

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шамсутдинов Расим Адегамович

Должность: Директор ЛФ КНИТУ-М

Дата подписания: 21.08.2024 09:46:09

Уникальный идентификатор документа:

d31c25eab5d6fbb0c550e073a64dfdc00729a085e7e997a41080667083e961114

**Министерство образования и науки Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «КАЗАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. А.Н. ТУПОЛЕВА-КАИ»**

**Лениногорский филиал**

(наименование института, в состав которого входит кафедра, ведущая дисциплину)

Кафедра **Технологии машиностроения и приборостроения**

(наименование кафедры, ведущей дисциплину)

**УТВЕРЖДАЮ**

**Директор ЛФ КНИТУ-КАИ**

**Р.А. Шамсутдинов**

**2017 г.**

**Регистрационный номер 0428.08/17-72**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины (модуля)

**«Металлография»**

Индекс по учебному плану: **Б1.В.ДВ.01.02**

Направление подготовки: **15.03.01 Машиностроение**

Квалификация: **бакалавр**

Направленность (профиль) программы: **Оборудование и технология сварочного производства**


Виды профессиональной деятельности: **производственно-технологическая; проектно-конструкторская**

Лениногорск 2017 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана на основе требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «03» сентября 2015г. № 957, и в соответствии с рабочим учебным планом направления 15.03.01, утвержденным Ученым советом КНИТУ-КАИ «31» августа 2017 г., протокол №6.

Рабочую программу дисциплины (модуля) разработали:


к.т.н., доцент кафедры технологии машиностроения и приборостроения

 Ухватов Н.Н.

старший преподаватель кафедры технологии машиностроения и приборостроения

 Балахонцева Э.М.

Рабочая программа дисциплины (модуля) утверждена на заседании кафедры ТМиП, протокол № 2 от 01.09.2017г.

Заведующий кафедрой ТМиП, к.т.н.  Г.С. Горшенин

Рабочая программа дисциплины (модуля)	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
СОГЛАСОВАНА	кафедра ТМиП	01.09.2017	2	 зав. кафедрой ТМиП Г.С. Горшенин
ОДОБРЕНА	Учебно-методическая комиссия ЛФ КНИТУ-КАИ	01.09.2017	2	 Председатель УМК З.И. Аскарова
СОГЛАСОВАНА	Научно-техническая библиотека	01.09.2017		 Библиотекарь А.Г. Страшнова

## РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цель изучения дисциплины (модуля)

Основной целью изучения дисциплины является изучение закономерностей образования структуры путем исследования макроструктуры и микроструктуры металла, а также изменения свойств металла в зависимости от изменения его структуры.

### 1.2. Задачи дисциплины (модуля)

Основными задачами дисциплины являются:

- освоение студентами навыков качественного и количественного анализа микроструктуры металлических сплавов;
- освоение студентами методов распознавания по микроструктуре и твердости основных технических сплавов и их предшествующей обработки;
- освоение анализа изломов для определения причин разрушения конструкций.

### 1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП ВО.

Дисциплина «Металлография» входит в состав вариативной части (дисциплины по выбору) Блока 1 Дисциплины (модули).

Логическая и содержательная связь дисциплин, в формировании представленных в п.1.5 компетенций:

**Компетенция:** ПК-10.

**Предшествующие дисциплины:**

**Дисциплины, изучаемые одновременно:** -

**Последующие дисциплины:** Диагностика и обеспечение безопасности технологических процессов и оборудования; Защита сварных соединений от коррозии; Теория коррозии и методы защиты материалов; Технологическая подготовка производства; Технологическая подготовка сварочного производства; Диагностика и контроль качества сварных соединений; Контроль качества сварных соединений технических устройств; Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

**Компетенция:** ПК-18.

**Предшествующие дисциплины:**

**Дисциплины, изучаемые одновременно:** Материалы и их поведение при сварке.

**Последующие дисциплины:** Диагностика и обеспечение безопасности технологических процессов и оборудования; Диагностика и контроль качества сварных соединений; Контроль качества сварных соединений технических устройств; Производственная технологическая практика; Преддипломная практика; Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

### 1.4. Объем дисциплины (модуля) (с указанием трудоемкости всех видов работы)

Таблица 1а

Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

Виды учебной работы	Общая трудоемкость		Семестр	
			5	
	в час	в ЗЕ	в час	в ЗЕ
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	144	4	144	4
<i>Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторные занятия)</i>	36	1	36	1
Лекции	18	0,5	18	0,5

Лабораторные работы	18	0,5	18	0,5
Практические занятия	-	-	-	-
<i>Самостоятельная работа студента</i>	72	2	72	2
Проработка учебного материала	72	2	72	2
Курсовой проект				
Курсовая работа				
<i>Подготовка к промежуточной аттестации (экзамен)</i>	36	1	36	1
Промежуточная аттестация			Экзамен	

