

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра Материаловедения в машиностроении

“УТВЕРЖДАЮ”
Декан МТФ
доцент, к.т.н. Янпольский В.В.
“ ” 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Основы металлофизического эксперимента

ООП: 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, магистерская программа:
Материаловедение, технология получения и обработки материалов со специальными
свойствами

Факультет: МТФ

Курс: 1, семестр: 1 2

		Семестр	
№	Виды учебной работы	1	2
1	Лекции, час.	0	0
2	Практические занятия, час.	0	0
3	Лабораторные занятия, час	0	0
4	Индивидуальная работа, час.	21	21
5	Всего аудиторных занятий, час.	21	21
6	из них в активной и интерактивной форме, час.	6	6
7	Самостоятельная работа, час.	51	51
8	в том числе курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе, час	РГЗ	РГЗ
9	консультации, час		
10	зачет, диф. зачет, час		3
11	Сессия (экзамен), час	4	
12	Всего часов	72	72
13	Всего зачетных единиц (кредитов)	2	2

Новосибирск 2015

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению (специальности): 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

ФГОС введен в действие приказом №10 от 13.01.2010 г., регистрационный номер: 16378, дата утверждения: 11.02.2010 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: М2, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры ММ, протокол заседания кафедры № 5 от 28.05.2015 г.

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Никулина А.А.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Батаев А.А.

Ответственный за основную образовательную программу:

профессор, д.т.н. Батаев В.А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенции ФГОС	
ОК7	Способен к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями ООП магистратуры) и формулированию новых исследовательских задач на основе возникающих проблем
	в частности следующие результаты обучения: У5. использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач
ПК1	Владеет базовыми знаниями теоретических и прикладных наук и развивает их самостоятельно с использованием в профессиональной деятельности при анализе и моделировании, теоретическом и экспериментальном исследовании материалов и процессов
	в частности следующие результаты обучения: У11. работать с системными естественнонаучными моделями объектов профессиональной деятельности У12. уметь применять статистический подход к исследованию процессов и решению задач
ПК3	Использует на практике интегрированные знания естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем направления "Материаловедение и технологии материалов", умеет выдвигать и применять идеи, вносить оригинальный вклад в данную область науки, техники и технологии
	в частности следующие результаты обучения: У14. определять физические, химические, механические свойства материалов при различных видах испытаний
ПК4	Способен к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного, научно-педагогического и производственного профиля своей профессиональной деятельности
	в частности следующие результаты обучения: У6. в проведении структурного анализа материалов с помощью рентгеновского, электронно-микроскопического, парамагнитного, акустического, спектрального, микрорентгено-спектрального и др. методов У7. навыками использования методов структурного анализа и определения физических и физико-механических свойств материалов, техники проведения экспериментов и статистической обработки экспериментальных данных
ПК8	Способен самостоятельно использовать современные представления наук о материалах при анализе влияния микро- и наномасштаба на механические, физические, поверхностные и другие материалов, взаимодействия материалов с окружающей средой, электромагнитным излучением и потоками
	в частности следующие результаты обучения: У5. использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач
ПК.12	владеет навыками самостоятельного использования технических средств для измерения и контроля основных параметров технологических процессов, структуры и свойств материалов и изделий из них, планирования и реализации исследований и разработок
	в частности следующие результаты обучения: 39. методы проведения структурного анализа (рентгеновского, электронно-микроскопического, парамагнитного, акустического, спектрального, микрорентгено-спектрального и др.)
ПСК-2	Разрабатывать технологическую ведомость изготовления опытного образца в лабораторных условиях в зависимости от качества исходных материалов и соответствия полученного образца требованиям технического задания
	в частности следующие результаты обучения: У15. связывать физические и химические свойства материалов и явления, протекающие в них, с технологическими процессами производства, обработки и переработки материалов и их эксплуатационной надежностью и долговечностью

