------------------------------	----------------------------------

Заведующий кафедрой - руководитель ОМ на правах кафедры ИШНПТ		В.А. Клименов
Руководитель ООП		О.Л. Хасанов
Преподаватели		О.Л. Хасанов Г.В. Лямина

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	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ОПК(У)-1	Способен решать производственные и/или исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов	И.ОПК(У)-1.1	Применяет научную аргументацию при обосновании новизны, актуальности и практической значимости выбранного научного направления	ОПК(У)-1.1В1	Владеет опытом анализа и систематизации сведений об основных направлениях развития материаловедения наноматериалов
				ОПК(У)-1.1У1	Умеет решать производственные и/или исследовательские задачи, на основе результатов целенаправленного информационно-библиографического, патентного поиска в сфере материаловедения наноматериалов
				ОПК(У)-1.1З1	Знает принципы применения современных интернет-ресурсов, электронных баз данных, научных периодических изданий для профессиональной деятельности поиска в сфере материаловедения наноматериалов
ОПК(У)-5	Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях	И.ОПК(У)-5.2	Представляет тематические аналитические обзоры по проблемам создания функциональных изделий из объемных наноматериалов на основе международных информационно-поисковых систем, удовлетворяющие требованиям новизны, объективности, доказательности	ОПК(У)-5.2В1	Владеет опытом составления тематических аналитических обзоров о свойствах функциональных наноматериалов и изделий из них для высокотехнологичных отраслей.
				ОПК(У)-5.2У1	Умеет определять эффективность научных, конструкторских и технологических разработок в области производства наноматериалов для высокотехнологичных отраслей по критериям обеспечения заданных функциональных свойств и соответствия эксплуатационным требованиям.
				ОПК(У)-5.2У31	Знает современные базы данных научных публикаций, патентов (российских и зарубежных), содержащие сведения о результатах разработок наноматериалов и изделий из них для высокотехнологичных отраслей, об их структуре и эксплуатационных свойствах.

## 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	Применять и систематизировать знания об истории исследований наноматериалов и о результатах мирового уровня (Нобелевские премии за исследования коллоидных частиц, за разработку электронного микроскопа, за разработки гетероструктур, за открытия фуллеренов, графена).	И.ОПК(У)-5.2
РД 2	Применять и систематизировать знания об истории исследований наноматериалов в СССР-России и о результатах для высокотехнологичных отраслей (наноматериалов для атомной промышленности, электроники, авиакосмической техники, химической промышленности, машиностроения, лазерной техники, систем безопасности, биомедицины).	И.ОПК(У)-5.2
РД 3	Анализировать тренды развития направлений разработок наноматериалов и динамики спроса по отраслям на мировых рынках.	И.ОПК(У)-1.1
РД 4	Применять знания об основных мировых центрах промышленных разработок технологий наноматериалов в Европе, США, Японии, Китае, России.	И.ОПК(У)-1.1
РД 5	Выполнять целенаправленный информационно-библиографический поиск в сфере материаловедения наноматериалов с применением современных интернет-ресурсов, электронных баз данных, патентных баз.	И.ОПК(У)-5.2
РД 6	Применять знания об основных международных и российских информационно-издательских ресурсах по публикации достижений в сфере материаловедения наноматериалов (Scopus, Web of Science, Scimago Journal & Country Rank), о принципах рейтингования международных научных периодических журналов по квартилям, импакт-фактору.	И.ОПК(У)-5.2
РД 7	Применять и систематизировать знания о деятельности ведущих международных научных организаций, профессиональных и научных обществ в сфере материаловедения наноматериалов в Европе, США, Японии, Китае, России; об их приоритетных регулярных мероприятиях.	И.ОПК(У)-1.1
РД 8	Выполнять оценку своей научной работы на основании критериального сопоставления с достижениями российских и зарубежных ученых	И.ОПК(У)-1.1
РД 9	Формирует траекторию своей научной деятельности в соответствии с лабораторной базой выпускающего структурного подразделения, вуза и организаций-партнеров	И.ОПК(У)-5.2