Таблица 16

### Объем дисциплины (модуля) для заочной формы обучения

Виды учебной работы	Общая трудоемкость		Семестр	
			7	
	в час	в ЗЕ	в час	в ЗЕ
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>	<b>144</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>4</b>
<i>Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторные занятия)</i>	<i>14</i>	<i>0,39</i>	<i>14</i>	<i>0,39</i>
Лекции	6	0,17	6	0,17
Лабораторные работы	8	0,22	8	0,22
Практические занятия	-	-	-	-
<b>Самостоятельная работа студента</b>	<b>121</b>	<b>3,36</b>	<b>121</b>	<b>3,36</b>
Проработка учебного материала	105	2,92	105	2,92
Курсовой проект				
Курсовая работа				
Контрольная работа	16	0,44	16	0,44
<i>Подготовка к промежуточной аттестации (экзамен)</i>	<i>9</i>	<i>0,25</i>	<i>9</i>	<i>0,25</i>
Промежуточная аттестация			Экзамен	

### 1.5 Планируемые результаты обучения

Таблица 2

#### Формируемые компетенции

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)	Уровни освоения составляющих компетенций		
	Пороговый	Продвинутый	Превосходный
<b>ПК-10 – умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению</b>			
<b>Знание (ПК-103)</b> <b>Знать:</b> - основные методы определения процессов, протекающих при сварке; - общие принципы обеспечения качества, сварных соединений; -основные понятия технологичности изделий и процессов, принцип контроля на технологичность	Знать основные методы определения процессов, протекающих при сварке; - общие принципы обеспечения качества, сварных соединений; -основные понятия технологичности изделий и процессов, принцип контроля на технологичность	Знать основные методы определения процессов, протекающих при сварке; - общие принципы обеспечения качества, сварных соединений; -основные понятия технологичности изделий и процессов, принцип контроля на технологичность	Знать основные методы определения процессов, протекающих при сварке; - общие принципы обеспечения качества, сварных соединений; -основные понятия технологичности изделий и процессов, принцип контроля на технологичность сварных соединений; - требования к качеству

сварных соединений.	сварных соединений.	- требования к качеству сварных соединений и методы обеспечения качества.	сварных соединений и методы обеспечения качества; - принцип контроля соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
<b>Умение (ОПК-10У)</b> <b>Уметь:</b> - контролировать соблюдение технологической дисциплины при производстве изделий сварной конструкции	Умение применять общие принципы обеспечения качества, сварных соединений; - применять основные понятия технологичности изделий и процессов, принцип контроля на технологичность сварных соединений.	Умение применять общие принципы обеспечения качества, сварных соединений; - применять основные понятия технологичности изделий и процессов, принцип контроля на технологичность сварных соединений. - контролировать соблюдение технологической дисциплины при производстве изделий сварной конструкции.	Умение применять основные понятия технологичности изделий и процессов, принцип контроля на технологичность сварных соединений. - контролировать соблюдение технологической дисциплины при производстве изделий сварной конструкции.
<b>Владение (ПК-10В)</b> <b>Владеть:</b> - методами контроля соблюдения технологической дисциплины при производстве изделий сварной конструкции. - методами обеспечения технологичности сварных изделий и сварочных процессов.	Владение методами контроля соблюдения технологической дисциплины при производстве изделий сварной конструкции. - методами обеспечения технологичности сварных изделий и сварочных процессов.	Владение методами контроля соблюдения технологической дисциплины при производстве изделий сварной конструкции. - методами применения общих и нормативных принципов обеспечения качества, сварных соединений;	Владение методами контроля соблюдения технологической дисциплины при производстве изделий сварной конструкции. - методами обеспечения технологичности сварных изделий и сварочных процессов.
<b>ПК-18 – умение применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий</b>			
<b>Знание (ПК-18З)</b> <b>Знать:</b> - научную организацию труда; - содержание основных стандартов металлографического контроля сталей; - основные методы контроля структуры металлов и сплавов.	Знать методы математического анализа и моделирования, теоретического	Знать методы математического анализа и моделирования, теоретического исследования	Знать методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
<b>Умение (ПК-18У)</b> <b>Уметь:</b> - организовывать свой труд, оценивать результаты своей деятельности; - использовать стандарты для анализа микроструктур сталей; - самостоятельно проводить стандартные исследования	Уметь применять основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности,	Уметь применять основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ	Уметь применять основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений

<p>микроструктуры металлов и сплавов.</p>		<p>причин нарушений технологических процессов в машиностроении</p>	<p>технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению</p>
<p><b>Владение (ПК-18В)</b>  <b>Владеть:</b>  - информационными технологиями для поиска нужной информации;  - навыками самостоятельно составлять отчёты о проведенном контроле, обобщать и анализировать полученные результаты.</p>	<p>Владеть навыками выбирать основные и вспомогательные для реализации основных технологических процессов;  применять методы стандартных испытаний по определению свойств материалов</p>	<p>Владеть навыками выбирать основные и вспомогательные и способы реализации основных технологических процессов;  применять методы стандартных испытаний по определению свойств материалов и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий</p>	<p>Владеть навыками выбирать основные и вспомогательные и способы реализации основных технологических процессов;  применять методы стандартных испытаний по определению свойств материалов и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий в машиностроительном производстве</p>

## РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ТЕХНОЛОГИЯ ЕЕ ОСВОЕНИЯ

### 2.1. Структура дисциплины (модуля) и ее трудоемкость

Таблица 3а

#### Распределение фонда времени по видам занятий (очная форма обучения)

№п/п	Раздел дисциплины	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Коды компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
			лекции	лабор. работы	практич. работы	СРС		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Раздел 1.</b>								ФОС ТК-1
1	Тема 1.1. Кристаллическое и реальное строение металлов. Примеси в металлах. Дефекты решетки металлов.	15	4			11	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
2	Тема 1.2. Кристаллизация и деформация металлов.	19	2	4		13	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
<b>Раздел 2.</b>								ФОС ТК-2
3.	Тема 2.1. Диаграммы состояния	23	4	6		13	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
4.	Тема 2.2. Микроскопы: Увеличение объекта.	13	2			11	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
<b>Раздел 3.</b>								ФОС ТК-3
5.	Тема 3.1. Методы выявления микроструктуры металлов.	17	2	4		11	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
6.	Тема 3.2. Методы количественной металлографии	21	4	4		13	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
	Экзамен	36					ПК-10; ПК-18	ФОС ПА
	<b>ИТОГО:</b>	<b>144</b>	<b>18</b>	<b>18</b>		<b>72</b>		

Таблица 3б

#### Распределение фонда времени по видам занятий (заочная форма обучения)

№п/п	Раздел дисциплины	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Коды компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
			лекции	лабор. работы	практич. работы	СРС		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Раздел 1.</b>								ФОС ТК-1
1	Тема 1.1. Кристаллическое и реальное строение металлов. Примеси в металлах. Дефекты решетки металлов.	19	1			18	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
2	Тема 1.2. Кристаллизация и деформация металлов.	23	1	4		18	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
<b>Раздел 2.</b>								ФОС ТК-2
3.	Тема 2.1. Диаграммы состояния	19	1			18	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль

4.	Тема 2.2. Микроскопы: Увеличение объекта.	18	1			17	ПК-10; ПК-18	контроль Текущий контроль
<b>Раздел 3.</b>								<b>ФОС ТК-3</b>
5.	Тема 3.1. Методы выявления микроструктуры металлов.	22	1	4		17	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
6.	Тема 3.2. Методы количественной металлографии	18	1			17	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
Контрольная работа		16				16	ПК-10; ПК-18	
Экзамен		9					ПК-10; ПК-18	ФОС ПА
ИТОГО:		144	6	8		121		

Таблица 4

### Матрица компетенций по разделам РП

Наименование раздела (тема)	Формируемые компетенции (составляющие компетенций)		
	ПК-10		
	ПК-103	ПК-10У	ПК-10В
<b>Раздел 1.</b>			
Тема 1.1. Кристаллическое и реальное строение металлов. Примеси в металлах. Дефекты решетки металлов.	+	+	+
Тема 1.2. Кристаллизация и деформация металлов.	+	+	
<b>Раздел 2.</b>			
Тема 2.1. Диаграммы состояния	+	+	
Тема 2.2. Микроскопы: Увеличение объекта.	+		+
<b>Раздел 3.</b>			
Тема 3.1. Методы выявления микроструктуры металлов.	+	+	+
Тема 3.2. Методы количественной металлографии	+	+	+
ПК-18			
	ПК-183	ПК-18У	ПК-18В
<b>Раздел 1.</b>			
Тема 1.1. Кристаллическое и реальное строение металлов. Примеси в металлах. Дефекты решетки металлов.	+	+	
Тема 1.2. Кристаллизация и деформация металлов.	+		+
<b>Раздел 2.</b>			
Тема 2.1. Диаграммы состояния	+		+
Тема 2.2. Микроскопы: Увеличение объекта.	+		+
<b>Раздел 3.</b>			
Тема 3.1. Методы выявления микроструктуры металлов.	+	+	
Тема 3.2. Методы количественной металлографии	+	+	+

## 2.2. Содержание дисциплины (модуля)

### Тема 1.1. Кристаллическое и реальное строение металлов. Примеси в металлах. Дефекты решетки металлов.

Предмет металловедения. Классификация металлов. Понятие о кристаллическом строении металлов. Типы элементарных кристаллических ячеек. Полиморфизм. Полиморфизм железа. Дефекты кристаллического строения. Упругая и пластическая деформация. Пластический сдвиг в моно кристалле и кристаллите.

Литература: [1], [2]

### Тема 1.2. Кристаллизация и деформация металлов.



Элементы теории кристаллизации. Кристаллизация равновесная и неравновесная. Понятие о критическом диаметре зародыша. Кривые Таммана. Гомогенная и гетерогенная кристаллизация. Скорость роста кристаллов. Центры кристаллизации. Влияние пластической деформации. Наклеп. Влияние нагрева на структуру и свойства деформированного металла. Возврат. Рекристаллизация. Холодная и горячая деформация.

Литература: [1], [2]

### **Тема 2.1. Диаграммы состояния.**

Диаграммы состояния двойных и тройных систем. Элементы теории сплавов. Диаграммы состояния сплавов, образующих механическую смесь, неограниченно растворяющихся друг в друге, испытывающих эвтектоидное, эвтектическое, перитектическое превращения. Твердые растворы внедрения и замещения. Фазы и структуры. Сплавы железа с углеродом - феррит, аустенит, перлит, сорбит, троостит, цементит. Диаграмма состояния сплава железо-углерод. Первичная кристаллизация сталей. Вторичная кристаллизация сталей. Кристаллизация чугунов.