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)		Формы организации занятий	Компетенция
знать			
1	Основы металлофизического эксперимента	Самостоятельная работа, Семинары	ПК1, ПК12
2	Принципы выбора метода исследования в зависимости от поставленной цели	Самостоятельная работа, Семинары	ПК3, ПК8, ПК12
3	Основные методики рентгеноструктурного анализа, световой, электронной микроскопии и микрозондовых методов исследования	Самостоятельная работа, Семинары	ПК8, ПК12, ПСК2
4	Основы методов исследования физических свойств	Самостоятельная работа, Семинары	ПК8, ПК12, ПСК2
уметь			
5	Профессионально оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы	Самостоятельная работа, Семинары	ОК7
иметь опыт (владеть)			
6	Осуществлять планирование эксперимента по исследованию строения и свойств материалов, выбирать методы анализа для решения различных задач материаловедения	Самостоятельная работа, Семинары	ПК1, ПК8, ПК12
7	Проводить эксперименты и анализировать результаты по рентгеноструктурному анализу поликристаллов	Самостоятельная работа, Семинары	ОК7, ПК3, ПК4, ПК8, ПК12
8	Проводить эксперименты и анализировать результаты исследований, полученных с помощью основных дифракционных и спектральных методов исследования структуры материалов, а также полученных с помощью сканирующих зондовых микроскопов	Самостоятельная работа, Семинары	ОК7, ПК3, ПК4, ПК8, ПК12
9	Осуществлять эксперименты и анализировать результаты исследований физических свойств материалов.	Самостоятельная работа, Семинары	ОК7, ПК3, ПК4, ПК8, ПК12

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Семестр- 1, 2, Индив. работа

В первом и во втором семестрах студенты проводят научные исследования, соответствующие теме магистерской диссертации. Методики и результаты исследований оформляются в виде презентации и обсуждаются на семинарских занятиях. Выполненная и защищенная РГЗ является допуском к зачету и экзамену. Контроль выполнения РГЗ проводится в каждом семестре на каждой четной неделе в виде семинарских занятий.

Таблица 3.1 Индивидуальная работа (семинары) (42 ч.)

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 1			
Дидактическая единица: структурные исследования			
Световая металлография	Обсуждение результатов РГЗ	4	1 - 3, 5, 6, 8
Растровая электронная микроскопия	Обсуждение результатов РГЗ	4	1 - 3, 5, 6, 8
Просвечивающая электронная микроскопия	Обсуждение результатов РГЗ	4	1 - 3, 5, 6, 8
Рентгенофазовый анализ	Обсуждение результатов РГЗ	4	1, 2, 3, 5 - 8
Дидактическая единица: спектральные методы анализа			
Атомный спектральный анализ	Обсуждение результатов РГЗ	4	1 - 3, 5, 6, 8
Микрорентгеноспектральный анализ	Обсуждение результатов РГЗ	4	1 - 3, 5, 6, 8
Семестр: 2			
Дидактическая единица: методы анализа физических свойств			
Термический анализ	Обсуждение результатов РГЗ	4	1, 2, 4 - 6, 9
Калориметрический анализ	Обсуждение результатов РГЗ	4	1, 2, 4 - 6, 9
Методы определения плотности	Обсуждение результатов РГЗ	2	1, 2, 4 - 6, 9
Методы измерения удельного электрического сопротивления	Обсуждение результатов РГЗ	4	1, 2, 4 - 6, 9
Методы измерений и исследований магнитных свойств веществ	Обсуждение результатов РГЗ	4	1, 2, 4 - 6, 9

4. Самостоятельная работа студентов

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение
Семестр: 1			
1	РГЗ	1-9	20
2	Подготовка к занятиям	1-4	7
3	Подготовка к экзамену	1-9	7

Семестр: 2			
1	РГЗ	1-9	40
2	Подготовка к занятиям	1-4	7
3	Подготовка к зачету	1-9	7

Семестр- 1, : Подготовка к экзамену

Для подготовки к экзамену в 1 семестре необходимо изучить весь материал по темам, представленным в разделе "подготовка к семинарам".