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 Современные тренды в наноматериаловедении	РД1	Лекции	1
		Самостоятельная работа	1
	РД2	Лекции	1
		Самостоятельная работа	1
	РД4	Лекции	2
		Самостоятельная работа	2
	РД 7	Лекции	4
		Самостоятельная работа	4
Раздел (модуль) 2 Научное исследование: актуальность, новизна, практическая значимость	РД 3	Практические занятия	2
		Самостоятельная работа	12
	РД 5	Практические занятия	2
		Самостоятельная работа	4
	РД 6	Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	12
	РД 8	Практические занятия	8
		Самостоятельная работа	12
	РД 9	Лабораторные работы	24
		Самостоятельная работа	12

##### Содержание разделов дисциплины:

##### Раздел (модуль) 1. Современные тренды в наноматериаловедении

###### Темы лекций:

1. **История развития исследований наноматериалов.** Общая характеристика и классификация наноматериалов по масштабу размеров. История исследований наноматериалов в мире и в СССР-России. Основные результаты мирового уровня: Нобелевские премии за исследования коллоидных частиц, за разработку электронного микроскопа, за разработки гетероструктур, за открытия фуллеренов, графена. (2 часа).

2. **Практические применения наноматериалов.** Перспективные сегменты рынка нанокерамики, нанокompозитов, нанопорошков. Типы функциональных изделий из наноматериалов. Тренды изменения потребностей рынка наноматериалов по высокотехнологичным отраслям (2 часа).

3. **Подготовка кадров и принципы формирования образовательных программ по материаловедению наноматериалов.** Междисциплинарность нанотехнологий. Требования к широкому спектру компетенций для материаловедения наноматериалов. Конкурентоспособность специалистов - материаловедов в сфере наноматериалов. Сетевые образовательные программы Евросоюза Erasmus Mundus. (2 часа).

**4. Основные направления развития материаловедения наноматериалов на основе анализа интернет-ресурсов, электронных баз данных международных конференций и симпозиумов.** Международный рейтинг научных журналов. Алгоритмы целенаправленного информационно-библиографического, патентного поиска с применением интернет-ресурсов, электронных баз данных, ресурсов международных научных издательств, профессиональных и научных обществ в сфере материаловедения наноматериалов. (2 часа).

## **Раздел (модуль) 2. Научное исследование: актуальность, новизна, практическая значимость**

### **Темы практических занятий:**

1. Анализ научных источников по тематике научно-исследовательской работы (4 часа).
2. Определение преимуществ и ограничений практической реализации и теоретической значимости работ российских и зарубежных авторов (2 часа).
3. Выявление количественных критериев сравнения научных разработок (4 часа).
4. Подготовка и защита проекта по теме научно-исследовательской деятельности (критериальная оценка) (6 часов)

### **Названия лабораторных работ:**

1. Знакомство с оборудованием НОИЦ НМНТ. Демонстрация возможностей приборной базы (12 часов)
2. Знакомство с оборудованием отделения материаловедения. Демонстрация возможностей приборной базы (12 часов)

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

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

- Работа с лекционным материалом
- поиск и обзор литературы и электронных источников информации по теме научно-исследовательской работы
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролируемых мероприятий и др.);
- Структурирование и создание презентаций по теме индивидуального проекта
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку (отрицательный коэффициент линейного расширения, импедансная спектроскопия)
- Описание экспериментальных результатов и оформление отчета (2 шт)
- Подготовка к оценивающим мероприятиям (экзамен);

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

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

1. Хасанов О. Л. Соппротивление материалов. Твердость и трещиностойкость наноструктурных керамик : учебное пособие [Электронный ресурс] / О. Л. Хасанов, В. К. Струц, Э. С. Двилис, З.Г. Бикбаева; Томский политехнический университет — Томск, 2014. — 151 с.: ил. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/62932>

2. Хасанов, О. Л. Методы компактирования и консолидации наноструктурных материалов и изделий [Электронный ресурс] / Хасанов О. Л., Двилис Э. С., Бикбаева З. Г., Качаев А. А., Полисадова В.В. — 3-е изд. (эл.). — Издательство "Лаборатория знаний", 2020. — 272 с. — Книга из коллекции Издательство "Лаборатория знаний" - Нанотехнологии. — ISBN 978-5-00101-716-5. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/135502>

3. Плахотников Е.В. Организация и методология научных исследований в машиностроении: учебник [Электронный ресурс] / Е.В. Плахотников, Протасьев В.Б., Ямников А.С. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. — 316 с. — ISBN 978-5-9729-0391-7. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/124656>

#### **Дополнительная литература (указывается по необходимости)**

1. Андриевский Р.А. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 252 с.

