

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 2018 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Структурный анализ сплавов

Направление подготовки/ специальность	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Материаловедение и технологии материалов		
Специализация	Материаловедение в машиностроении		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	3	семестр	6
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	32	
	Практические занятия	32	
	Лабораторные занятия	32	
	ВСЕГО	96	
Самостоятельная работа, ч		120	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной
аттестации

экзамен

Обеспечивающее
подразделение

ОМ ИШНПТ

Заведующий кафедрой -
руководитель отделения
материаловедения (на
правах кафедры)
Руководитель ООП

Преподаватель

В.А. Клименов

О.Ю. Ваулина

О.Ю. Ваулина

2020г.

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	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ПК(У)-5	Готов выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации	ПК(У)-5.31	Знает основные структурные методы исследования материалов, способы качественного и количественного фазового анализа.
		ПК(У)-5.У1	Имеет практические навыки работы на оптических микроскопах, анализируя структуры.
		ПК(У)-5.В1	Владеет методами структурного анализа, включая стандартные и сертификационные методы.
ПК(У)-8	Готов исполнять основные требования делопроизводства применительно к записям и протоколам; оформлять проектную и рабочую техническую документацию в соответствии с нормативными документами	ПК(У)-8.32	Знает правила составления технической документации
		ПК(У)-8.У2	Умеет составлять и/или читать технические задания для назначения исследований материала
		ПК(У)-8.В2	Владеет опытом составления технической документации для исследования изделия (техническое задание, методика испытания/исследования, протокол испытания).

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	Осуществлять структурный анализ сплавов, применяя стандартные и сертификационные методы	ПК(У)-5
РД-2	Составления техническую документацию для исследования изделия, а также протокол (анализ) исследования.	ПК(У)-8

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 1. Теоретические и	РД-1	Лекции	2

практические основы дисциплины		Практические занятия	2
		Самостоятельная работа	5
Раздел 2. Макроанализ.	РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	26
Раздел 3. Микроанализ.	РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	23
Раздел 4. Современные представления о кристаллической структуре металлов.	РД-1	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Самостоятельная работа	4
Раздел 5. Дефекты кристаллической решетки сплавов.	РД-1	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	6
Раздел 6. Рентгеноструктурный анализ.	РД-2	Лекции	6
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	27
Раздел 7. Просвечивающая электронная микроскопия.	РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	6
Раздел 8. Растровая электронная микроскопия.	РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	23

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Теоретические и практические основы дисциплины

Цели и задачи структурного анализа. Входной контроль.

Темы лекций:

1. Введение в дисциплину. Методы структурного анализа материалов.

Темы практических занятий:

1. Входной контроль

Раздел 2. Макроанализ. Область применения

Макроскопический анализ заключается в изучении строения металла путем просмотра его излома или специально подготовленной поверхности (макрошлифа) невооруженным глазом или при небольших увеличениях – до 50 раз. При макроанализе одновременно изучается сравнительно большая поверхность и получается информация об общем строении металл, о наличии в нем различных дефектов.

Темы лекций:

1. Макроанализ. Область применения. Подготовка макрошлифов.

2. Исследование макроструктуры. Поверхностное и глубокое травление.

Темы практических занятий:

1. Выявления макродефектов на поверхности снимках деталей из сталей.
2. Решение задач с помощью макроанализа

Названия лабораторных работ:

Макроскопический анализ изломов и сварных швов (8 часов)

Раздел 3. Микроанализ. Область применения

Под микроскопическим методом исследования металла понимают его изучение с помощью металлографических микроскопов на специально подготовленных плоских образцах – микрошлифах. Внутреннее строение металла, изучаемое при помощи микроскопа, называется микроструктурой. Увеличение при микроанализе выбирается в зависимости от цели исследования и изучаемой структуры. Максимальное увеличение обычных оптических микроскопов достигает 1500 раз. Как правило, изучение микроструктуры всегда начинают с малых увеличений, а затем, по мере необходимости, переходят на большие увеличения.