Литература: [1], [2]

### **Тема 2.2. Микроскопы: Увеличение объекта.**

Принципиальная схема микроскопа. Разрешающая способность микроскопа. Объективы и окуляры. Металлографические микроскопы. Общие правила обращения с микроскопом.

Оптическая микроскопия. Получение мнимого и действительного изображения. Апертурный угол, числовая апертура, фокус линзы. Устройство оптического микроскопа. Увеличение микроскопа. Предельное разрешение оптического микроскопа. Основные методы металлографического анализа: светлого поля, косоугольного освещения, темного поля, иммерсии, исследования в поляризованном свете, интерференционный метод и метод фазового контраста.

Литература: [1], [2]

### **Тема 3.1. Методы выявления микроструктуры металлов.**

Основы выявления микроструктуры. Химическое травление. Взвешивание химических веществ для приготовления реактивов. Электролитическое травление. Различные способы выявления микроструктуры. Техника безопасности при травлении шлифов.

Понятие о стандартном металлографическом анализе микроструктур стали и цветных сплавов. Отбор проб и изготовление микрошлифов. Методы выявления границ зерна: травление, окисление, цементация метод сетки и др. Реактивы для выявления микроструктуры. Обработка результатов исследования (контроля) по эталонным шкалам.

Металлографические методы определения неметаллических включений в стали по ГОСТ 1778-70. Методы определения неметаллических включений: К, П, Л. Сравнение с эталонами. Идентификация неметаллических включений.

Методы выявления и определения величины зерна по ГОСТу 5639-82.

Типичные микроструктуры стали, идентифицируемые по ГОСТу 8233-56. Структуры термообработки, получаемые по диффузионному механизму: перлит, сорбит, троостит. Анализ структуры термообработки, получаемой по бездиффузионному механизму: мартенсита.

Оценка структурных параметров перлита, структурно-свободного цементита, полосчатости, видманштеттовой структуры перегрева в стали в соответствии с

требованиями ГОСТ 5640-68.

Микроструктуры цветных сплавов на основе титана, алюминия и меди.  
Литература: [1], [2]

### **Тема 3.2. Методы количественной металлографии.**

Параметры структуры и дефектов, подлежащие количественной оценке.

Первое главное стехиометрическое соотношение С.А. Салтыкова Точечный метод. Метод полей Глаголева. Линейный метод измерения хорд. Метод измерения площадей (Планиметрический метод)

Второе главное стехиометрическое соотношение С.А. Салтыкова Понятие фактора формы. Методы определения фактора формы.

Литература: [1], [2]

## **Содержание лабораторных и практических занятий**

Таблица 5

### **Лабораторный практикум**

№ темы	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1	2	3
1.2.	Влияние холодной деформации на твердость и микроструктуру металла	4
2.1.	Диаграммы состояния с эвтектикой и перитектикой	2
2.1.	Диаграммы состояния сплавов с полиморфными превращениями.	4
3.1.	Структура сталей. Анализ формирования фазового состава и структуры сталей	4
3.2.	Количественный металлографический анализ	4

### **2.3. Курсовой проект/курсовая работа**

Курсовое проектирование/работа по дисциплине в соответствии с учебным планом не предусмотрено.

### РАЗДЕЛ 3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНОК ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

#### 3.1. Оценочные средства для текущего контроля

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля (ФОС ТК) является составной частью РП дисциплины (модуля) и хранится на кафедре.

Таблица 6

**Фонд оценочных средств текущего контроля**

№ п/п	Наименование раздела (модуля)	Вид оценочных средств	Примечание
1	2	3	4
1.	Раздел 1.	ФОС ТК-1	Опрос текущего контроля (ФОС ТК-1)
2.	Раздел 2.	ФОС ТК-2	Опрос текущего контроля (ФОС ТК-2)
3.	Раздел 3.	ФОС ТК-3	Опрос текущего контроля (ФОС ТК-3)

#### Оценочные средства для текущего контроля ФОС ТК.

##### ФОС ТК-1

##### Пример вопросов для текущего контроля:

1. Понятие о кристаллическом строении металлов.
2. Типы элементарных кристаллических ячеек.
3. Полиморфизм. Рассмотреть на примере железа.
4. Дефекты кристаллической решетки металлов.
5. Упругая и пластическая деформация.
6. Понятие кристаллического сдвига. Особенности в монокристалле и кристаллите.
7. Равновесная и неравновесная кристаллизация.
8. Критический диаметр зародыша при кристаллизации.
9. Кривые Таммана.
10. Гомогенная и гетерогенная кристаллизации.

#### 3.2. Оценочные средства для промежуточного контроля

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации (ФОС ПА) является составной частью РП дисциплины, разработан в виде отдельного документа, в соответствии с положением о ФОС ПА.

##### ФОС ПА

##### Пример тестовых заданий

<br> Расположите в ряд по мере возрастания прочности следующие типы связи между атомами.

Полярная, металлическая, ковалентная, ионная.

Металлическая, молекулярная, ковалентная, ионная.

Ковалентная, ионная, металлическая, молекулярная.

<br> Воображаемая пространственная сетка минимальных размеров, в узлах которой располагаются атомы или ионы, образующие твердое кристаллическое тело, называется ....

базисом;

периодом;

элементарной ячейкой; вектором Бюргерса.

