

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  
Теория строения материалов

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

		Семестр
№	Виды учебной работы	1
1	Лекции, час.	22
2	Практические занятия, час.	0
3	Лабораторные занятия, час	0
4	Индивидуальная работа, час.	0
5	Всего аудиторных занятий, час.	0
6	из них в активной и интерактивной форме, час.	12
7	Самостоятельная работа, час.	86
8	в том числе курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе, час	РГЗ
9	консультации, час	
10	зачет, диф. зачет, час	
11	Сессия (экзамен), час	1
12	Всего часов	108
13	Всего зачетных единиц (кредитов)	3

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: МЗ, базовая

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:

заместитель заведующего кафедрой, д.т.н. Батаев В.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	
ПК1	<p>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</p> <p>в частности следующие результаты обучения:</p> <p>У11. работать с системными естественнонаучными моделями объектов профессиональной деятельности</p>
ПК3	<p>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</p> <p>в частности следующие результаты обучения:</p> <p>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</p>
ПК4	<p>способен к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного, научно-педагогического и производственного профиля своей профессиональной деятельности</p> <p>в частности следующие результаты обучения:</p> <p>У6. в проведении структурного анализа материалов с помощью рентгеновского, электронно-микроскопического, парамагнитного, акустического, спектрального, микрорентгено-спектрального и др. методов</p>
ПК7	<p>понимает и самостоятельно использует физические и химические основы, принципы и методики исследований, испытаний и диагностики веществ и материалов, имеет навыки комплексного подхода к исследованию материалов и технологий их обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и процессов</p> <p>в частности следующие результаты обучения:</p> <p>З.3. историю, методологию и современные проблемы физики, химии, механики материалов и процессов их получения, переработки, обработки и модификации</p>
ПК8	<p>способен самостоятельно использовать современные представления наук о материалах при анализе влияния микро- и наномасштаба на механические, физические, поверхностные и другие материалы, взаимодействия материалов с окружающей средой, электромагнитным излучением и потоками</p> <p>в частности следующие результаты обучения:</p> <p>З.3. современные проблемы теоретического и прикладного материаловедения и технологии материалов применительно к различным областям техники и технологии</p>

## 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 электронной структуры атома	Самостоятельная работа, Семинары
2	Основы кристаллографии	Самостоятельная работа, Семинары
3	Типы дефектов в кристаллах	Самостоятельная работа, Семинары
4	Методы исследования строения материалов	Самостоятельная работа, Семинары

Уметь			
5	Определять точечные и пространственные группы симметрии кристаллических материалов	Самостоятельная работа, Семинары	ПК1, ПК3
6	Рассчитывать углы между направлениями и плоскостями в кристаллах любых сингоний	Самостоятельная работа, Семинары	ПК1, ПК3, ПК8
7	Интерпретировать результаты исследований строения материалов методами микроскопии, спектрального анализа и дифракции электронов	Самостоятельная работа, Семинары	ПК1, ПК3, ПК7
иметь опыт (владеть)			
8	Исследования и анализа особенностей строения материалов	Самостоятельная работа, Семинары	ПК1, ПК3, ПК4

### 3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1 Индивидуальная работа

(Модуль), дидактическая единица, тема	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 1		
Модель атома Резерфорда и Бора. Эксперимент Резерфорда-Гейгера-Марсдена. Сравнение полученной модели с экспериментами по спектральному анализу	2	1,8
Ограничения модели Бора. Современные представления о структуре атома.	2	1,8
Элементы симметрии в кристаллах	2	2,5
Точечные группы симметрии	2	2,4
Пространственные группы симметрии	2	2,4,7
Индексы направлений и плоскостей в кристаллах	2	2,4,7
Прямой и обратный базис кристаллов	2	2,4,7
Метрический тензор. Определение углов между направлениями и плоскостями, межплоскостных расстояний в кристаллах	2	2,4,7
Стереографические проекции.	2	2,4,7
Полюсные фигуры	2	2,6,10
Точечные дефекты в кристаллах и их влияние на свойства	2	3
Полные и частичные дислокации в металлах и их влияние на свойства	2	3
Границы зёрен, субзёрен, двойников, дефекты упаковки	2	3
Металлические стёкла	2	2,3
Анализ структуры материалов методами дифракции рентгеновского излучения и электронов	2	4,8
Тензорное представление свойств кристаллов	4	6
Основы термодинамики металлов и сплавов	4	8

#### 4. Самостоятельная работа студентов

Таблица 4.1.