Темы лекций:

1. Микроанализ.
2. Применение микроанализа. Приготовление микрошлифов. Подготовка поверхности шлифа в зависимости от задачи исследования.

Темы практических занятий:

1. Определение типа структуры, фаз, расчет среднего зерна, количественное соотношение фаз.
2. Анализ двойных диаграмм состояния (закон Гиббса, правило отрезков)
3. Исследование макродефектов по снимкам.
4. Опрос по разделам 2-3

Названия лабораторных работ:

Микроструктурный анализ легированных сталей после термической обработки (8 часов).

Раздел 4. Современные представления о кристаллической структуре

Все металлы в твердом состоянии имеют кристаллическое строение. Атомы в твердом металле расположены упорядоченно и образуют кристаллические решетки. С повышением температуры или давления параметры решеток изменяются. Некоторые металлы в твердом состоянии в различных температурных интервалах приобретают различную кристаллическую решетку. Кристаллическое строение сплава более сложное, чем чистого металла, и зависит от взаимодействия его компонентов при кристаллизации. Компоненты в твердом сплаве могут образовывать твердый раствор, химическое соединение и механическую смесь.

Темы лекций:

1. Современные представления о кристаллической структуре металлов.
2. Наноструктурированные частицы и материалы.

Темы практических занятий:

1. Изучение простых форм кристаллических многогранников. Работа с моделями

кристаллических структур.

Раздел 5. Дефекты кристаллической решетки сплавов

Из жидкого расплава можно вырастить монокристалл. Их обычно используют в лабораториях для изучения свойств того или иного вещества. Металлы и сплавы, полученные в обычных условиях, состоят из большого количества кристаллов, то есть, имеют поликристаллическое строение. В кристаллической решетке реальных металлов имеются различные дефекты (несовершенства), которые нарушают связи между атомами и оказывают влияние на свойства металлов. Различают следующие структурные несовершенства: точечные – малые во всех трех измерениях; линейные – малые в двух измерениях и сколь угодно протяженные в третьем; поверхностные – малые в одном измерении.

Темы лекций:

1. Точечные дефекты
2. Линейные дефекты. Простейшие виды дислокаций – краевые и винтовые.

Темы практических занятий:

1. Построение диаграмм состояния
2. Зависимость механических свойств материалов от микроструктур

Раздел 6. Рентгеноструктурный анализ

Физические методы исследования структуры. Параметры кристаллических решеток определяются с помощью рентгеновского структурного анализа, основой которого служит соотношение Вульфа-Брегга. Рентгеновский анализ определяет качественный и количественный состав сплавов, физическую плотность кристаллов, плотность линейных дефектов в реальном кристалле, позволяет проследить полиморфные превращения в сталях и сплавах и обнаружить глубокие физико-химические процессы в металлах.

Темы лекций:

1. Тонкая структура металлов и сплавов.
2. Рентгеноструктурный анализ. Природа и основные свойства рентгеновского излучения.
3. Основные уравнения дифракции рентгеновских лучей и дифракция рентгеновских лучей кристаллической решеткой и общая характеристика основных методов рентгеноструктурного анализа.

Темы практических занятий:

1. Рентгеновский метод исследования структуры металлов и сплавов. Рассчитать рентгеновскую плотность исследуемого вещества
2. Опрос по 5-6 разделу

Названия лабораторных работ:

Рентгеноструктурный анализ стали до и после термической обработки (8 часов).

Раздел 7. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ)

ПЭМ используется не только для диагностики структуры и химического анализа, но и для решения других задач. Среди них – определение температуры плавления нанокристаллов, измерение механических и электрических параметров. Метод позволяет получить однозначную корреляцию между структурой и свойствами.

Темы лекций:

1. Просвечивающая электронная микроскопия. Подготовка образцов. Метод реплик.
2. Микродифракция. Определение структуры, размеров и распределения структурных составляющих.

