

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол № 3 от « 19 » января 2021 г.

Зав. кафедрой  /Мулюков Р.Р.

Согласовано:  
Председатель УМК факультета /института

 /Балапанов М.Х.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина Металловедение

Б1.В.02 Часть, формируемая участниками образовательных отношений

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)


28.03.03 Наноматериалы

Направленность (профиль) подготовки

Объемные наноструктурные материалы

Квалификация

Бакалавр

Разработчик (составитель) проф., д.т.н.	 / Имаев В.М.
---	---

Для приема: 2021 г.

Уфа 2021 г.

Составитель / составители: проф., д.т.н. Имаев В.М., ассистент Юлдашева А.Р.

Рабочая программа дисциплины *утверждена* на заседании кафедры протокол от « 19 » января 2021 г. № 3

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры протокол № 7 от « 10 » июня 2021 г.

Заведующий кафедрой



/ Мулюков Р.Р.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (*с ориентацией на карты компетенций*)
2. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы;
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся;
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий;
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю);
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю);
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля);
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля);
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости);
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (с ориентацией на карты компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

**ОПК-1** способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики **ОПК-2** способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем,

возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат

Табл. 1

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	При изложении материала курса используются представления из физики прочности, теории термической обработки металлов, термодинамики фазовых превращений. В рамках курса предполагается изучение диаграммы железо-углерод, закономерностей формирования структуры системы Fe-C при затвердевании и последующей термической обработке. В качестве лабораторных и практических занятий бакалаврам будут предложены практические задачи по качественной/количественной оценке структуры типичных сталей и сплавов.	ОПК-3; ПК-1,2,3,4,5,,:6	
	ориентирование бакалавров в вопросах и материалах изучаемой дисциплины, в выявлении связи разделов курса между собой и с другими смежными учебными дисциплинами, в обзоре рекомендуемой научной и учебной литературы по курсу	ОПК-3; ПК-1,2,3,4,5,,:6	
	подготавливает бакалавров к выполнению научной работы и инженерной деятельности в области разработки и исследования наноматериалов.	ОПК-3; ПК-1,2,3,4,5,,:6	
Умения	Освоение дисциплины «Металловедение» подготавливает бакалавров к выполнению научной работы и инженерной деятельности в области разработки и исследования наноматериалов	ОПК-3; ПК-1,2,3,4,5,,:6	
	На практических занятиях бакалавры приобретают навыки работы по	ОПК-3; ПК-1,2,3,4,5,,:6	

	современным методам и аппаратурой, измерительными приборами, компьютерной техникой и периферийным оборудованием, прорабатывают и закрепляют учебный материал на конкретных практических заданиях		
		ОПК-3; ПК-1,2,3,4,5,:6	
Владения (навыки / опыт деятельности)		ОПК-3; ПК-1,2,3,4,5,:6	
		ОПК-3; ПК-1,2,3,4,5,:6	

## 2. Указание места дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к циклу спец. дисциплин по выбору учебного плана по направлению 510400 «Физика», профиль «Физика конденсированного состояния».

Дисциплина базируется на курсах «Кристаллография», «Физика твердого тела» и является базой для изучения дисциплины «Методы получения, структура и свойства наноматериалов».

Курс предполагает знание студентами курсов «Дефекты кристаллического строения металлов» и «Физика металлов». Освоение дисциплины

«Металловедение» подготавливает студента к выполнению научной работы и инженерной деятельности в области разработки и исследования наноматериалов. Модуль «Металловедение» представляет собой одну из основополагающих дисциплин в профессиональной подготовке физиков по профилю «Физика конденсированного состояния». Обучающийся должен знать физику поверхности, общий курс физики и др. Освоение «Металловедение» необходимо при изучении таких дисциплин, как «Электрические и магнитные свойства наноматериалов» и другие.

## 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Согласно ОП подготовки бакалавра по направления 03.03.02 «Физика», профиль «Физика конденсированного состояния вещества» и рабочему учебному плану (РУП) по дисциплине «Металловедение» отводится:

общий объем часов по дисциплине 108 (всего 3 ЗЕТ); в том числе аудиторных часов 36;  
контактных часов 72.

