

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

Яковлев А.Н.

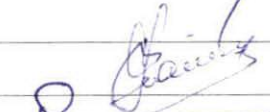
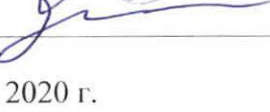
« 30 » 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2019 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ**

**Наноструктурные материалы на металлической и керамической основе:  
технологии, структура и свойства**

|                                                         |                                                      |         |     |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------|-----|
| Направление подготовки/<br>специальность                | 22.04.01 Материаловедение и технологии<br>материалов |         |     |
| Образовательная программа<br>(направленность (профиль)) | Materials Science/Материаловедение                   |         |     |
| Специализация                                           | Materials Science /Материаловедение                  |         |     |
| Уровень образования                                     | высшее образование - магистратура                    |         |     |
|                                                         |                                                      |         |     |
| Курс                                                    | 1                                                    | семестр | 2   |
| Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах)          | 6                                                    |         |     |
| Виды учебной деятельности                               | Временной ресурс                                     |         |     |
| Контактная (аудиторная)<br>работа, ч                    | Лекции                                               |         | 16  |
|                                                         | Практические занятия                                 |         | 40  |
|                                                         | Лабораторные занятия                                 |         | 24  |
|                                                         | ВСЕГО                                                |         | 80  |
| Самостоятельная работа, ч                               |                                                      |         | 136 |
| ИТОГО, ч                                                |                                                      |         | 216 |

|                                 |         |                                 |          |
|---------------------------------|---------|---------------------------------|----------|
| Вид промежуточной<br>аттестации | Экзамен | Обеспечивающее<br>подразделение | ОМ ИШНПТ |
|---------------------------------|---------|---------------------------------|----------|

|                                                                                            |                                                                                      |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Заведующий кафедрой -<br>руководитель отделения<br>материаловедения (на правах<br>кафедры) |  | В.А. Клименов |
| Руководитель ООП                                                                           |  | С.В. Панин    |
| Преподаватель                                                                              |  | С.В. Матренин |

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (5 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| ПК(У)-1         | Способен обоснованно (осмысленно) использовать знания основных типов металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач                              | И.ПК(У)-1.3                       | Использует знания основных типов металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов, для дальнейшего внедрения в производство технологии получения керамических, металлических наноматериалов и изделий | ПК(У)-1.331                                                 | Знает методы и средства испытаний и диагностики, исследования и контроля качества наноматериалов; имеет основные представления о физических методах исследования свойств современных конструкционных и функциональных неорганических (металлических и неметаллических) и органических (полимерных и углеродных) наноматериалов;                                                           |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                   | ПК(У)-1.3У1                                                 | Умеет применять методы и средства испытаний и диагностики, контроля качества наноматериалов, деталей и изделий, умеет применять все виды исследовательского, контрольного и испытательного оборудования, аналитической аппаратуры, компьютерное программное обеспечение для обработки результатов и анализа полученных данных, оценки и прогнозирования их эксплуатационных характеристик |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                   | ПК(У)-1.3В1                                                 | Владеет опытом получения материалов методами компактирования порошков и нанопорошков                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| ПК(У)-3         | Способен осуществлять анализ новых технологий производства материалов и разрабатывать рекомендации по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности | И.ПК(У)-3.4                       | Использует знания в технологии производства и разработки порошковых композиционных материалов с заданными свойствами                                                                                                                                              | ПК(У)-3.431                                                 | Знает технологические процессы создания композиционных, порошковых материалов, современных научных концепций с целью повышения их конкурентоспособности                                                                                                                                                                                                                                   |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                   | ПК(У)-3.4У1                                                 | Умеет разрабатывать рекомендации по составу и способам обработки порошковых композиционных материалов                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                   | ПК(У)-3.4В1                                                 | Владеет опытом осуществлять анализ разработки новых технологии производства порошковых композиционных материалов в зависимости от назначения и требуемых характеристик, а также исходя из экономических соображений                                                                                                                                                                       |

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

Дисциплина относится к базовой 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                                          | Знать определение, классификацию и особенности физико-механических свойств наноструктурированных керамических и металлических материалов, композиционных материалов на их основе, современные тенденции их развития.                                           | И.ПК(У)-1.3                      |
| РД-2                                          | Уметь определять и анализировать механические, теплофизические и электрофизические характеристики керамик, металлов и сплавов и композиционных материалов на их основе.                                                                                        | И.ПК(У)-1.3                      |
| РД -3                                         | Владеть технологическими основами получения наноструктурных керамик и металлов, приборами и установками, методами проведения механических испытаний, методами определения теплофизических и электрических свойств керамик, металлов и композитов на их основе. | И.ПК(У)-3.4                      |

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. |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------|-------------------|
| <b>Раздел 1. Наноструктурные материалы, их классификация и методы получения.</b> | РД 1, РД 2                                   | Лекции                    | 6                 |
|                                                                                  |                                              | Практические занятия      | 16                |
|                                                                                  |                                              | Самостоятельная работа    | 52                |
| <b>Раздел 2. Свойства и применение объемных наноматериалов.</b>                  | РД 1, РД 2                                   | Лекции                    | 6                 |
|                                                                                  |                                              | Практические занятия      | 12                |
|                                                                                  |                                              | Лабораторные занятия      | 12                |
|                                                                                  |                                              | Самостоятельная работа    | 42                |
| <b>Раздел 3. Методы исследования нанопорошков и наноматериалов.</b>              | РД 2, РД 3                                   | Лекции                    | 4                 |
|                                                                                  |                                              | Практические занятия      | 12                |
|                                                                                  |                                              | Лабораторные занятия      | 12                |
|                                                                                  |                                              | Самостоятельная работа    | 42                |

