

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 2019 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

**Современные методы структурного анализа в материаловедении**

Направление подготовки/ специальность	22.04.01 Материаловедение и технологии материалов	
Образовательная программа (направленность (профиль))	Materials Science /Материаловедение	
Специализация	Materials Science /Материаловедение	
Уровень образования	высшее образование - магистратура	
Курс	1	1 семестр
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6	
Виды учебной деятельности	Временной ресурс	
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	8
	Практические занятия	24
	Лабораторные занятия	32
	ВСЕГО	64
Самостоятельная работа, ч		152
ИТОГО, ч		216

Вид промежуточной  
аттестации

**экзамен**

Обеспечивающее  
подразделение

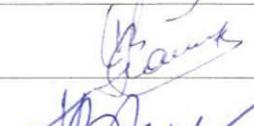
**Отделение  
материаловедения**

Заведующий кафедрой -  
руководитель отделения  
материаловедения (на правах  
кафедры)



**В.А. Клименов**

Руководитель ООП



**С.В. Панин**

Преподаватель



**Г.А. Воронова**

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины (модуля)

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	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ОПК(У)-4	Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической деятельности	И.ОПК(У)-4.3	Представление аналитического обзора по избранной проблеме научно-исследовательской работы в области исследования микроструктуры, элементного и фазового состава наноматериалов	ОПК(У)-4.3В1	Владеет опытом составления аналитических обзоров в области исследования микроструктуры, элементного и фазового состава наноматериалов
				ОПК(У)-4.3У1	Умеет работать с научной и справочной литературой: пользоваться библиотечными каталогами, справочно-информационными изданиями, электронными базами данных
				ОПК(У)-4.3У31	Знает ключевые источники научно-технической информации, в том числе современные электронные базы данных; алгоритм действий при проведении поиска и отбора необходимых литературных источников; требования, предъявляемые к оформлению и документированию собранной информации
ПК(У)-7	Способен организовать проведение анализа и анализировать структуру новых материалов, адаптировать методики исследования свойств материалов к потребностям производства и разрабатывать специальные методики	И.ПК(У)-7.2	Использует методики определения элементного состава и аттестации структуры материалов с использованием методов электронной микроскопии	ПК(У)-7.2В1	Владеет практическими навыками определения элементного состава и оценки параметров структуры материалов с использованием методов электронной микроскопии
				ПК(У)-7.2У1	Умеет эксплуатировать оборудование, позволяющее исследовать элементный состав, зеренную и дефектную субструктуру материалов
				ПК(У)-7.2У31	Знает принцип работы и устройство сканирующего и просвечивающего электронных микроскопов; условия выбора материалов и методики приготовления объектов для проведения исследований сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии; способы обработки экспериментальных данных, полученных методами электронной микроскопии.
		И.ПК(У)-7.3	Использует методики определения фазового состава и параметров тонкой структуры материалов с использованием метода рентгеновской дифрактометрии	ПК(У)-7.3В1	Владеет практическими навыками определения фазового состава и оценки параметров тонкой структуры материалов с использованием метода рентгеновской дифрактометрии
				ПК(У)-7.3У1	Умеет эксплуатировать оборудование, позволяющее исследовать фазовый состав и проводить оценку параметров тонкой структуры материалов
				ПК(У)-7.3У31	Знает принцип работы и устройство рентгеновского дифрактометра; условия выбора материалов и методики приготовления объектов для проведения исследований методами рентгеновской дифрактометрии, способы обработки экспериментальных данных, полученных методами рентгеновской дифрактометрии