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C224768>

2. Справочник Шпрингера по нанотехнологиям : пер. с англ. : в 3 т. / Московский государственный институт электронной техники (Технический университет) (МИЭТ) ; под ред. Б. Бхушана. — Москва: Техносфера, 2010. — Мир материалов и технологий. — ISBN 978-5-94836-261-8.

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C209902>

3. Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 416 с. <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/LANBOOK%5C2173>

4. Хасанов, О. Л.. Эффекты мощного ультразвукового воздействия на структуру и свойства наноматериалов : учебное пособие [Электронный ресурс] / Хасанов О. Л., Двилис Э. С., Полисадова В. В., Зыкова А. П.,. — ТПУ, 2009. — 148 с. Схема доступа:

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=10364](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=10364)

5. Хасанов О.Л. Метод коллекторного компактирования нано- и полидисперсных порошков : учебное пособие [электронный ресурс] / О. Л. Хасанов, Э. С. Двилис, А. А. Качаев — Томск: Изд-во ТПУ, 2009. — 99 с. Схема доступа:

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

#### **6.2. Информационное и программное обеспечение**

1. Международный рейтинг научных журналов “Scimago Journal & Country Rank <https://www.scimagojr.com>

2. Информационный ресурс International Ceramic Federation (ICF) <http://www.ceramic.or.jp/icf/>

3. Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://elibrary.ru/>

2. База данных Scopus - <https://www.scopus.com>

5. База данных Sciencedirect - <https://www.sciencedirect.com/>

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-Zip;

Adobe Acrobat Reader DC;

Adobe Flash Player;

AkelPad;

Cisco Webex Meetings;

Document Foundation LibreOffice;

Google Chrome;

Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;

Mozilla Firefox ESR;

ownCloud Desktop Client;

Tracker Software PDF-XChange Viewer;

WinDjView; Zoom Zoom

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

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	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, д. 2, 039	Комплект оборудования для проведения лабораторных занятий по основным разделам дисциплины Дифрактометр рентгеновский Shimadzu XRD-7000S - 1 шт.; Компрессор поршневой Aircraft Mobilboy 311/50 - 1 шт.; Высокотемпер.печь СВК5163 - 1 шт.; Сканирующая зондовая нанолаборатория NT-MDT Ntegra Aura - 1 шт.; Высокотемпературный вакуумный дилатометр NETZSCH DIL 402 E/7/G-Рy - 1 шт.; Высокотемпературная вакуумная печь Nabertherm LHT 02/18 - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 3 посадочных мест Компьютер - 4 шт.; Принтер - 1 шт.
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, д. 2, 018	Комплект оборудования для проведения лабораторных занятий по основным разделам дисциплины Сканирующий (растровый) электронный микроскоп JEOL JSM-7500FA - 1 шт.; Установка для производства жидкого азота Cryomech LNP-10 - 1 шт.; Тепловизор Hotfind DXT - 1 шт.; Пресс гидравлический двухходовой 2430В - 1 шт.; Ультрамикротвердомер Shimadzu DUH-211S - 1 шт.; Шлифовально-полировальная система Buehler EcoMet 300 Pro - 1 шт.;