<br> Какая элементарная ячейка не характерна для металлов ? гранецентрированная кубическая;

объемно-центрированная кубическая; гексоганальная плотноупакованная;

1) простая кубическая.

<br> Гексагональная кристаллическая решетка, атомы которой расположены в углах и в центре шестигранных оснований призмы и три атома в средней плоскости призмы, имеет строение..

Г.П.У.;

О.Ц.К.;

Г.Ц.К.

<br> Что называется периодом элементарной ячейки?

число атомов необходимых для построения данной элементарной ячейки; расстояние между атомами в трех кристаллографических направлениях; число атомов находящихся от данного атома на одинаковом минимальном расстоянии;

отношение объема занятого атомами к объему всей элементарной ячейки.

<br> Расстояние между центрами двух соседних частиц (атомов, ионов) в элементарной ячейке называется:

базисом решетки;

периодом решетки ковалентные кристаллы; ячейкой кристалла; координационное число.

### **Контрольные вопросы к экзамену:**

1. Кристаллическое строение металлов и сплавов. Идеальное и реальное строение металлов и сплавов.
2. Дефекты кристаллического строения металлов и сплавов.
3. Понятие анизотропии, мнимой изотропии кристаллов.
4. Типы связей между атомами и виды кристаллов.
5. Современная классификация структур материалов.
6. Термодинамические условия кристаллизации.
7. Степень переохлаждения металлов и ее зависимость от степени чистоты и строения металла.
8. Влияние степени переохлаждения и скорости охлаждения на размер кристаллизующихся зерен металла.
9. Критическая скорость охлаждения.
10. Структура литого металла. Зонная структура слитка.
11. Виды фаз в металлических сплавах.
12. Свойства и микроструктура твердых растворов, эвтектик, эвтектоидов, химических соединений.
13. Типовые виды диаграмм фазового равновесия сплавов.
14. Правило отрезков и правило фаз при анализе диаграмм состояния.
15. Диаграмма «железо-цементит». Фазы в железоуглеродистых сплавах.
16. Классификация и маркировки углеродистых сталей.
17. Классификация и маркировки чугунов.
18. Явления дифракции, интерференции, поляризации света и их роль в металлографическом анализе.
19. Устройство и увеличение оптического микроскопа.
20. Виды окуляров и объективов. Их характеристика.
21. Виды аберрации. Коррекция аберраций.
22. Методы исследования сплавов на оптическом микроскопе: методы светлого, темного поля, иммерсионный метод.
23. Технологии пробоподготовки макро- и микрошлифов
24. Виды и происхождение неметаллических включений в сталях.
25. Типичные микроструктуры сталей. Методы их оценки.
26. Типичные микроструктуры углеродистых сталей после термообработки.
27. Чугуны. Типичные микроструктуры. Методы выявления
28. Изломы. Классификация видов изломов. Строение усталостных изломов.
29. Методы количественного металлографического анализа.

30. Первое главное стереометрическое соотношение.
31. Порядок применения линейного метода (случайных секущих).
32. Применение метода площадей к анализу микроструктур.
33. Количественные параметры структуры: толщина, размеры структурных составляющих, фактор формы.

### 3.3. Форма и организация промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

По итогам освоения дисциплины проводится экзамен в виде письменного задания, состоящего из двух этапов.

**Первый этап** проводится в виде тестирования с целью оценить **пороговый уровень** освоения обучающимися заданных результатов, а также знаний и умений, предусмотренных компетенциями.

Для оценки **превосходного и продвинутого уровня** усвоения компетенций проводится **Второй этап** в виде письменного задания, в которое входит письменный ответ на контрольные вопросы.

### 3.4. Критерии оценки промежуточной аттестации

Таблица 7

Система оценки промежуточной аттестации

Описание оценки в требованиях к уровню и объему компетенций	Выражение в баллах:	Словесное выражение
Освоен <b>превосходный</b> уровень усвоения компетенций	от 86 до 100	Отлично
Освоен <b>продвинутый</b> уровень усвоения компетенций	от 71 до 85	Хорошо
Освоен <b>пороговый</b> уровень усвоения компетенций	от 51 до 70	Удовлетворительно
<b>Не освоен пороговый</b> уровень усвоения компетенций	до 51	Неудовлетворительно

**Пороговый уровень компетенции:** студент должен знать:

- основы оптической микроскопии, устройство светового микроскопа;
- основы теории сплавов (понятия атомно-кристаллического строения материалов, дефекты атомного строения реальных кристаллов, основные фазы в сплавах и их свойства, типовые диаграммы, микроструктуры основных фаз в железоуглеродистых сплавах, их свойства); микроструктуры литого и деформированного металла; микроструктуры серых чугунов.

**Продвинутый уровень компетенции:** студент должен владеть знаниями порогового уровня и дополнительно:

- основы теории термической обработки (виды термической обработки и их задачи, превращения в углеродистой стали при нагреве и охлаждении, структуры термообработки стали и их свойства, химико-термическая и термомеханическая обработка); микроструктуры термической обработки сталей, цементации.

- стандартные методы исследования микроструктур сталей и чугунов;

**Преисходный уровень компетенции:** студент должен владеть знаниями продвинутого уровня и дополнительно:

Классификацию изломов по различным признакам; взаимосвязь структуры изломов с условиями воздействия внешних нагрузок.

