

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

Директор Инженерной школы новых
производственных технологий

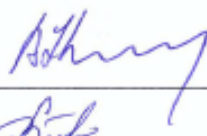
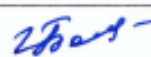
А.Н. Яковлев

«30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2017
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Дифракционные, спектроскопические и зондовые методы исследования материалов

Направление подготовки/ специальность	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Материаловедение и технологии материалов		
	Наноструктурные материалы		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	3	семестр	6
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия	8	
	Лабораторные занятия	8	
	ВСЕГО	32	
Самостоятельная работа, ч		76	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	Отделение материаловедения ИШНПТ
Заведующий кафедрой - руководитель ОМ на правах кафедры ИШНПТ			Клименов В.А.
Руководитель ООП			Ваулина О.Ю.
Преподаватель			Божко И.А.

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	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
			Код	Наименование
ПК(У)-4	Способен использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации	Р10	ПК(У)-4.В1	Владеет практическими навыками исследования микроструктуры и определения фазового состава, а также проведения оценки параметров структуры материалов с использованием методов рентгеновской дифрактометрии и просвечивающей электронной микроскопии
			ПК(У)-4.У1	Умеет эксплуатировать оборудование, позволяющее исследовать микроструктуру фазовый состав материалов
			ПК(У)-4.31	Знает принцип работы и устройство рентгеновского дифрактометра и просвечивающего электронного микроскопа; условия выбора материалов и методики приготовления объектов для проведения исследований методами рентгеновской дифрактометрии и просвечивающей электронной микроскопии; способы обработки экспериментальных данных, полученных методами рентгеновской дифрактометрии и просвечивающей электронной микроскопией.

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		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Получать дифрактограммы для исследуемых образцов на рентгеновском дифрактометре и проводить их первичную обработку	ПК(У)-4
РД-2	Выполнять качественный фазовый анализ исследуемых образцов	ПК(У)-4
РД-3	Определять параметры тонкой структуры (размер областей когерентного рассеяния, величина микронапряжений) для наноструктурных материалов	ПК(У)-4
РД-4	Получать изображения микроструктуры исследуемых образцов с помощью просвечивающего электронного микроскопа	ПК(У)-4
РД-5	Проводить определение локального элементного и фазового составов исследуемых образцов	ПК(У)-4
РД-6	Определять размерные параметры (средний размер, объемную долю) структурных составляющих исследуемых материалов	ПК(У)-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.
Раздел (модуль) 1. Методы рентгеновской дифрактометрии	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	8
		Самостоятельная работа	20
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	8
		Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	8
Раздел (модуль) 2. Методы просвечивающей электронной микроскопии	РД-4 РД-5 РД-6	Лекции	8
		Самостоятельная работа	20
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	8
		Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	8

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Методы рентгеновской дифрактометрии

В модуле 1 раскрываются темы: природа и свойства рентгеновских лучей, способы их получения и регистрации, устройство и принцип работы рентгеновского дифрактометра, методика проведения первичной обработки экспериментальных дифрактограмм, методика проведения качественного фазового анализа исследуемых материалов. Оценка параметров тонкой структуры нанокристаллических материалов.

Темы лекций:

1. Природа и свойства рентгеновских лучей, их получение и регистрация.
2. Качественный рентгенофазовый анализ.
3. Устройство и принцип работы рентгеновского дифрактометра.
4. Анализ особенностей структуры, влияющих на ширину рентгеновских линий.

Темы практических занятий:

1. Проведение первичной обработки дифрактограммы исследуемого вещества.
2. Прецизионные методы определения периода кристаллической решетки.

Названия лабораторных работ:

1. Определение кристаллической структуры элементов и соединений с кубической решеткой.
2. Определение размеров ОКР и величины микронапряжений.

Раздел 2. Методы просвечивающей электронной микроскопии

В модуле 2 раскрываются темы: электронно-оптическая схема и принцип работы просвечивающего электронного микроскопа, методика подготовки проб для проведения анализа методом просвечивающей электронной микроскопии, методика проведения калибровки просвечивающего электронного микроскопа, основные принципы проведения исследований микроструктуры нанокристаллических материалов и оценка количественных параметров их структуры, особенности формирования дифракционных картин и методика их индентирования.

Темы лекций:

1. Основы просвечивающей электронной микроскопии.
2. Устройство и принцип работы просвечивающего электронного микроскопа.
3. Методы приготовления образцов для анализа методом ПЭМ.
4. Рентгеноспектральный микроанализ.

Темы практических занятий:

1. Калибровка ПЭМ. Определение постоянной прибора.
2. Обработка и графическое представление результатов ПЭМ исследований.

Названия лабораторных работ:

1. Индицирование дифракционных картин от поликристаллических образцов.
2. Оценка параметров структуры кристаллического материала по данным ПЭМ.