Семестр- 1, Подготовка к семинарам

Темы для самостоятельного изучения (11 ч.)	
Семестр № 1	
Дефекты кристаллического строения металлических материалов. Классификация дефектов кристаллического строения.	
Световая металлография. Основные типы металлографических микроскопов. Разрешающая способность и увеличение металлографического микроскопа. Дефекты изображения при работе с металлографическим микроскопом. Объективы и окуляры для металлографических микроскопов. Основные методы металлографических исследований. Методы приготовления объектов исследования.	
Трансмиссионная электронная микроскопия. Взаимодействие электронов с веществом. Устройство микроскопа. Увеличение и разрешение просвечивающих электронных микроскопов. Контраст и формирование изображения. Рассеяние электронов веществом. Образование дифракционной картины в электронном микроскопе.	
Растровая электронная микроскопия. Особенности растрового электронного микроскопа. Подготовка образцов для исследования. Применение растровой электронной микроскопии.	
Сканирующая зондовая микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Зонды для туннельной микроскопии. Перемещение пьезосканеров. Устранение дефектов при работе зондовых микроскопов. Перспективы развития сканирующей зондовой микроскопии.	
Рентгеноструктурный анализ. Возникновение и природа рентгеновских лучей. Сплошной спектр и характеристическое рентгеновское излучение. Поглощение рентгеновского излучения. Фильтры излучения. Дифракция рентгеновских лучей. Рентгеновская аппаратура. Регистрация рентгеновских лучей и измерение их интенсивности. Индексирование рентгенограмм.	
Микрорентгеноспектральный анализ. Принципы метода. Устройство рентгеноспектрального микроанализатора. Характеристики и возможности микрорентгеноспектрального анализа. Техника применения рентгеноспектрального микроанализатора.	
Атомный спектральный анализ. Представление о природе света. Строение атома. Эмиссионные спектры атомов. Источники света для приборов атомного спектрального анализа. Спектральные приборы. Регистрация спектров. Атомно-эмиссионный спектральный анализ. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. Атомно-флуоресцентный спектральный анализ.	

Семестр- 2, : Подготовка к зачету

Для подготовки к зачету во 2 семестре необходимо изучить весь материал по темам, представленным в разделе "подготовка к семинарам".

Семестр- 2, Подготовка к семинарам

Семестр № 2	
Темы для самостоятельного изучения (11 ч.)	
Термический анализ. Простой термический анализ. Дифференциальный термический анализ. Дифференциальные термограммы. Аппаратура для дифференциального термического анализа. Факторы, влияющие на характер термограмм. Определение теплоты фазового превращения методом дифференциального термического анализа. Применение термического анализа.	
Калориметрический анализ. Прямая калориметрия. Методы обратной калориметрии. Метод Смита. Метод Сайкса. Дифференциальная адиабатическая калориметрия. Импульсная калориметрия. Применения калориметрии.	
Дилатометрия. Некоторые закономерности теплового расширения. Методы исследования теплового расширения металлов и объемных эффектов фазовых превращений в них. Разновидности дилатометров. Дилатометрический датчик. Индикаторные дилатометры. Дифференциальный оптико-механический дилатометр Шевенара. Обработка дилатограмм. Совмещение дилатометрии с термическим анализом. Некоторые применения дилатометрии.	
Методы определения плотности. Определение плотности методом трехкратного взвешивания. Метод гидростатического взвешивания.	
Методы измерения удельного электрического сопротивления. Методы измерения электрического сопротивления. Метод вольтметра-амперметра. Мостовые методы измерения электросопротивления. Компенсационный метод. Измерения электрического сопротивления бесконтактными методами. Электрическое сопротивление металлических сплавов. Электросопротивление твердых растворов. Электрическое сопротивление интерметаллических соединений и промежуточных фаз. Электрическое сопротивление гетерогенных сплавов. Применения резистометрии в металлофизических исследованиях.	
Методы измерений и исследований магнитных свойств веществ. Методы измерения магнитной восприимчивости. Образцы и намагничивающие устройства. Измерение статических магнитных параметров материалов в замкнутой магнитной цепи. Автоматизированные установки для измерения статических магнитных параметров материалов. Измерение коэрцитивной силы и остаточной индукции. Измерение магнитострикции. Механооптический метод. Тензометрический метод. Магнитные свойства ферромагнитных металлов и сплавов. Температурная зависимость статических магнитных параметров. Концентрационная зависимость статических магнитных параметров ферромагнитных сплавов. Исследование фазовых превращений и структурных изменений магнитными методами.	

Семестр- 1, 2, РГЗ (семестр 1 - 50 ч., семестр 2 - 50 ч.)

В первом семестре студенты осуществляют выбор методик исследований на основе анализируемых материалов в магистерской диссертации. Материалы и методики исследований оформляются по ГОСТ 7.32-2001 "Отчет о научно исследовательской деятельности. Структура и правила оформления" и в печатном виде сдаются преподавателю на 16 неделе семестра.

Во втором семестре студенты проводят научные исследования, соответствующие теме магистерской диссертации. Результаты исследований оформляются по ГОСТ 7.32-2001 "Отчет о научно исследовательской деятельности. Структура и правила оформления" и в печатном виде сдаются преподавателю на 16 неделе семестра.

Для выполнения задания студенты имеют доступ к современному оборудованию, которое располагается на территории кафедры "Материаловедение в машиностроении": световые микроскопы Axiovert 40MAT, AXIO Observer A1m; просвечивающий электронный микроскоп Теснаі G2 20TWIN, растровый электронный микроскоп EVO 50 XVP, установка

рентгеноструктурного анализа ARL X'TRA, Оптико-эмиссионный спектрометр ARL 3460 Quantris.