Методы количественного анализа микроструктур.  
Основы фрактального анализа микроструктур.

## **РАЗДЕЛ 4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **4.1. Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

#### **4.1.1. Основная литература**

1. Новиков И.И., Золоторевский В.С., Портной В.К., Белов Н.А. Металловедение: В 2 т-х. Т. 1. Основы металловедения; Т. 2. Термическая обработка. Сплавы [Электронный ресурс].- Электрон. дан. - М.: Издательство МИСИС, 2014. - 1020 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/69779/#1>

2. Ильинкова, Т.А. Металлографический анализ. [Электронный ресурс]: учебное пособие / Татьяна Александровна Ильинкова, Ф. Н. Куртаева – Электрон. дан. - Казань , 2017. - 120 с. – Режим доступа: <http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-3047/974.pdf/index.html>

#### **4.1.2. Дополнительная литература**

1. Золоторевский В.С. Металловедение литейных алюминиевых сплавов. [Электронный ресурс]. - М.: МИСИС, 2005. - 376 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/2055/#5>

2. Галимов Э.Р. Материалы приборостроения: учебное пособие.- Казань: КГТУ, 2008. - 672 с. - Рек. УМО

3. Материаловедение: учебник / Б.Н. Арзамасов.- М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003.- 648 с. Доп. МО РФ

4. Металлография металлов, порошковых материалов и покрытий, полученных электроискровыми способами [Электронный ресурс]: Монография / Гадалов В.Н., Сальников В.Г., Агеев Е.В., Романенко Д.Н. – Электрон. дан. -М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016-468с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=549083>

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

1. Гуляев А.П. Металловедение: учебник.- М.: Альянс, 2015. - 644 с.

2. Велищанский А.В. Структура первичных кристаллов и эвтектик: Методические указания к лабораторной работе по курсу «Металлография» [Электронный ресурс]. - М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2008. - 12 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/61983/#1>

3. Методы оценки коррозионной стойкости металлов и сплавов [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А. С. Маминов [и др.]. ; под ред. Э. Р. Галимова, 2003. - 22 с.- Режим доступа: <http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-1100/%D0%9C467.pdf/index.html>

4. Материаловедение. Анализ диаграмм фазового равновесия. [Электронный ресурс] : практикум. Маминов А.С., Черноглазова А.В., Муратаев Ф.И., Беляев А.В. Казань; Издательство КГТУ, 2012. - 48 с. – Режим доступа: <http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-2494/568.pdf/index.html>

5.Металлографический метод исследования металлов и сплавов: методическое руководство к лабораторной работе №1. - Казань: КГТУ, 2007. - 12 с.

6.ГОСТ 1778-70. Сталь. Металлографические методы определения неметаллических включений.

7.ГОСТ 5639-82 (СТ СЭВ 1959-79) Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна. М.: Издательство стандартов, 1983, 21с.

8.ГОСТ 5640-68. Сталь. Металлографический метод оценки микроструктуры листов и ленты. М.: изд-во стандартов, 1968, 7 С.

9. ГОСТ 8233-56. Сталь. Эталоны микроструктуры. М., 1960, 3 С.

#### **4.1.4. Методические рекомендации для студентов, в том числе по выполнению самостоятельной работы**

Успешное освоение и сдача зачета по данной дисциплине обеспечивается прослушиванием и проработкой лекционного материала, закреплением его выполнением самостоятельной работы по каждой теме.

Выполнение лабораторного практикума и активное участие в выполнении эксперимента на лабораторной работе позволит лучше усвоить теоретический материал дисциплины.

Использование электронного конспекта лекций преподавателя, работа с контрольными вопросами, тестами, решение задач по выбору материала обеспечит превосходный уровень усвояемости дисциплины.

#### **4.1.5. Методические рекомендации для преподавателей**

Чтение лекций рекомендуется проводить с презентацией лекционного материала, т.к. создание красочных слайдов для презентации играет важную роль для успешного усвоения материала студентом.

Задание тем на самостоятельную работу рекомендуется осуществлять в процессе чтения лекций.

Главная цель выполнения лабораторных работ - закрепление знаний теоретических положений. Поэтому в начале лабораторной работы преподаватель должен повторить краткие сведения из теории и объяснить цели и задачи экспериментальной части работы. В ходе проведения практической части работы преподаватель должен объяснять выполняемые действия и при необходимости помогать выполнению эксперимента.

В конце работы преподаватель должен помочь студентам в формулировании выводов к проделанной работе. Выводы должны содержать описание выявленных закономерностей, а не описывать проделанную работу.

### **4.2. Информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

#### **4.2.1 Основное информационное обеспечение**

- [e-library.kai.ru](http://e-library.kai.ru) – Библиотека Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева
- [elibrary.ru](http://elibrary.ru) – Научная электронная библиотека
- [e.lanbook.ru](http://e.lanbook.ru) - ЭБС «Издательство «Лань»
- [ibook.ru](http://ibook.ru) - Электронно-библиотечная система Айбукс
- <http://znanium.com>

#### **4.2.2 Дополнительное справочное обеспечение**

1. ГОСТ 1778-70. Сталь. Металлографические методы определения неметаллических включений.
1. ГОСТ 5639-82 (СТ СЭВ 1959-79) Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна. М.: Издательство стандартов, 1983, 21с.
2. ГОСТ 5640-68. Сталь. Металлографический метод оценки микроструктуры листов и ленты. М.: изд-во стандартов, 1968, 7 С.
3. ГОСТ 8233-56. Сталь. Эталоны микроструктуры. М., 1960, 3 С.