## 2. Место дисциплины 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	Определять размерные параметры второй фазы (средний размер частиц, межпластинчатое расстояние в структурах пластинчатого типа, объемную долю структурных составляющих)	И.ПК(У)-7.3
РД 2	Проводить анализ дислокационной субструктуры материалов: выявлять элементы дефектной субструктуры, определять тип дислокационной субструктуры, рассчитывать плотность дислокаций	И.ПК(У)-7.3
РД 3	Осуществлять подготовку исследуемых образцов для проведения исследований методами электронной микроскопии	И.ПК(У)-7.3
РД 4	Получать изображения микроструктуры исследуемых образцов с помощью просвечивающего электронного микроскопа	И.ПК(У)-7.3
РД 5	Проводить определение локального элементного и фазового составов исследуемых образцов	И.ПК(У)-7.3
РД 6	Определять размерные параметры (средний размер, объемную долю) структурных составляющих исследуемых материалов	И.ПК(У)-7.3
РД 7	Получать дифрактограммы для исследуемых образцов на рентгеновском дифрактометре и проводить их первичную обработку	И.ПК(У)-7.2
РД 8	Выполнять качественный фазовый анализ исследуемых образцов	И.ПК(У)-7.2
РД 9	Определять параметры тонкой структуры (размер областей когерентного рассеяния, величина микронапряжений) для наноструктурных материалов	И.ПК(У)-7.2
РД 10	Представлять аналитические обзоры в области методов, применяемых для аттестации структуры материалов и определения их элементного и фазового состава	И.ОПК(У)-4.3
РД 11	Знать ключевые источники научно-технической информации, в том числе современные электронные базы данных научных публикаций в России и за рубежом, включая Интернет-ресурсы, содержащие данные по методам аттестации структуры материалов и определения их фазового состава	И.ОПК(У)-4.3

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
<b>Раздел (модуль) 1. Микроструктура материалов и ее параметры</b>	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	28
	РД10	Самостоятельная работа	6
	РД11	Самостоятельная работа	4
<b>Раздел (модуль) 2. Сканирующая электронная микроскопия</b>	РД 2	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	10
		Самостоятельная работа	28
	РД 10	Самостоятельная работа	6
	РД 11	Самостоятельная работа	4
<b>Раздел (модуль) 3. Дифракционный анализ кристаллической структуры</b>	РД7	Лекция	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	10
	РД8	Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	10
	РД9	Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	8
	РД10	Самостоятельная работа	6
РД11	Самостоятельная работа	4	
<b>Раздел (модуль) 4. Просвечивающая электронная микроскопия</b>	РД3	Практические занятия	2
		Самостоятельная работа	2
	РД4	Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	8
	РД5	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	10
	РД6	Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	8
	РД 10	Самостоятельная работа	6
	РД 11	Самостоятельная работа	4

Содержание разделов дисциплины:

### **Модуль 1. МИКРОСТРУКТУРА МАТЕРИАЛОВ И ЕЕ ПАРАМЕТРЫ**

**Темы лекций:**

1. Микроструктура: масштабные уровни и параметры

**Темы практических занятий:**

1. Количественные характеристики поликристаллических материалов
2. Структурные составляющие железоуглеродистых сплавов. Свойства перлита
3. Структура и механизмы упрочнения металлов и сплавов

**Названия лабораторных работ:**

1. Определение среднего размера зерна
2. Определение степени дисперсности пластинчатого перлита
3. Определение доли зерен второй фазы

### **Модуль 2. СКАНИРУЮЩАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ**

**Темы лекций:**

1. Применение сканирующей электронной микроскопии для решения задач структурного анализа.

**Темы практических занятий:**

1. Классификация, эволюция и самоорганизация дислокационных структур в металлах и сплавах.
2. Механизмы упрочнения материала частицами второй фазы.
3. Исследование поверхности наноматериалов с помощью сканирующей зондовой микроскопии.

**Названия лабораторных работ:**

1. Изучение дислокационной субструктуры металлов и сплавов. Классификация ДСС.
2. Упрочнение материала при формировании дислокационной субструктуры.

### **Модуль 3. ДИФРАКЦИОННЫЙ АНАЛИЗ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ**

**Темы лекций:**

1. Основы метода рентгеновской дифрактометрии.

**Темы практических занятий:**

1. Качественный и количественный фазовый анализ.
2. Прецизионные методы определения периода решетки.
3. Характеристики тонкой структуры нанокристаллических материалов.

**Названия лабораторных работ:**

1. Определение кристаллической структуры элементов и соединений с решеткой высшей сингонии.
2. Определение характеристик тонкой структуры для нанокристаллических материалов.

### **Модуль 4. ПРОСВЕЧИВАЮЩАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ**

**Темы лекций:**

1. Применение просвечивающей электронной микроскопии для решения задач структурного анализа.