Контроль выполнения РГЗ проводится в каждом семестре на каждой четной неделе в виде семинарских занятий.

Объем пояснительной записки 20-25 стр. компьютерного набора. Формат бумаги А4 – 210 x 297 мм. На титульном листе должны быть указаны дисциплина, номер и наименование темы РГЗ, фамилия, имя и группа студента. Титульный лист оформляется по образцу, приведенному на рисунке 1. Основные составляющие РГЗ: содержание, введение, основная часть, заключение, список использованной литературы. Брошюровка работы должна быть книжной; поля: сверху – 2,0 см, слева – 1,5 см, внизу – 2,0 см, справа – 3,0 см. Шрифт набора текста должен быть 12-14 пунктов. Межстрочный интервал полуторный. Текст должен иллюстрироваться схемами, графиками, рисунками, таблицами. Рисунки должны быть сделаны в векторном графическом редакторе (CorelDraw, AutoCAD, BCAD и т.п.) и могут быть расположены на отдельной странице. Подрисовочная подпись должна располагаться под рисунком. Нумерация рисунков сквозная. Список использованной литературы оформляется по ГОСТ.

Министерство образования и науки Российской Федерации НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ КАФЕДРА МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ	
Расчетно-графическое задание по курсу «Основы металлофизического эксперимента»	
Тема _____	
Факультет _____ Группа _____ Студент _____ Преподаватель _____	механико-технологический _____ _____ _____
Новосибирск _____ г.	

Рисунок 1 – Титульная страница РГЗ.

5. Технология обучения

Таблица 5.1

№	Технология обучения	Формируемые компетенции	Форма обучения
1	Дискуссия	ПК1, ПК3, ПК4, ПК8	Интерактивное
2	Дебаты	ПК1, ПК3, ПК4, ПК8	Интерактивное
3	Обучение в парах	ОК7, ПК4, ПСК-2	Интерактивное

Преподаватель помогает студентам в выполнении их РГЗ, направляя их в выборе методов исследования в зависимости от анализируемых материалов, объясняет этапы выполнения. Защиты расчетно-графических заданий проходят на семинарах с представлением результатов в виде презентаций, при этом используются активные и интерактивные формы обучения в виде дискуссий и дебатов. Все студенты активно участвуют в обсуждениях, учатся задавать вопросы. В качестве помощи студентам разработаны электронные курсы по темам самостоятельной работы студентов.

Для индивидуальной работы студенты разбиваются на малые группы (2 человека) по наиболее близким тематикам. Интерактивное обучение помогает установлению эмоциональных контактов между студентами, приучает к работе в команде, развивает творчество и коммуникабельность.

Для организации и контроля самостоятельной работы студентов, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.2).

Таблица 5.2

Информирование	e-mail: корпоративная почтовая система; Портал НГТУ: DiSpace; Социальные сети: В контакте Skype
Контроль	e-mail: корпоративная почтовая система; Портал НГТУ: DiSpace; Социальные сети: В контакте
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ:DiSpace; ЭБС

6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

Аттестация проводится в соответствии с планом ООП. Для аттестации студентов по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Работа в течение семестра оценивается в соответствии с таблицами 6.1 и 6.2. При аттестации используются контролирующие материалы, представленные в приложении. Для экзамена во 1 семестре проводится тест, включающий 40 вопросов. Для зачета во 2 семестре билет состоит из четырех вопросов.

Таблица 6.1 – Оценка деятельности студента в течение семестра и при аттестации в 1 семестре.

1 семестр		
Учебная деятельность	Максимальный балл	Максимальный общий балл
выступление на семинарском занятии (полнота охвата темы, ответы на вопросы)	10	20 (2 семинара)
оформление презентации	10	20 (2 семинаров)
участие в обсуждении, вопросы к докладчику	1	7 (7 семинаров)
Оформление РГЗ в печатном виде в том числе:	13	13
обсуждение полученных результатов	5	
информативность представления результатов	5	
объем используемой литературы	1	
оформление	2	

Работа в семестре		60
Экзамен	Максимальный балл за вопрос	Максимальный общий балл
Вопрос 1 блока	15	
Вопрос 2 блока	25	
Итого за экзамен		40
Итого по предмету		100

Таблица 6.2 – Оценка деятельности студента в течение семестра и при аттестации во 2 семестре.