Разбиение общего числа часов по видам учебных занятий с указанием их объемов приведено в таблице 1

Табл.

1

Виды учебной работы	Количество часов по семестрам	
	Общий объем по РУП_108_	№ семестра __5__
Аудиторные занятия	36	36
Лекции	18	18
Лабораторные занятия	-	-
Практические занятия	18	18
Самостоятельная работа студентов	25	25
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
Контроль	45	45
Виды контроля	экзамен	экзамен

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БАШКИРСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ на 7 семестр  
(наименование дисциплины)

Рабочую программу осуществляют:

Лекции: профессор кафедры Физики и технологии  
наноматериалов, д.ф.-м.н., Мулюков Р.Р.  
(должность, уч. степень, ф.и.о.)

Зачетных единиц трудоемкости (ЗЕТ) 3

Учебных часов:

лекций 18 семестр

практические—18 7 семестр

самостоятельная работа студентов 25 (7 семестр)

КСР 2 (5 семестр)

Контроль 45 (7 семестр)

В том числе контактных часов 72

Лабораторные и практические занятия: профессор кафедры Физики и  
технологии наноматериалов, д.ф.-м.н., Мулюков Р.Р.  
(должность, уч. степень, ф.и.о.)

## 5 семестр

Таблица 3

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов (лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа)	Кол- во часов аудит орной работ ы	Основная и дополните льная литература, рекомендуе мая студентам	Задания по самостоятельной работе студентов с указанием литературы, номеров задач	Количе ство часов самост оят. работы	Форма контроля самостоятельной работы студентов (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Модуль 1: проводники</b>							
1.	Введение в предмет 1. Цель и задачи металловедения 2. Характеристика металлов Металлы в периодической таблице Основные свойства металлов Классификация металлов 3. Основные понятия металловедения 4. Методы эксперимента в металловедении	<b>Лекция</b> практич. работы	2	Осн. [1, гл. 1], Осн. [2, гл. 1]			
2.	Затвердевание металлов/сплавов 1. Структура жидких металлов/сплавов 2. Аморфные сплавы 3. Кристаллическое строение металлов/ сплавов 4. Дефекты кристаллического	<b>Лекция</b> практич. работы	2 4	Осн. [1 гл. 2], Осн. [2, гл. 2, 3], Доп. [1-3, 5]			Опрос



	<p>строения металлов/сплавов: точечные, линейные, поверхностные</p> <p>5. Процесс кристаллизации</p> <p>Термодинамическое рассмотрение</p> <p>Описание процесса кристаллизации и. 5.3.</p> <p>Кинетика кристаллизации</p> <p>и</p> <p>6. Строение слитков металлов/сплавов</p> <p>7. Выращивание монокристаллов. Методы выращивания монокристаллов</p>						
--	--	--	--	--	--	--	--

3.	Бинарные диаграммы фазового равновесия 1. Типичные диаграммы фазового равновесия. 2. Основные понятия: линии ликвидуса/ солидуса, ограниченная/неограниченная растворимость, эвтектическое/перитектическое превращение, правило фаз Гиббса 3. Определение состава и соотношения фаз по диаграмме фазового равновесия 4. Дендритная ликвация	Лекция ПЗ	2 4	Осн. [1 гл. 3], Осн. [2, гл. 3, 4], Доп. [3, 4 ]	Типичные диаграммы фазового равновесия.	5	Контрольные работы
4	Структурные превращения в твердых металлах	Лекция ПЗ	4 2			5	опрос

	<p>1. Разновидности отжига</p> <p>2. Изменение строения и свойств металла/сплава при деформации</p> <p>3. Влияние отжига на структуру и свойства холоднодеформированного металла</p> <p>Влияние дорекристаллизационного отжига. Возврат. Полигонизация</p> <p>Влияние рекристаллизационного отжига. Рекристаллизация</p> <p>4. Влияние горячей деформации на структуру и свойства металлов/сплавов</p> <p>Динамический возврат и рекристаллизация</p> <p>5. Аллотропическое превращение.</p> <p>6. Магнитное превращение</p>			<p>Осн. [1, гл. 4], Осн. [3, гл. 3, 4]</p> <p>Доп. [3-6]</p>	Рекристаллизация в металлах и сплавах		
5	Фазовое равновесие и структура сплавов из двух компонентов.	Лекция ПЗ	2 2	Осн. [1, гл. 5], Осн. [2, гл. 5,6],		5	опрос