		<p>Баллон под азот 40л - 1 шт.;</p> <p>Манометр ДМ 5001 Е - 1 шт.; Штангенциркуль электрон. - 1 шт.;</p> <p>Шлифовально-полировальная система EcoMet 300 Pro - 1 шт.;</p> <p>Установка для спекания объёмных наноматериалов в разряде плазмы Dr. Sinter Lab SPS-515S - 1 шт.;</p> <p>Точило - 1 шт.;</p> <p>Мельница шаровая лабораторная "МШЛ-1П" - 1 шт.;</p> <p>Преобразователь ПМС-2,0 - 1 шт.;</p> <p>Весы лабораторные ВЛТЭ-150г с гирей калибровочной 100 F1 - 1 шт.;</p> <p>Инверторный аппарат ARC-160"Сварог" с реостатом балластным - 1 шт.;</p> <p>Компрессор поршневой Aircraft Compact Air BX 330 OF - 1 шт.;</p> <p>Испытательный пресс ИП-500М-авто - 1 шт.;</p> <p>Фотоаппарат цифровой Digital Camera - 1 шт.;</p> <p>Вентилятор центр.СТ 200-4 - 1 шт.;</p> <p>Ступка механическая - 1 шт.;</p> <p>Весы ВЛР-200 - 1 шт.;</p> <p>Комплект ультразвукового лабораторного оборудования ИЛ10-5.0 - 1 шт.;</p> <p>Баллон с азотом - 1 шт.;</p> <p>Весы Shinko AJ-420CE - 1 шт.;</p> <p>Датчик амплитуды - 1 шт.;</p> <p>Рентгеновский детектор РКА-1 - 1 шт.;</p> <p>Ультразвуковая ванна для очистки Quick218-100 - 1 шт.;</p> <p>Штатив - 1 шт.;</p> <p>Толщиномер ультразвуковой TIME TT130 - 1 шт.;</p> <p>Таймер с контроллером - 1 шт.;</p> <p>Тележка гидравлическая СВУ25-П - 1 шт.;</p> <p>Ультразвуковой генератор УЗГ-2-22М - 1 шт.;</p> <p>Комплект учебной мебели на 3 посадочных мест;</p> <p>Компьютер - 2 шт.</p>
5.	<p>Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория)</p> <p>634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен. 1, 202</p>	<p>Комплект оборудования для проведения лабораторных занятий по основным разделам дисциплины</p> <p>Учебно-научная лаборатория по нанотехнологии NanoEducator - 1 шт.;</p> <p>Комплект учебной мебели на 8 посадочных мест</p> <p>Компьютер - 2 шт.; Принтер - 1 шт.</p>
6.	<p>Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория)</p>	<p>Комплект оборудования для проведения лабораторных занятий по основным разделам дисциплины</p> <p>Настольный рН-метр ST3100-F - 1 шт.;</p> <p>Дозатор DragonLab переменного объема 100-1000 мкл - 1 шт.;</p> <p>Дозатор PIPETTE перем. объема 1000-5000 мкл - 1 шт.;</p> <p>Нано-распылительная сушилка BUCHI Nano Spray</p>

634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен. 1, 211	Dryer B-90 - 1 шт.; Кондуктометр S30-K Seven Easy с штативом для электрода - 1 шт.; Баллон стальной ГОСТ 949-73 - 1 шт.; Высокотемпературная атмосферная печь LAC VP 20/17 - 1 шт.; Термостат ТС-1/80 СПУ - 1 шт.; Центрифуга - 1 шт.; Центрифуга ОПН-12 с двумя роторами - 1 шт.; Электрофоретическая камера Model 111 Mini IEF Cell - 1 шт.; Дозатор Термо Фишер Сайентифик "Лайт" переменного объема (неавтоклавируемые) - 1 шт.; Гомогенизатор универсальный для пробирок 2-50мл Ultra-Turax Tube Drive.ИКА - 1 шт.; Центрифуга для разделения суспензий Eppendorf 5702 - 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 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов / специализация «Производство изделий из наноструктурных материалов и аддитивные технологии» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Профессор	О.Л. Хасанов
Доцент	Г.В. Лямина

Программа одобрена на заседании Отделения материаловедения ИШНПТ (протокол № 35 от 29.06.2020).

Руководитель выпускающего отделения,  
д.т.н, профессор

 /В.А. Клименов/

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

<b>Учебный год</b>	<b>Содержание /изменение</b>	<b>Обсуждено на заседании Отделения материаловедения (протокол)</b>
2020/2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем	№ 36/1 от 01.09.2020 г.