2 семестр		
Учебная деятельность	Максимальный балл	Максимальный общий балл
выступление на семинарском занятии (полнота охвата темы, используемые методики, анализ результатов исследований, ответы на вопросы)	20	40 (2 семинара)
оформление презентации	10	20 (2 семинара)
участие в обсуждении, вопросы к докладчику	2	14 (7 семинаров)
Оформление РГЗ в печатном виде в том числе: постановка задач исследования обоснованность выбранных методов исследован. объем используемой литературы оформление	16 4 4 4 4	16
Работа в семестре		80
Зачет	Максимальный балл за вопрос	Максимальный общий балл
4 вопроса	5	20
Итого по предмету		100

В таблице 6.3 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.3

Компетенции ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Защита РГЗ	Экзамен	Зачет
ОК7	У5. использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	+		
ПК1	У11. работать с системными естественнонаучными моделями объектов профессиональной деятельности	+		
	У12. уметь применять статистический подход к исследованию процессов и решению задач	+		
ПК3	У14. определять физические, химические, механические свойства материалов при различных видах испытаний	+		

ПК4	У6. в проведении структурного анализа материалов с помощью рентгеновского, электронно-микроскопического, парамагнитного, акустического, спектрального, микрорентгено-спектрального и др. методов	+		
	У7. навыками использования методов структурного анализа и определения физических и физико-механических свойств материалов, техники проведения экспериментов и статистической обработки экспериментальных данных	+		
ПК8	У5. использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	+		
ПК.12	39. методы проведения структурного анализа (рентгеновского, электронно-микроскопического, парамагнитного, акустического, спектрального, микрорентгено-спектрального и др.)	+	+	+
ПСК-2	У15. связывать физические и химические свойства материалов и явления, протекающие в них, с технологическими процессами производства, обработки и переработки материалов и их эксплуатационной надежностью и долговечностью	+	+	+

7. Список литературы

7.1 Основная литература

1. Батаев В. А. Методы структурного анализа материалов и контроля качества деталей : учебное пособие / В. А. Батаев, А. А. Батаев, А. П. Алхимов. - Новосибирск, 2006. - 219 с. : ил. - Рекомендовано УМО.

Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/bataev.pdf>

7.2 Дополнительная литература

1. Металловедение и термическая обработка стали. В 3 т.. Т. 1. Методы испытаний и исследования. В 2 кн., кн. 1 : справочник / [Б. А. Клыпин и др.] ; под ред. М. Л. Бернштейна, А. Г. Рахштадта. - М., 1991. - 303 , [1] с. : ил., табл.
2. Тушинский Л. И. Структурная теория конструктивной прочности материалов : [монография] / Л. И. Тушинский. - Новосибирск, 2004. - 399 с. : ил.
3. Брандон Д. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля : учебное пособие по направлению "Прикладные математика и физика" / Д. Брандон, У. Каплан ; пер. с англ. под ред. С. Л. Баженова с доп. О. В. Егоровой. - М., 2006. - 377 с. : ил.
4. Миронов В. Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии : учебное пособие для вузов / В. Миронов ; Ин-т физики микроструктур. - М., 2005. - 143 с. : цв. ил.
5. Егорова О. В. Техническая микроскопия : практика работы с микроскопами для технических целей / О. Егорова. - М., 2007. - 357 с., 16 с. цв. вклейка : ил.. - Данная книга представляет собой развитие темы технической микроскопии, поднятой автором в книге "С микроскопом на "ты" (СПб. : Интерлаб, 2000).
6. Энгель Л. Растровая электронная микроскопия. Разрушение : справочник / Л. Энгель, Г. Клингеле ; пер. с нем. Б. Е. Левина ; под ред. М. Л. Бернштейна. - М., 1986. - 230, [1] с. : ил.
7. Синдо Д. Аналитическая просвечивающая электронная микроскопия / Д. Синдо, Т. Оикава ; пер. с англ. С. А. Иванова. - М., 2006. - 249, [5] с. : ил.
8. Чечерников В. И. Магнитные измерения : учебное пособие. - М., 1963. - 284, [1] с.
9. Васильева Л. А. Электронная микроскопия в металловедении цветных металлов : справочник / Л. А. Васильева, Л. М. Малашенко, Р. Л. Тофпенек ; под ред. С. А. Астапчика ; Акад. наук БССР, Физико-технический ин-т. - Минск, 1989. - 206, [2] с. : ил., табл.
10. Микроанализ и растровая электронная микроскопия / под ред. Ф. Морис, Л. Мени, Р. Тиксье ; пер. с фр. Г. Д. Стельмаковой ; под ред. И. Б. Боровского. - М., 1985. - 406, [2] с.