1. Строение твердых фаз (твердые растворы, промежуточные фазы) 2. Основы графического метода термодинамики 3. Кинетика фазовых			Доп. [3]			
---	--	--	----------	--	--	--

	превращений						

6	<p>Железо и его сплавы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Диаграмма железо-углерод (метастабильная, стабильная)</li> <li>2. Аллотропические превращения железа</li> <li>3. Стали и чугуны. Основные фазовые превращения. Строение фаз</li> <li>4. Формирование структуры до- и заэвтектоидных сталей</li> <li>5. Формирование структуры чугунов</li> <li>6. Аустенитизация. Формирование структуры при аустенитизации</li> <li>7. Перлитное превращение (перлит, сорбит, троостит, бейнит). Размер колоний, межпластинчатое расстояние, их влияние на механические свойства</li> <li>8. Разновидности отжига второго рода для сталей, его влияние на структуру и свойства</li> <li>9. Отжиг чугунов, его влияние на структуру и свойства</li> <li>10. Разновидности закалки. Закалка сталей</li> <li>11. Механизм и кинетика мартенситного превращения в</li> </ol>	Лекция ПЗ	6 6	Осн. [1, гл. 6], Осн. [2, гл. 6-8], Осн. [3, гл. 6, 7], Доп. [1]	Формирование структуры сталей и чугунов	5	опрос
---	--	--------------	--------	---	---	---	-------

	сталях. Структура и свойства мартенсита 12. Отпуск сталей. Разновидности отпуска. Процессы, происходящие при отпуске сталей. Изменение свойств сталей при отпуске 13. Термомеханическая обработка сталей. Влияние на структуру и свойства						
		<b>ИТОГО</b>	<b>18</b> <b>18</b>			<b>25</b>	<b>экзамен</b>

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При изучении дисциплины «Металловедение» предусмотрены следующие виды самостоятельной работы:

Самостоятельная работа с литературой. Темы для самостоятельного изучения приведены в рабочей программе по каждому модулю с указанием параграфов основной и дополнительной литературы, в достаточном количестве содержащейся в библиотеке. Контроль данной работы проходит в начале каждого лекционного занятия в течение 10-15 минут по тестовым заданиям.

Самостоятельная подготовка по материалам лекций к прохождению промежуточного и рубежного контроля. Вопросы по данным видам контроля приведены в соответствующей главе и выдаются студентам заблаговременно. Контроль данной работы проходит в начале каждого лекционного занятия в течении 10-15 минут по тестовым заданиям.

Самостоятельная работа по подготовке к лабораторной работе, включающая в себя изучение теоретического материала, планирование эксперимента, подготовку экспериментального журнала. Необходимый методический материал приведен в Методических указаниях к лабораторной работе, выдаваемых студенту преподавателем заранее. Перечень методических указаний приведен в пункте дополнительной литературы.

Контроль данной работы проходит в начале каждого лабораторного занятия в течении 10-15 минут в виде допуска по результатам рабочей дискуссии микро группы студентов, совместно выполняющих данный физический эксперимент.

Самостоятельная работа по математической обработке и анализу полученных результатов, подготовке отчета и ответа на контрольные вопросы. Контроль данной работы проходит на лабораторном занятии в виде защиты отчета и ответа на контрольные вопросы.

На семинарских занятиях будут решаться типовые задачи по изучаемым темам. Самостоятельная работа студентов предполагает решение задач домашнего задания. При этом студенты должны быть готовы к показу задачи в аудитории при разборе и анализе домашних задач.

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

### **Формы и критерии контроля знаний**

Текущая, промежуточная и итоговая аттестация проводится по модульно-рейтинговой системе согласно Положению о модульно-рейтинговой системе обучения и оценки успеваемости студентов



**Текущий контроль** - это контроль над всеми видами аудиторной и внеаудиторной работы студентов по данному дисциплинарному модулю, результаты которой оцениваются до рубежного контроля.