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение
<b>Семестр: 1</b>			
1	РГЗ	1-8	20
2	Подготовка к занятиям	1-8	7
3	Подготовка к экзамену	1-8	7

#### Подготовка к экзамену

Для подготовки к экзамену в 1 семестре необходимо изучить весь материал по темам, представленным в разделе "подготовка к семинарам" (7 ч.)

#### Подготовка к семинарам

Темы для самостоятельного изучения (7 ч.)	
<b>Семестр № 1</b>	
<b>Модель атома Резерфорда и Бора.</b> Эксперимент Резерфорда-Гейгера-Марсдена. Сравнение полученной модели с экспериментами по спектральному анализу	
<b>Ограничения модели Бора.</b> Современные представления о структуре атома.	
<b>Элементы симметрии в кристаллах.</b> Точечные группы симметрии. Пространственные группы симметрии. Индексы направлений и плоскостей в кристаллах	
<b>Прямой и обратный базис кристаллов.</b> Метрический тензор. Определение углов между направлениями и плоскостями, межплоскостных расстояний в кристаллах.	
<b>Стереографические проекции.</b> Полюсные фигуры.	
<b>Точечные дефекты в кристаллах и их влияние на свойства.</b> Полные и частичные дислокации в металлах и их влияние на свойства. Границы зёрен, субзёрен, двойников, дефекты упаковки.	
<b>Металлические стёкла.</b> Свойства, структура, составы.	
<b>Анализ структуры материалов методами дифракции рентгеновского излучения и электронов.</b> Индексирование рентгенограмм и электронограмм кристаллов.	
<b>Основы термодинамики металлов и сплавов.</b> Фазовые диаграммы. Фазовые превращения в металлах и сплавах	

#### РГЗ (семестр 1 - 20 ч)

Расчётно-графическая работа (индексы плоскостей и направлений в кристаллах, расчёт углов между направлениями и плоскостями с использованием метрических тензоров, определение свойств кристаллов вдоль заданных направлений, интерпретация результатов микроскопических и дифракционных исследований материалов). 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. Подрисуночная 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 «теория строения»	
Тема _____	
Факультет	механико-технологический
Группа	_____
Студент	_____
Преподаватель	_____
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

Курс предполагает выполнение студентом большого объема самостоятельной работы. В случае затруднений, возникающих у студентов при освоении отдельных разделов курса, возможно проведение индивидуальных занятий с преподавателем. По окончании курса предусмотрен экзамен в письменной форме.

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 выставлять 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, образцы которых приведены в п. 10. Для зачета в 1 семестре билет состоит из четырех вопросов. Для экзамена во 2 семестре из списка предложенных вопросов для билета выбирается по одному вопросу из каждого блока.

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

<b>1 семестр</b>		
<b>Учебная деятельность</b>	<b>Максимальный балл</b>	<b>Максимальный общий балл</b>
выступление на семинарском занятии (полнота охвата темы, ответы на вопросы)	10	<b>20</b> (2 семинара)
оформление презентации	5	<b>10</b> (2 семинаров)
участие в обсуждении, вопросы к докладчику	1	<b>7</b> (7 семинаров)
Оформление РГЗ в печатном виде в том числе: обсуждение полученных результатов информативность представления результатов объем используемой литературы оформление	13 5 5 1 2	<b>13</b>
Работа в семестре		<b>60</b>
<b>Экзамен</b>	<b>Максимальный балл за вопрос</b>	<b>Максимальный общий балл</b>
4 Вопросы	10	<b>40</b>
Итого за экзамен		<b>40</b>
<b>Итого по предмету</b>		<b>100</b>

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

Таблица 6.3

<b>Компетенции ФГОС</b>	<b>Результаты обучения</b>	<b>Формы контроля</b>	
		Защита РГЗ	Экзамен

ПК1	У11. работать с системными естественнонаучными моделями объектов профессиональной деятельности	+	+
ПК3	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	+	+
ПК4	У6. в проведении структурного анализа материалов с помощью рентгеновского, электронно-микроскопического, парамагнитного, акустического, спектрального, микрорентгено-спектрального и др. методов	+	+
ПК7	З3. историю, методологию и современные проблемы физики, химии, механики материалов и процессов их получения, переработки, обработки и модификации	+	+
ПК8	З3. современные проблемы теоретического и прикладного материаловедения и технологии материалов применительно к различным областям техники и технологии	+	+

### 6.1 Самостоятельная деятельность

Обучающиеся обязаны самостоятельно освоить разделы курса, представленные в п.4. Для этого необходимо ознакомиться с литературой, представленной в разделах 7 и 8.1. В ходе выполнения РГЗ обучающиеся получают задание от преподавателя по анализу строения определенного материала. Должны быть проанализированы структура материала на макро-, мезо- и микромасштабных уровнях, точечные и пространственные группы симметрии всех фаз, составляющих материал. Описаны углы и межплоскостные расстояния для плоскостей и направлений, заданных преподавателем. Должны быть построены теоретические картины рентгеновской дифракции и электронной дифракции для данного материала.