Темы практических занятий:

1. Аналитическая просвечивающая электронная микроскопия. Изучение внутренней структуры исследуемых металлов и сплавов

Раздел 8. Растровая электронная микроскопия (РЭМ)

РЭМ формирует изображение объекта при сканировании его поверхности электронным зондом. Это наиболее универсальный и перспективный прибор для исследования микроструктуры металлов и многих других материалов. В РЭМ поверхность исследуемого массивного образца облучается стабильным во времени пучком электронов (электронным зондом). Зонд совершает или повторно поступательные движения или развертывающиеся в растр. При взаимодействии зонда веществом образца в каждой точке поверхности происходит ряд эффектов, которые регистрируются соответствующими датчиками.

Темы лекций:

1. Растровая электронная микроскопия. Подготовка образцов.
2. Применение растровой микроскопии для исследования изломов разрушенных образцов.

Темы практических занятий:

1. Анализ электронно-микроскопических изображений по индивидуальному заданию.
2. Опрос по разделам 7 - 8

Названия лабораторных работ:

Исследование структуры поверхности методом растровой электронной микроскопии (8 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 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;
- Выполнение домашних заданий;
- Подготовка к лабораторным работам;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям

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

1. Анисович, А. Г. Рентгеноструктурный анализ в практических вопросах материаловедения / А. Г. Анисович. - Минск : Белорусская наука, 2017. - 207 с. - ISBN 978-985-08-2112-6. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/106683> - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Металловедение: основы микроструктурного анализа: лабораторный практикум: учебное пособие / И. И. Новиков, В. К. Портной, А. В. Михайловская, А. В. Поздняков. - Москва : МИСИС, 2015. - 90 с. - ISBN 978-5-87623-773-6. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/69766> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Столяров, В. Л. Фазовые превращения и структурообразование: учебник / В. Л. Столяров, Е. С. Малютина, В. Ю. Введенский. - Москва: МИСИС, 2018. - 266 с. - ISBN 978-5-906846-85-3. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/115294> - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Земсков, Ю. П. Материаловедение: учебное пособие / Ю. П. Земсков. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 188 с. - ISBN 978-5-8114-3392-6. - Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/113910> - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Малютина, Е. С. Фазовые равновесия и структурообразование: диаграмма фазового равновесия Fe-C : сб. задач : учебное пособие / Е. С. Малютина. - Москва: МИСИС, 2016. - 53 с. - ISBN 978-5-87623-994-5. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/93665> - Режим доступа: для авториз. пользователей.

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**):

Adobe Acrobat Reader DC; 7-Zip; 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; Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic; 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) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7,108	Комплект учебной мебели на 11 посадочных мест; Шкаф для одежды - 1 шт.; Шкаф для документов - 1 шт.; Тумба стационарная - 1 шт.; Проектор - 2 шт.; Компьютер - 13 шт.

2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 141	Микрозондовая система для определения свойств материалов - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Шкаф для одежды - 1 шт.; Компьютер - 12 шт.; Принтер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 144	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 36 посадочных мест; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.
4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 022	Фотомикроскоп 'Неофат' - 1 шт.; Металлографический инвертированный микроскоп ЛабоМет-И вариант1 - 5 шт.; Микроскоп МИМ-7 - 1 шт.; Микроскоп 'Теновал' - 1 шт.; Устройство ввода видеоизображения - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест.

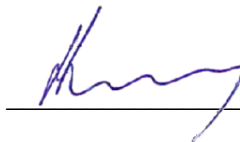
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, специализация «Материаловедение в машиностроении» (приема 2018 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	ФИО
Доцент ОМ ИШНПТ ТПУ	Ваулина О. Ю.

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения материаловедения Инженерной школы новых производственных технологий (протокол от «25» июня 2018г. № 5/1).

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)
2019/2020 учебный год	Актуализирован список литературы	№19/1 от 01.07.2019 г.
2020/2021 учебный год	Актуализирован список литературы	№ 35 от 29.06.2020 г.
2020/2021 учебный год	Актуализировано информационное и программное обеспечение (пункт 6.2)	№36/1 от 01.09.2020 г.