Текущий контроль по теоретическому материалу части модуля (лекционному и материалу самостоятельного изучения) проводится в форме тестового опроса или в виде письменного блиц - опроса по 6 вопросам, требующим краткого ответа. Это основные определения, физические понятия, законы и теоремы, вопросы на понимание физической сути изучаемых явлений. Каждый вопрос оценивается как часть от максимального балла, назначенного на данный текущий контроль. В зависимости от объема модуля проводится 1-2 текущих контроля. Список вопросов к каждому текущему контролю выдается студентам заранее.

Текущий контроль по практическим занятиям проводится в виде отметки о выполнении работы (2 балла) и защиты отчета по лабораторным работам (2 балла). Проводится текущий контроль по семинарским занятиям.

**Рубежный контроль** – проверка полноты знаний и умений по материалу модуля в целом.

Рубежный контроль проводится в форме тестового опроса или в виде письменного блиц - опроса по 10 вопросам, требующим краткого ответа. Каждый вопрос оценивается как часть от максимального балла, назначенного на рубежный контроль. Вопросы охватывают материал целого модуля и также включают темы лекционных занятий и самостоятельной работы.

По результатам суммарного текущего контроля по всем видам учебной деятельности и рубежного контроля выставляется промежуточный контроль.

**Итоговый контроль** – форма контроля, проводимая по завершении изучения дисциплины в семестре.

Итоговый контроль на третьем семестре проводится в форме зачета по теоретическому материалу.

Итоговый контроль на четвертом семестре проводится в форме экзамена по теоретическому материалу.

### **Критерии оценки итогового контроля.**

Студент получает зачет согласно бально-рейтинговой системе. Итоговый контроль оценивается максимально в 20 баллов, если студент отвечает правильно на 10 из 10 предложенных вопросов.

При приеме экзамена используются следующие критерии.

#### **(30 баллов)**

Ответ на вопрос должен показать глубокие, прочные знания студента. Ответ должен быть логичным и доказательным. Студенту необходимо знать основные понятия, термины, развернутые определения, использовать современные данные науки. Студент должен устанавливать причинно- следственные связи, применять знания в новой ситуации. Студент должен продемонстрировать умение делать аргументированные выводы.

#### **(20 баллов)**

Ответ студента должен показать глубокие, прочные знания. Ответ должен быть логичным и доказательным. Студенту необходимо знать основные понятия, термины, развернутые определения, использовать данные современной науки. Студенту необходимо устанавливать причинно- следственные связи, излагать материал с учетом принципов объективности и научности. В ответе допускаются отдельные несущественные неточности. **(10 баллов)**

Ответ на вопросы должен показать знания поставленных вопросов. Необходимо знать основные понятия, термины, развернутые определения, фактический материал, использовать данные современной науки. В ответе могут допускаться существенные ошибки и неточности.

**(0 баллов)**

Ответ на поставленные вопросы показывает незнание его содержания, основных понятий, терминов. Студент не умеет устанавливать причинно- следственные связи, излагать материал с учетом принципов научности и объективности, анализировать указанные источники. Ответ студента не соответствует вопросу, а так же при отсутствии ответа и при отказе от ответа.

При изучении дисциплины «Физика (оптика)» текущий контроль осуществляется в виде письменных работ (16 баллов за семестр); допуска, выполнение лабораторных работ, оформление отчета (24 балла). Всего за семестр 40 баллов. Рубежный контроль проводится в форме коллоквиума (5 баллов); тестирования (5 баллов); проведения контрольных работ (8 баллов); защиты отчетов по лабораторным работам (12 баллов). Всего за семестр 30 баллов. По учебному плану итоговый контроль проводится в форме экзамена (30 баллов).

Преподаватель может поощрить студентов за участие в научных конференциях, конкурсах, олимпиадах, за активную работу на аудиторных занятиях, за публикации статей, за работу со школьниками, выполнение заданий повышенной сложности в виде поощрительных баллов (до 10 баллов за семестр).

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично - от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо - от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно - от 45 до 59баллов;
- неудовлетворительно - менее 45 баллов.

**Вопросы к текущему и рубежному контролю по теоретическому материалу**

1. Строение металлов. Физико-механические свойства металлов. Классификация металлов. Металлы и сплавы.
2. Кристаллические решетки металлов. Связь решетки со свойствами металлов.
3. Монокристаллы, выращивание монокристаллов. Анизотропия свойств монокристалла. Поликристаллы. Ориентация кристаллической решетки.