#### **4.2.3 Перечень информационных технологий, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

- Microsoft® Windows Professional 7 Russian,
- Microsoft® Office Professional Plus 2010 Russian,
- антивирусная программа Kaspersky Endpoint Security 8,
- Apache OpenOffice,
- Техэксперт.



### 4.3. Кадровое обеспечение

#### 4.3.1. Базовое образование

Высшее образование в предметной области металлографии, материаловедения, химии металлов и /или наличие ученой степени и /или ученого звания в указанной области и /или наличие дополнительного профессионального образования – профессиональной переподготовки в области металлографии.

#### 4.3.2. Профессионально-предметная квалификация преподавателя:

Наличие научных и /или методических работ по организации или методическому обеспечению образовательной деятельности по направлению металлографии, выполненных в течение трех последних лет.

#### 4.3.3. Педагогическая (учебно-методическая) квалификация преподавателей

К ведению дисциплины допускаются кадры, имеющие стаж научно-педагогической работы (не менее 1 года); практический опыт работы в области дисциплины на должностях руководителей или ведущих специалистов более 3 последних лет.

Обязательное прохождение повышения квалификации (стажировки) не реже чем один раз в три года соответствующее области металлографии, либо в области педагогики.

### 4.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Для реализации учебного процесса по дисциплине «Металлография» требуется следующее материально-техническое обеспечение:

Таблица 8

**Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

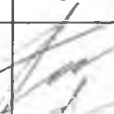
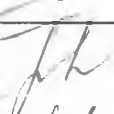
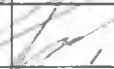
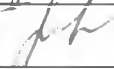




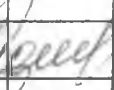
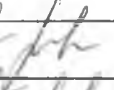
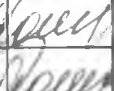
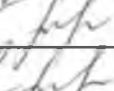
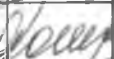
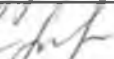
Наименование раздела (темы) дисциплины	Наименование учебной лаборатории, аудитории, класса	Перечень лабораторного оборудования, специализированной мебели и технических средств обучения	Количество единиц
1-3	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (К. 206)	- мультимедийный проектор; - ноутбук; - настенный экран; - акустические колонки; - учебные столы, стулья; - доска; - стол преподавателя, - учебно – наглядные пособия.	1 1 1 1 28:28 1 1
	Учебная аудитория (Лаборатория сопротивления материалов и материаловедения) (К. 116)	- учебные столы, стулья; - доска; - учебно- наглядные пособия, - стол преподавателя; - учебная испытательная машина МИ40У; - ПЭВМ с ЖК монитором; - Универсальный учебный комплекс по сопротивлению материалов СМ1 в составе: Наладка 1. Определение модуля упругости и коэффициента Пуассона, исследование внецентренного растяжения стержня, исследование напряжений в стержне большой кривизны. – 1 шт.; Наладка 2. Испытание на кручение стального образца, определение модуля сдвига, исследование напряженно-деформированного состояния в стержне при кручении. Исследование плоского напряженного состояния стержня методом тензометрии. – 1 шт.; Наладка 3 Исследование	10:10 1 1 1 1 1 1

	<p>напряженно-деформированного состояния в плоской раме, опытная проверка теоремы взаимности работ и принципа взаимности перемещений. – 1 шт.;</p> <p>Наладка 4. Изучение характера распределений напряжений в зоне расположения концентратора и в зоне, удаленной от него. – 1 шт.;</p> <p>Наладка 5. Определение перемещений в балке при изгибе, определение значений опорной реакции статически неопределимой балки. – 1 шт.;</p> <p>Наладка 6. Определение напряжений и перемещений в балке при косом изгибе. – 1 шт.;</p> <p>Наладка 7. Испытание тонкостенного стержня открытого профиля на изгиб и кручение. – 1 шт.;</p> <p>Наладка 8. Определение критической силы для сжатого стержня, исследование работы стержня при продольно поперечном изгибе. – 1 шт.;</p> <p>Наладка 9. Опытная проверка напряженного состояния балки при плоском изгибе. – 1 шт.;</p> <p>Наладка 10. Исследование напряженно-деформированного состояния консольного стержня равного сопротивления изгибу. – 1 шт.;</p> <p>- микроскоп лабораторный металлографический ЛабоМет-2 ЛПО;</p> <p>-микроскоп малый инструментальный ММИ-2 (с укладочным ящиком).</p>	
Компьютерная аудитория (Лаборатория проектирования и моделирования) (Л: 301)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- персональный компьютер (графические станции), включенные в локальную сеть с выходом в Internet;</li> <li>- ЖК монитор 22”;</li> <li>-мультимедиа-проектор;</li> <li>- проекционный экран;</li> <li>- локальная вычислительная сеть;</li> <li>- столы компьютерные;</li> <li>- столы учебные, стулья;</li> <li>- доска;</li> <li>- стол преподавателя;</li> <li>- учебно-наглядные пособия.</li> </ul>	<p>15</p> <p>15</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>15</p> <p>8:28</p> <p>1</p> <p>1</p>
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (К. 209)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- учебные столы, стулья;</li> <li>- доска;</li> <li>- стол преподавателя;</li> <li>- учебно – наглядные пособия.</li> </ul>	<p>24:24</p> <p>1</p> <p>1</p>