### **Темы практических занятий:**

1. Методы приготовления образцов для анализа методом ПЭМ.
2. Калибровка электронного микроскопа и приготовление тест-объекта.
3. Микрорентгеноспектральный анализ элементного состава образцов.

### **Названия лабораторных работ:**

1. Индицирование кольцевых электронограмм для нанокристаллических материалов.
2. Определение количественных параметров микроструктуры нанокристаллических материалов

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

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

- Работа с лекционным материалом
- поиск и обзор литературы и электронных источников информации по теме индивидуального проекта
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- Структурирование и создание презентаций по теме индивидуального проекта
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку
- Описание экспериментальных результатов и оформление отчета
- Подготовка к оценивающим мероприятиям (экзамен)

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

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

#### **Основная литература**

1. Методы исследования структуры и свойств керамических материалов: учебное пособие [Электронный ресурс] / И. А. Божко [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 1 компьютерный файл (pdf; 5.1 МВ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://ezproxy.ha.tpu.ru:2230/fulltext2/m/2014/m208.pdf>
2. Кузнецов, Максим Александрович. Управление структурой и свойствами поверхностного слоя за счет модифицирования ультрадисперсными порошками: монография [Электронный ресурс] / М. А. Кузнецов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Юргинский технологический институт (ЮТИ). – 1 компьютерный файл (pdf; 10.3 МВ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2019. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. Схема доступа: <https://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2019/m016.pdf> (контент)
3. Алешин, Н. П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений: учебник [Электронный ресурс] / Н. П. Алешин. – 2-е изд. – Москва: Машиностроение, 2013. – 576 с. – ISBN 978-5-94275-695-6. – Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/63211>

#### **Литература на английском языке (в фонде ОМ)**

1. Structure from Diffraction Methods: Inorganic Materials Series. Duncan W. Bruce (Editor). ISBN: 978-1-119-95322-7. 360 pages. 2014.
2. Basic Concepts of X-Ray Diffraction. Emil Zolotoyabko. ISBN: 978-3-527-33561-9. 304

- pages. 2014.
3. Basic Concepts of X-Ray Diffraction. Emil Zolotoyabko. ISBN: 978-3-527-33561-9. 304 pages. 2014

## 6.2 Информационное и программное обеспечение

1. Воронова, Гульнара Альфридовна. Современные методы структурного анализа в материаловедении: электронный курс [Электронный ресурс] / Г. А. Воронова, Ю. Ф. Иванов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт физики высоких технологий (ИФВТ), Кафедра наноматериалов и нанотехнологий (НМНТ). – Электрон. дан. – Томск: TPU Moodle, 2016. – Схема доступа: <http://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=1167>
2. <http://www.nanoware.ru/> – сайт о нанотехнологиях в России;
3. <http://www.nanometer.ru> – нанотехнологическое сообщество;
4. <http://nanodigest.ru/> – интернет-журнал о нанотехнологиях;
5. <http://www.nanorf.ru/> – Российский электронный НАНОЖУРНАЛ;
6. <http://nano-info.ru/> – Нанотехнологии. Научно-информационный портал по нанотехнологиям;
7. <http://www.nanoevolution.ru/cat/nanomedicina/> – Нанотехнологии: сегодня и будущее.

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):

Own Cloud Desktop Client; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Cisco Webex Meetings; Far Manager; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; OriginLab Origin 2016 Academic; 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, 302	Проектор - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест.
2	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория)  634028, Томская область, г. Томск,	Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 22 посадочных мест

	Ленина проспект, 2, строен. 1, 210	
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, 018	Компьютер - 3 шт., Комплект учебной мебели на 3 посадочных мест; Сканирующий (растровый) электронный микроскоп JEOL JSM-7500FA - 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, 021А	Ультразвуковой толщиномер 38DLPlus - 1 шт.; Система пробоподготовки EM-09100IS - 1 шт.; Просвечивающий электронный микроскоп JEOL JEM-2100F с системой подготовки проб - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 2 посадочных мест

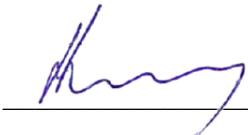
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов / специализация Materials Science (Материаловедение)» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Доцент	Г.А. Воронова

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

 / В.А. Клименов /

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

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