4. Дефекты кристаллического строения металлов: точечные, линейные, поверхностные. Равновесные и неравновесные дефекты. Примеры влияния дефектов на свойства металла/сплава.
5. Структура жидких металлов/сплавов, аморфные материалы. Ближний и дальний порядок.
6. Процесс кристаллизации металла. Термодинамическое рассмотрение кристаллизации. Представление о критическом зародыше. Скорость кристаллизации.
7. Гомогенное и гетерогенное образование зародышей. Величина зерна при кристаллизации. Модифицирование.
8. Общее строение металлического слитка. Дендритное строение и дендритная ликвация. Зональная ликвация. Физические причины дендритного строения и формирования ликваций.
9. Разновидности отжига. Процессы, происходящие при отжиге. Цель проведения того или иного вида отжига.
10. Гомогенизационный отжиг. Физические процессы, происходящие при гомогенизационном отжиге.
11. Изменение внутреннего строения металла/сплава при пластической деформации. Изменение внутреннего строения зерен.
12. Изменение свойств металла/сплава при наклепе.
13. Дорекристаллизационный отжиг. Физические процессы при дорекристаллизационном отжиге.
14. Рекристаллизационный отжиг. Физические процессы при рекристаллизационном отжиге. Первичная, собирательная, вторичная рекристаллизация.
15. Изменение свойств при дорекристаллизационном и рекристаллизационном отжиге.
16. Аллотропическое превращение. Когерентная, полукогерентная, некогерентная граница. Принцип структурного соответствия Данкова-Конобеевского.
17. Магнитное превращение как разновидность фазового превращения.
18. Кинетика (скорость) фазовых превращений. Кинетические кривые. Влияние переохлаждения/перегрева на скорость фазовых превращений.
19. Диффузионный и мартенситный механизмы твердофазного превращения. Физические условия развития того или другого механизма.
20. Строение твердых фаз (твердые растворы, упорядоченные твердые растворы, промежуточные фазы).
21. Типичные диаграммы равновесия (полная/ограниченная растворимость или полная нерастворимость в твердом состоянии, полная растворимость в жидком состоянии, диаграммы с эвтектическим и перитектическим превращением, правило фаз Гиббса).
22. Основы графического метода термодинамики на примере диаграммы с неограниченной растворимостью.
23. Стабильная и метастабильная фазы. Термодинамическое обоснование образования метастабильных фаз.
24. Чистое железо. Аллотропические превращения в чистом железе (температуры A1, A2, A3, A4).
25. Диаграмма железо-углерод (метастабильная, стабильная). Стали и чугуны. Основные фазовые превращения.
26. Строение фаз на диаграмме железо-углерод.
27. Формирование структуры до- и заэвтектоидных сталей.
28. Формирование структуры чугунов.
29. Аустенитизация. Скорость аустенитизации, формирование структуры при аустенитизации.
30. Перлитное превращение. Перлит, сорбит, троостит, бейнит. Размер колоний, межпластинчатое расстояние, их влияние на механические свойства.

31. Разновидности отжига 2 рода для сталей: полный, изотермический, нормализационный, патентирование, сфероидизирующий отжиг. Их влияние на структуру и свойства.
32. Отжиг чугунов. Его влияние на структуру и свойства чугунов.
33. Закалка, разновидности закалки. Закалка сталей.
34. Механизм и кинетика мартенситного превращения. Структура и свойства мартенсита. Прокаливаемость.
35. Отпуск сталей. Разновидности отпуска. Процессы, происходящие при отпуске сталей. Изменение свойств сталей при отпуске.
36. Термомеханическая обработка сталей. Влияние термомеханической обработки на структуру и свойства сталей.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **Основная литература:**

1. Б.Г. Лифшиц, «Металлография», М.: Металлургия, 2001.
2. Ю.М. Лахтин, «Металловедение и термическая обработка металлов», М.: Металлургия, 1983.
3. И.И. Новиков, «Теория термической обработки металлов», М.: Металлургия, 1986.