11. Неразрушающий контроль. [В 5 кн.]. Кн. 2. Акустические методы контроля : [практическое пособие] / Ермолов И. Н. , Алешин Н. П. , Потапов А. И. ; под ред. Сухорукова В. В. - М., 1991. - 283 с. : ил., схем
12. Выборнов Б. И. Ультразвуковая дефектоскопия / Б. И. Выборнов. - М., 1985. - 255, [1] с. : ил.
13. Блейкмор Д. Физика твердого тела : пер. с англ. / Дж. Блейкмор; пер. с англ. под ред. Д. Г. Андрианова, В. И. Фистуля. - М., 1988. - 608 с. : ил.
14. Лившиц Б. Г. Физические свойства металлов и сплавов : учебник для металлургических специальностей вузов / Б. Г. Лившиц, В. С. Крапошин, Я. Л. Линецкий ; под ред. Б. Г. Лившица. - М., 1980. - 319, [1] с. : ил. - Рекомендовано МО.

7.3. Интернет-ресурсы

1. Электронно-библиотечная система НГТУ - режим доступа: <http://library.nstu.ru/>
2. База данных Scopus - режим доступа <http://www.scopus.com/>
3. База данных Web of Science - режим доступа <http://apps.webofknowledge.com>

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

В печатном виде

1. Исследование строения металлов и сплавов методами макро- и микроанализа : методические указания к лабораторной работе № 1 по курсу "Материаловедение" для 2 курса МТФ и 1 курса ФЛА дневного обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Н. В. Плотникова и др.]. - Новосибирск, 2007. - 14, [1] с. : ил.
2. Просвечивающая электронная микроскопия : методические указания к лабораторным работам по курсу "Методы исследования материалов и процессов" для 3 курса МТФ (специальность 150501 "Материаловедение в машиностроении" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. И. Смирнов, А. А. Никулина]. - Новосибирск, 2010. - 19, [1] с. : ил.

В электронном виде

1. Исследование строения металлов и сплавов методами макро- и микроанализа : методические указания к лабораторной работе № 1 по курсу "Материаловедение" для 2 курса МТФ и 1 курса ФЛА дневного обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Н. В. Плотникова и др.]. - Новосибирск, 2007. - 14, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3355.rar>
2. Просвечивающая электронная микроскопия : методические указания к лабораторным работам по курсу "Методы исследования материалов и процессов" для 3 курса МТФ (специальность 150501 "Материаловедение в машиностроении" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. И. Смирнов, А. А. Никулина]. - Новосибирск, 2010. - 19, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2010/3877.pdf>
3. Методы исследования материалов: электронный учебный комплекс [сост. Никулина А.А., Смирнов А.И., Веселов С.В.]. - Новосибирск, 2012. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000172891
4. Растровая электронная микроскопия и микрорентгеноспектральный анализ: электронный учебный комплекс [сост. Никулина А.А.]. - Новосибирск, 2015. - Режим доступа: <http://dispace.edu.nstu.ru/didesk/course/show/4688>

8.2 Программное обеспечение

Для проведения индивидуальных занятий (семинаров и практических работ) используется следующее программное обеспечение:

1. SmartSEM® GUI, INCA Energy, Windows XP (растровый электронный микроскоп)
2. Tecnai user and analysis, TEM Imaging and analysis, EDAX Ginesis (просвечивающий электронный микроскоп)
3. WinXRD, ICDD PDF-2 2007, ICDD PDF-4 2014 (дифрактометр)
4. DIL402Eon18TaSC414_4, Netzsch Proteus Thermal Analysis (дилатометр)
5. AxioVision Rel. 4.8 и встроенные модули Craphite analysis, Multiphase analysis, Grain Analysis (световые микроскопы)
6. Windows 7, Microsoft Office (семинарские занятия)

9. Материально-техническая база

Для проведения индивидуальных занятий используется следующее аналитическое оборудование: световые микроскопы Carl Zeiss Axio Observer.Z1m и Axio Observer.A1m, растровый электронный микроскоп Carl Zeiss EVO 50 XVP с микроанализатором EDS X-Act (Oxford Instruments) просвечивающий электронный микроскоп FEI Tecnai G2 20 TWIN с микроанализатором EDAX, рентгеновский дифрактометр ARL X'TRA, дилатометр DIL 402 C.

10. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении к рабочей программе.