### 6.2 Активные и интерактивные формы обучения

Защита РГЗ должна проходить в активно-интерактивной форме в рамках итогового семинара.

## 7. Список литературы

### 7.1. Основная литература

1. Методы исследования материалов : электронный учебно-методический комплекс / А. А. Никулина, А. И. Смирнов, С. В. Веселов ; Новосиб. гос. техн. ун-т

### 7.2. Дополнительная литература

1. Физические принципы электронной микроскопии. Введение в просвечивающую, растровую и аналитическую электронную микроскопию / Р. Ф. Эгертон ; пер. с англ. С. А. Иванова
2. Физическое материаловедение. В 7 т. . Т. 1 : учебник для вузов по направлению "Ядерные физика и технологии" / под ред. Б. А. Калина ; Нац. исслед. ядерный ун-т "МИФИ"
3. Физическая химия кристаллов с дефектами : [учебное пособие для вузов по специальностям] / Б. М. Синельников
4. Кристаллография : учебник для вузов / Е. В. Чупрунов, А. Ф. Хохлов, М. А. Фадеев

### 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>

### **8.1 Методическое обеспечение**

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](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 Graphite analysis, Multiphase analysis, Grain Analysis (световые микроскопы)
6. Windows 7, Microsoft Office (семинарские занятия)

### **9. Материально-техническое обеспечение**

- Металлографические микроскопы AxioObserver A1m, AxioObserver Z1m, AxioMAT 40
- Растровый электронный микроскоп EVO 50 XVP
- Просвечивающий электронный микроскоп Tecnai G2 20
- Рентгеновский дифрактометр ARL X'TRA

### **10. Организация контроля**

В конце курса обучающиеся обязаны сдать экзамен, который проходит в письменной форме. В ходе экзамена обучающиеся должны ответить на ряд вопросов по каждому разделу курса, представленному в рабочей программе. Вопросы могут иметь как «описательный», так и расчётный характер.

Список тем для подготовки к экзамену:

1. Модель атома Резерфорда и Бора. Эксперимент Резерфорда-Гейгера-Марсдена. Сравнение полученной модели с экспериментами по спектральному анализу
2. Ограничения модели Бора. Современные представления о структуре атома.
3. Элементы симметрии в кристаллах
4. Точечные группы симметрии

5. Пространственные группы симметрии
6. Индексы направлений и плоскостей в кристаллах
7. Прямой и обратный базис кристаллов
8. Метрический тензор. Определение углов между направлениями и плоскостями, межплоскостных расстояний в кристаллах
9. Стереографические проекции.
10. Полюсные фигуры
11. Точечные дефекты в кристаллах и их влияние на свойства
12. Полные и частичные дислокации в металлах и их влияние на свойства
13. Границы зёрен, субзёрен, двойников, дефекты упаковки
14. Металлические стёкла
15. Анализ структуры материалов методами дифракции рентгеновского излучения и электронов
16. Тензорное представление свойств кристаллов
17. Основы термодинамики металлов и сплавов

#### Пример билетов к экзамену

##### Билет № 1

1. Модель атома Резерфорда и Бора. Эксперимент Резерфорда-Гейгера-Марсдена. Сравнение полученной модели с экспериментами по спектральному анализу
2. Ограничения модели Бора. Современные представления о структуре атома.
3. Элементы симметрии в кристаллах
4. Точечные группы симметрии

##### Билет № 2

1. Пространственные группы симметрии
2. Индексы направлений и плоскостей в кристаллах
3. Прямой и обратный базис кристаллов
4. Метрический тензор. Определение углов между направлениями и плоскостями, межплоскостных расстояний в кристаллах

##### Билет № 3

1. Стереографические проекции.
2. Полюсные фигуры
3. Точечные дефекты в кристаллах и их влияние на свойства
4. Полные и частичные дислокации в металлах и их влияние на свойства

##### Билет № 4

1. Полные и частичные дислокации в металлах и их влияние на свойства
2. Границы зёрен, субзёрен, двойников, дефекты упаковки
3. Металлические стёкла
4. Анализ структуры материалов методами дифракции рентгеновского излучения и электронов

##### Билет № 5

1. Тензорное представление свойств кристаллов
2. Основы термодинамики металлов и сплавов
3. Пространственные группы симметрии
4. Индексы направлений и плоскостей в кристаллах