### **Дополнительная литература:**

1. Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева, «Материаловедение», М.: Машиностроение, 1980.
2. П.В. Павлов, А.Ф. Хохлов «Физика твердого тела», М.: Высшая школа, 2000 г.
3. Я.С. Уманский, Ю.А. Скаков. —Физика металлов|| , Атомиздат, 1978 г
4. А. П. Гуляев, —Металловедение|| , М: Металлургия, 1978.
5. М.А. Штремель, «Физика прочности», М.: МИСиС, т. 1-2, 1999.
6. Под редакцией Ф. Хесснера, «Рекристаллизация металлических материалов», М.: Металлургия, 1982.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины**

Курсы и конспекты лекций по металловедению доступны по следующим адресам:

- [http://mateltech.narod.ru/course/course\\_cont.htm](http://mateltech.narod.ru/course/course_cont.htm) (курс лекций МИСиС)  
<http://window.edu.ru/resource/953/73953> (конспект лекций)  
<http://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=251> (курс лекций)

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Основные темы дисциплины «Металловедение» приведены в таблицах 2 и 3 рабочего плана, где можно ознакомиться с расшифровкой каждой темы и основными понятиями, которые необходимо освоить по каждому модулю. В этих же таблицах подробно прописана тематика самостоятельной работы с указанием литературных источников. По каждой теме самостоятельной

работы в рабочей программе указаны соответствующие параграфы основной и дополнительной литературы, которая есть в достаточном количестве в библиотеке. Рекомендуется активно пользоваться электронными ресурсами библиотеки читального зала физико-технического института.

Самостоятельную работу нужно выполнять систематически для последовательного понимания материала и готовности к промежуточным и рубежным контролям. На кафедре электроники и наноэлектроники висит график работы преподавателя со студентами. При возникновении вопросов необходимо обращаться к лектору в указанное время за консультацией.

Обязательное условие успешного освоения лекционного материала – внимательно слушать объяснения преподавателя, вести краткий конспект, задавать вопросы лектору, если возникает непонимание материала. Очень полезно обратиться к литературе, которую рекомендовал преподаватель по каждой лекции, и уяснить непонятные моменты. Если по какой-либо причине лекционное занятие было пропущено, материал необходимо проработать по рекомендуемой литературе, в противном случае следующая тема будет непонятна.

При подготовке и проведении занятий преподавателю необходимо обратить внимание на следующие моменты:

- на необходимость введения четких определений всех новых понятий и терминов, рассматриваемых по каждой теме;

- на актуальность рассматриваемых вопросов в различных системах связи;

- на связь рассматриваемых вопросов со смежными дисциплинами, в частности, с физикой, математикой, электротехникой, вычислительной техникой.

Качественное преподавание дисциплины «Металловедение» невозможно без использования современной вычислительной техники и мультимедийного оборудования. Необходимо добиваться высокой наглядности при изложении физических процессов в различных приборах электроники. Особое внимание необходимо обратить на изучение эквивалентных схем диодов и транзисторов, на особенности и возможности эксплуатации приборов в области высоких частот, при импульсных воздействиях и в предельных режимах.

Лабораторные занятия требуют предварительной подготовки. Получив у преподавателя тему работы необходимо: проработать теоретический материал по данной работе (лекционный либо по учебной литературе); спланировать выполнение лабораторной работы: четко уяснить порядок выполнения работы, подготовить таблицы для записи полученных результатов, продумать возможности снижения систематических и случайных ошибок. Перед выполнением работы необходимо сдать допуск преподавателю. После снятия результатов и их обработки с учетом теории погрешности, нужно проанализировать полученные результаты, сформулировать вывод и подготовить контрольные вопросы, которые приведены в конце работы.

При выполнении лабораторных работ студент должен продемонстрировать следующее:

степень усвоения теоретического материала;

умение применения теоретического материала при анализе полученных экспериментальных данных

умение расчетов погрешностей экспериментальных данных и расчетов

умение обоснования эффективности предлагаемых или рассматриваемых технических решений при выполнении лабораторных работ,

объем и полноту изучения рекомендованных литературных источников.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Информационные технологии при осуществлении образовательного процесса по данной дисциплине не используются.

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для проведения занятий используется аудиторный и лабораторный фонд ИПСМ РАН.