Содержание разделов дисциплины:

##### **Раздел 1. Наноструктурные материалы, их классификация и методы получения.**

*В разделе 1 формулируется предмет изучения дисциплины, приводится характеристика нанотехнологий и наноматериалов, их классификация. Изучаются методы получения объемных наноматериалов компактированием и в процессе интенсивной пластической деформации.*

##### **Темы лекций:**

1. Нанотехнологии и наноматериалы. Классификация наноматериалов.
2. Получение объемных наноматериалов.
3. Порошковая металлургия (компактирование) наноматериалов. Интенсивная пластическая деформация.

##### **Темы практических занятий:**

1. Представление презентаций по темам Раздела 1.

## **Раздел 2. Свойства и применение объемных наноматериалов.**

*В разделе 2 будут изучены электронное строение и структура наноматериалов, вопросы неравновесной термодинамики. Будут рассмотрены механические, теплофизические, электрофизические и магнитные свойства наноматериалов на металлической и керамической основе.*

### **Темы лекций:**

1. Электронное строение и структура наноматериалов. Фазовое равновесие и термодинамика.
2. Механические и теплофизические свойства наноматериалов.
3. Электрические, магнитные свойства и диффузионные свойства наноматериалов.

### **Темы практических занятий:**

1. Представление презентаций по темам Раздела 2.

### **Названия лабораторных работ:**

1. Исследование свойств металлических и керамических нанопорошков.
2. Подготовка порошковых смесей заданных составов к формованию.
3. Компактирование нанопорошков.
4. Исследование процессов спекания керамических прессовок.
5. Исследование процессов вакуумного спекания металлических прессовок.
6. Горячее прессование керамики.

## **Раздел 3. Методы исследования нанопорошков и наноматериалов.**

*В разделе 3 изучаются современные методы исследования структуры и свойств наночастиц, нанопорошков, объемных наноматериалов и наноструктурных покрытий. В практической части будет проведен цикл лабораторных работ по исследованию структуры и свойств наноматериалов.*

### **Темы лекций:**

1. Методы исследования свойств наночастиц и нанопорошков.
2. Методы исследования структуры и свойств объемных наноматериалов и наноструктурных покрытий.

### **Темы практических занятий:**

1. Представление презентаций по темам Раздела 3.

### **Названия лабораторных работ:**

1. Исследование формы и размера металлических и керамических наночастиц методом растровой электронной микроскопии.
2. Рентгеноструктурный анализ нанопорошков и объемных наноматериалов.
3. Исследование структуры объемных наноматериалов методом растровой электронной микроскопии.
4. Индентирование спеченных наноструктурных материалов.
5. Скрэч-тестинг спеченных наноструктурных материалов.
6. Индентирование нанопокровов.

## **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 индивидуально заданной проблеме курса;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

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

### **Основная литература**

1. Матренин С.В. Наноструктурные материалы в машиностроении: учебное пособие [Электронный ресурс] / С. В. Матренин, Б. Б. Овечкин. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m33.pdf>
2. Андриевский Р.А. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы. - Издательство "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2017. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/94128?category=3827>
3. Колмаков А.Г., Баринов С.М., Алымов М.И. Основа технологий и применение наноматериалов. - Издательство "Физматлит", 2012. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/59644>

### **Дополнительная литература**

1. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. - Издательство "Физматлит", 2009. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/2173>
2. Волочко, А. Т.. Огнеупорные и тугоплавкие керамические материалы [Электронный ресурс] / Волочко А. Т., Подболотов К. Б., Дятлова Е. М.. – Минск: Белорусская наука, 2013. – 385 с.. – Книга из коллекции Белорусская наука - Инженерно-технические науки.. – ISBN 978-985-08-1640-5. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/90503>
3. Штремель М.А. Материаловедение: неметаллические и композиционные материалы: курс лекций [Электронный ресурс]. - Москва: МИСИС, 2013. - 77 с. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/117282>

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

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

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; Ansys 2020; Ascon KOMPAS-3D 18 Education Concurrent MCAD ECAD; Cisco Webex Meetings; Dassault Systemes SOLIDWORKS 2020 Education; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Oracle VirtualBox; 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 (компьютерный класс)<br>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)<br>634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 141 | Компьютер - 11 шт.; Принтер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.;<br>Микрозондовая система для определения свойств материалов - 1 шт. |

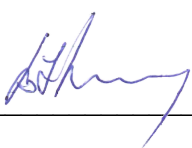
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, специализация «Materials Science /Материаловедение» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик:

| Должность | ФИО           |
|-----------|---------------|
| Доцент    | Матренин С.В. |

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения материаловедения Инженерной школы новых производственных технологий (протокол №19/1 от 01.07.2019).

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

 /Клименов В.А./

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

| Учебный год              | Содержание /изменение                                                                                                                                                                                                                  | Обсуждено на заседании<br>Отделения материаловедения<br>(протокол) |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 2020/2021<br>учебный год | 1. Обновлено программное обеспечение<br>2. Обновлен состав профессиональных баз данных и<br>информационно-справочных систем<br>3. Обновлено содержание разделов дисциплины<br>4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок<br>ЭБС | № 35 от 29.06.2020 г.                                              |