

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

Структурный анализ сплавов

Направление подготовки/ специальность	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов		
Образовательная программа	Материаловедение и технологии материалов		
(направленность (профиль))			
Специализация	Материаловедение в машиностроении		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	4	семестр	7
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	32	
	Практические занятия	32	
	Лабораторные занятия	24	
	ВСЕГО	88	
Самостоятельная работа, ч		128	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной
аттестации

экзамен

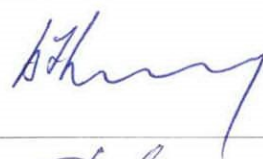
Обеспечивающее
подразделение

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 практические основы дисциплины	РД-1	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Самостоятельная работа	8
Раздел 2. Макроанализ.	РД-1, РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	4

		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	16
Раздел 3. Микроанализ.	РД-1, РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	16
Раздел 4. Современные представления о кристаллической структуре металлов.	РД-1	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Самостоятельная работа	16
Раздел 5. Дефекты кристаллической решетки сплавов.	РД-1	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	16
Раздел 6. Рентгеноструктурный анализ.	РД-1, РД-2	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	24
Раздел 7. Просвечивающая электронная микроскопия.	РД-1, РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	16
Раздел 8. Растровая электронная микроскопия.	РД-1, РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	16

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Теоретические и практические основы дисциплины

Цели и задачи структурного анализа. Входной контроль.

Темы лекций:

1. Введение в дисциплину.
2. 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 металла, 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 (6 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 микродефектов по снимкам.
4. Опрос по разделам 2-3

Названия лабораторных работ:

Микроструктурный анализ легированных сталей после термической обработки (6 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 (6 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 возвратно 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.

Названия лабораторных работ:

Исследование структуры поверхности методом растровой электронной микроскопии (6 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**):

1. 7-Zip;
2. Adobe Acrobat Reader DC;
3. Adobe Flash Player;
4. AkeelPad;
5. Ansys 2020;
6. Ascon KOMPAS-3D 18 Education Concurrent MCAD ECAD;
7. Cisco Webex Meetings;
8. Dassault Systemes SOLIDWORKS 2020 Education;
9. Document Foundation LibreOffice;
10. Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
11. Google Chrome;
12. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;
13. Mozilla Firefox ESR;
14. Oracle VirtualBox;
15. ownCloud Desktop Client;
16. Tracker Software PDF-XChange Viewer;
17. WinDjView;
18. 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,	Микрозондовая система для определения свойств материалов - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Шкаф для одежды - 1 шт.;

	текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 141	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.

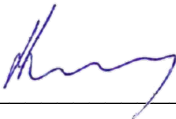
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, специализация «Материаловедение в машиностроении» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	ФИО
Доцент ОМ ИШНПТ ТПУ	Ваулина О. Ю.

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения материаловедения Инженерной школы новых производственных технологий (протокол от «01» июля 2019г. № 19/1).

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)
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.	№36/1 от 01.09.2020 г.