

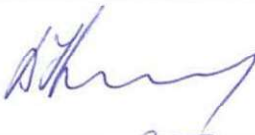
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор
Инженерной школы новых
производственных технологий
А.Н. Яковлев
« 30 » 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Современные методы структурного анализа в материаловедении			
Направление подготовки/специальность	22.04.01 Материаловедение и технологии материалов		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Материаловедение и технологии материалов		
Специализация	Материаловедение в машиностроении		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	1
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	8	
	Практические занятия	32	
	Лабораторные занятия	24	
	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.П. Буякова
Преподаватель			И.А. Божко

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
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)-7.3	Использует методики определения элементного состава и аттестации структуры материалов с использованием методов электронной микроскопии	ПК(У)-7.3В1)	Владеет практическими навыками определения элементного состава и оценки параметров структуры материалов с использованием методов электронной микроскопии
				ПК(У)-7.3У1	Умеет эксплуатировать оборудование, позволяющее исследовать элементный состав, зеренную и дефектную субструктуру материалов
				ПК(У)-7.3У31	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 микроскопией.
		И.ПК(У)-7.4	Использует методики определения фазового состава и параметров тонкой структуры материалов с использованием метода рентгеновской дифрактометрии	ПК(У)-7.4В1	Владеет практическими навыками определения фазового состава и оценки параметров тонкой структуры материалов с использованием метода рентгеновской дифрактометрии
				ПК(У)-7.4У1	Умеет эксплуатировать оборудование, позволяющее исследовать фазовый состав и проводить оценку параметров тонкой структуры материалов
				ПК(У)-7.4У31	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.
ОПК(У)-4	Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической 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)-4.3В2	Владеет опытом составления аналитических обзоров в области исследования микроструктуры, элементного и фазового состава наноматериалов
				ОПК(У)-4.3У2	Умеет работать с научной и справочной литературой: пользоваться библиотечными каталогами, справочно-информационными изданиями, электронными базами данных.
				ОПК(У)- 4.3З2	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

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 проводит их первичную обработку	И.ПК(У)-7.4
РД 8	Выполнять качественный фазовый анализ исследуемых образцов	И.ПК(У)-7.4
РД 9	Определять параметры тонкой структуры (размер областей когерентного рассеяния, величина микронапряжений) для наноструктурных материалов	И.ПК(У)-7.4
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.
Раздел (модуль) 1. Микроструктура материалов и ее параметры	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	28
	РД10	Самостоятельная работа	6
	РД11	Самостоятельная работа	4
Раздел (модуль) 2. Сканирующая электронная микроскопия	РД 2	Лекции	2
		Практические занятия	10
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	28
	РД 10	Самостоятельная работа	6
	РД 11	Самостоятельная работа	4
Раздел (модуль) 3. Дифракционный анализ кристаллической структуры	РД7	Лекция	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	10
	РД8	Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	10
	РД9	Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	8
	РД10	Самостоятельная работа	6
	РД11	Самостоятельная работа	4
Раздел (модуль) 4. Просвечивающая электронная микроскопия	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

В модуле 1 раскрываются темы: понятие структуры материалов и структурных составляющих, масштабные уровни структуры и методы их исследования. Также представлены основные количественные параметры микроструктуры: размер зерна, дислокации и плотность дислокаций, объемная доля фаз.

Темы лекций:

1. Микроструктура: масштабные уровни и параметры. (2 часа)

Темы практических занятий:

1. Количественные характеристики поликристаллических материалов (4 часа)
2. Структурные составляющие железоуглеродистых сплавов. Свойства перлита (2 часа)
3. Структура и механизмы упрочнения металлов и сплавов (2 часа)

Названия лабораторных работ:

1. Определение среднего размера зерна (4 часа)
2. Определение степени дисперсности пластинчатого перлита (2 часа)
3. Определение доли зерен второй фазы (2 часа)

Модуль 2. СКАНИРУЮЩАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ

В модуле 2 раскрываются темы: схема и принцип работы сканирующего электронного микроскопа. Методика подготовки проб для проведения анализа методом сканирующей электронной микроскопии. Изучение дислокационной структуры исследуемых материалов, выявление частиц второй фазы и измерение их размеров, оценка влияния этих факторов на упрочнение материала.

Темы лекций:

1. Применение сканирующей электронной микроскопии для решения задач структурного анализа. (2 часа)

Темы практических занятий:

1. Оценка вкладов различных структурных составляющих в упрочнение материалов (4 часа)
2. Классификация, эволюция и самоорганизация дислокационных структур в металлах и сплавах. (4 часа)
3. Механизмы упрочнения материала частицами второй фазы. (2 часа)

Названия лабораторных работ:

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

Модуль 3. ДИФРАКЦИОННЫЙ АНАЛИЗ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ

В модуле 3 раскрываются темы: 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. Основы метода рентгеновской дифрактометрии. (2 часа)

Темы практических занятий:

1. Качественный фазовый анализ. (2 часа)
2. Устройство и принцип работы рентгеновского дифрактометра (4 часа)
3. Характеристики тонкой структуры нанокристаллических материалов. (2 часа)

Названия лабораторных работ:

1. Определение кристаллической структуры элементов и соединений с решеткой высшей сингонии. (4 часа)
2. Качественный рентгенофазовый анализ многофазных объектов (2 часа)
3. Определение характеристик тонкой структуры для нанокристаллических материалов. (2 часа)

Модуль 4. ПРОСВЕЧИВАЮЩАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ

В модуле 4 раскрываются темы: электронно-оптическая схема и принцип работы просвечивающего электронного микроскопа. Методика подготовки проб для проведения анализа методом просвечивающей электронной микроскопии. Исследование микроструктуры и оценка количественных параметров структурных составляющих исследуемых материалов. Формирование дифракционных картин и методика их индифференцирования.

Темы лекций:

1. Применение просвечивающей электронной микроскопии для решения задач структурного анализа. (2 часа)

Темы практических занятий:

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

Названия лабораторных работ:

1. Индифференцирование кольцевых электронограмм для нанокристаллических материалов. (2 часа)
2. Определение количественных параметров микроструктуры нанокристаллических материалов (2 часа)

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. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применение [Электронный ресурс]; Под ред. Жу У., Уанга Ж.Л. Перевод с английского С. А. Иванова и К. И. Домкина. — 3-е изд.. — Москва: Лаборатория знаний, 2017. — 607 с. — Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/94144>
2. 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
3. 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>
<http://ezproxy.ha.tpu.ru:2230/fulltext2/m/2014/m208.pdf>

Дополнительная литература

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>

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; Cisco Webex Meetings; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; 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	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 42 посадочных мест; Компьютер - 2 шт.

	контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен. 1, 203	
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 учебной мебели на 22 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 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, 018	Компьютер - 3 шт., 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	Просвечивающий электронный микроскоп JEOL JEM-2100F с системой подготовки проб - 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, 039	Дифрактометр рентгеновский Shimadzu XRD-7000S - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 3 посадочных мест; Компьютер - 4 шт.; Принтер - 1 шт.

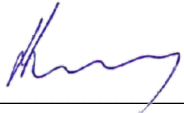
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов / специализация «Материаловедение в машиностроении» (год приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	ФИО
Доцент	И.А.Божко

Программа одобрена на заседании Отделения материаловедения (протокол от «29» июня 2020г. №35).

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

 / В.А. Клименов /