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 контролируемых мероприятий);
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**6.1. Учебно-методическое обеспечение**

1. Суржигов А.П. Радиационные методы контроля. Рентгеновская дифрактометрия : учебное пособие [Электронный ресурс] / А. П. Суржигов, А. М. Притулов, Е. А. Васендина; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 3.6 MB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – Схема доступа: <http://ezproxy.ha.tpu.ru:2230/fulltext2/m/2014/m242.pdf>

2. Методы исследования структуры и свойств керамических материалов: учебное пособие [Электронный ресурс] / И. А. Божко [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Схема доступа: <http://ezproxy.ha.tpu.ru:2230/fulltext2/m/2014/m208.pdf>

3. Портной, В. К.. Дефекты кристаллического строения металлов и методы их анализа [Электронный ресурс] / Портной В. К., Новиков А. И., Головин И. С. – Москва: МИСИС, 2015. – 508 с. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Схема доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=69739

Дополнительная литература (указывается по необходимости)

1. Кришталл М.М., Ясников И.С., Полунин В.И. и др. Сканирующая электронная микроскопия и рентгеноспектральный микроанализ в примерах практического применения. – М.: Техносфера, 2009. – 208 с.
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C163718>
2. Синдо Д. Аналитическая просвечивающая электронная микроскопия: пер. с англ. / Д. Синдо, Т. Оикава. – Москва: Техносфера, 2006. – 253 с.
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C123444>
3. Горелик С.С. Рентгенографический и электроннооптический анализ: Практическое руководство / С. С. Горелик, Л. Н. Расторгуев, Ю. А. Скаков. – 2-е изд., перераб. и доп.. – Москва: Металлургия, 1970. – 368 с.
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C48446>
4. Ковба Л.М. Рентгенофазовый анализ / Л.М. Ковба, В.К. Трунов. – 2-е изд., доп. и перераб. – Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1976. – 232 с.
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C39655>
5. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия / Я.С. Уманский., Ю.А. Скаков, А.Н. Иванов, Л.Н. Расторгуев - М.: Металлургия, 1982. – 631 с.
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C80469>
6. Утевский Л. М. Дифракционная электронная микроскопия в металловедении. М.: Металлургия, 1973. – 583 с.
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C48380>
7. Хирш П., Хови А. и др. Электронная микроскопия тонких кристаллов. – Москва, Мир. – 1968. – 574 с.
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C46355>
8. Миркин Л.И. Рентгеноструктурный анализ. Индексирование рентгенограмм. Справочное руководство. – М., Наука, 1981. – 495 с.
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C45494>
9. Томас Г. Просвечивающая электронная микроскопия материалов: пер.с англ. / Г. Томас, М. Дж. Гориндж. – Москва: Наука, 1983. – 320 с.
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C72673>
10. Шиммель Г. Методика электронной микроскопии: пер. с нем. / Г. Шиммель. – Москва: Мир, 1972. – 300 с.
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C281002>
11. Батаев, Владимир Андреевич. Методы структурного анализа материалов и контроля качества деталей : учебное пособие / В. А. Батаев, А. А. Батаев, А. П. Алхимов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006. — 220 с.
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C140648>
12. Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ в 2-х книгах: пер. с англ.: / Дж. Гоулдстейн [и др.] ; под ред. В. И. Петрова. — М.: Мир, 1984. — Кн. 1. — 303 с.
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C116965>
13. Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ в 2-х книгах: пер. с англ.: / Дж. Гоулдстейн [и др.] ; под ред. В. И. Петрова. – М. : Мир , 1984. – Кн. 2. — 1984. – 384 с.
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C116961>

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. <http://www.nanoware.ru/> – сайт о нанотехнологиях в России;
2. <http://www.nanometer.ru> – нанотехнологическое сообщество;
3. <http://nanodigest.ru/> – интернет-журнал о нанотехнологиях;

4. <http://www.nanorfu.ru/> – Российский электронный НАНОЖУРНАЛ;
5. <http://nano-info.ru/> – Нанотехнологии. Научно-информационный портал по нанотехнологиям;
6. <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**):

7-Zip;
 Adobe Acrobat Reader DC;
 Adobe Flash Player;
 AkelPad;
 Cisco Webex Meetings;
 Document Foundation LibreOffice;
 Google Chrome;
 Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;
 Mozilla Firefox ESR;
 OriginLab Origin 2016 Academic;
 ownCloud Desktop Client;
 Tracker Software PDF-XChange Viewer;
 WinDjView;
 Zoom Zoom

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

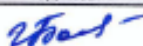
В учебном процессе используется следующее оборудование:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	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.; Комплект учебной мебели на 3 посадочных мест Компьютер - 4 шт.; Принтер - 1 шт.
2.	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	Комплект оборудования для проведения лабораторных занятий по основным разделам дисциплины Ультразвуковой толщиномер 38DLPlus - 1 шт.; Система пробоподготовки EM-09100IS - 1 шт.; Баллон стальной ГОСТ 949-73 - 1 шт.; Просвечивающий электронный микроскоп JEOL JEM-2100F с системой подготовки проб - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 2 посадочных мест;

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
		Компьютер - 1 шт.
3.	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.
4.	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.
5.	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.; Шлифовально-полировальная система Buehler EcoMet 300 Pro - 1 шт.; Баллон под азот 40л - 1 шт.; Штангенциркуль электрон. - 1 шт.; Шлифовально-полировальная система EcoMet 300 Pro - 1 шт.; Весы Shinko AJ-420CE - 1 шт.; Датчик амплитуды - 1 шт.; Рентгеновский детектор РКА-1 - 1 шт.; Ультразвуковая ванна для очистки Quick218-100 - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 3 посадочных мест; Компьютер - 2 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов / специализация «Наноструктурные материалы» (прием 2017 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент		И.А. Божко

Программа одобрена на заседании кафедры наноматериалов и нанотехнологий Института физики высоких технологий (протокол от «24» июня 2017 г. № 4).

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	1. Изменена система оценивания	№ 7 от 30.08.2018 г.
2019/2020 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.	№19/1 от 01.07.2019 г.
2020/2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем	№ 35 от 29.06.2020 г.