	Помещение для самостоятельной работы студента (Л. 112)	- персональный компьютер; - ЖК монитор 19"; - столы компьютерные; - учебные столы, стулья.	9 9 9 8:25
--	---	---	---------------------

## 5. Вносимые изменения и утверждения

### 5.1. Лист регистрации изменений, вносимых в рабочую программу дисциплины (модуля)

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. кафедрой	«Согласовано» председатель УМК филиала
1	2	3	4	5	6
1.	титульный лист	09.01.18	Наименование кафедры читать в следующей редакции: Кафедра машиностроения и информационных технологий		
2.	4.2.1	01.10.2018	Дополнить: Электронная библиотечная система «ЮРАЙТ»		
3.	титульный лист	31.01.2019	Изменение наименования учредителя университета. В соответствии с утверждением устава федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» в новой редакции (Приказ № 1042 от 26.11.2018) наименование «Министерство образования и науки Российской Федерации» читать как «Министерство науки и высшего образования Российской Федерации»		
4.	Стр.2	01.07.2019	Первый абзац читать в следующей редакции «Рабочая программа составлена на основе требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 3 сентября 2015 г. № 957 и в соответствии с рабочим учебным планом направления 15.03.01, утвержденным Ученым советом КНИТУ-КАИ «01» июля 2019 г., протокол №6.		
5.	1.4	01.07.2019	Таблицы 1а и 1б читать в редакции Приложения 1		
6.	2.1	01.07.2019	Таблицы 3а и 3б читать в редакции Приложения 2		
7.	4.2.1	04.09.2019	Исключить: ibook.ru - Электронно-библиотечная система Айбукс		

Приложение 1

Таблица 1.1, а

Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

Семестр		Общая трудоемкость дисциплины (модуля), в ЗЕ/час		Виды учебной работы										
				<i>Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (аудиторная работа), в т.ч.:</i>						<i>Самостоятельная работа обучающихся (внеаудиторная работа), в т.ч.:</i>				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Курсовая работа (консультация, защита)	Курсовой проект (консультации, защита)	Консультации перед экзаменом	Контактная работа на промежуточной аттестации	Курсовая работа (подготовка)	Курсовой проект (подготовка)	Проработка учебного материала (самоподготовка)	Подготовка к промежуточной аттестации	Форма промежуточной аттестации	
5	4 ЗЕ/144	16	16	-	-	-	2	0,3	-	-	76	33,7	экзамен	
Итого	4 ЗЕ/144	16	16	-	-	-	2	0,3	-	-	76	33,7	экзамен	

Таблица 1.1, б

Объем дисциплины (модуля) для заочной формы обучения

Семестр		Общая трудоемкость дисциплины (модуля), в ЗЕ/час		Виды учебной работы										
				<i>Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (аудиторная работа), в т.ч.:</i>						<i>Самостоятельная работа обучающихся (внеаудиторная работа), в т.ч.:</i>				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Курсовая работа (консультация, защита)	Курсовой проект (консультации, защита)	Консультации перед экзаменом	Контактная работа на промежуточной аттестации	Курсовая работа (подготовка)	Курсовой проект (подготовка)	Проработка учебного материала (самоподготовка)	Подготовка к промежуточной аттестации	Форма промежуточной аттестации	
7	4 ЗЕ/144	6	8	-	-	-	2	0,3	-	-	121	6,7	экзамен	
Итого	4 ЗЕ/144	6	8	-	-	-	2	0,3	-	-	121	6,7	экзамен	

**Распределение фонда времени по видам занятий (очная форма обучения)**

№п/п	Раздел дисциплины	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Коды компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
			лекции	лабор. работы	практич. работы	СРС		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Раздел 1.</b>								ФОС ТК-1
1	Тема 1.1. Кристаллическое и реальное строение металлов. Примеси в металлах. Дефекты решетки металлов.	15	4			11	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
2	Тема 1.2. Кристаллизация и деформация металлов.	19	2	4		13	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
<b>Раздел 2.</b>								ФОС ТК-2
3.	Тема 2.1. Диаграммы состояния	23	4	4		15	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
4.	Тема 2.2. Микроскопы: Увеличение объекта.	13	2			11	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
<b>Раздел 3.</b>								ФОС ТК-3
5.	Тема 3.1. Методы выявления микроструктуры металлов.	17	2	4		11	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
6.	Тема 3.2. Методы количественной металлографии	21	2	4		15	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
	Подготовка к промежуточной аттестации	33,7				33,7	ПК-10; ПК-18	ФОС ПА
	Контактная работа на промежуточной аттестации (экзамен)	2,3					ПК-10; ПК-18	ФОС ПА
<b>ИТОГО:</b>		<b>144</b>	<b>16</b>	<b>16</b>		<b>109,7</b>		

Таблица 3б

**Распределение фонда времени по видам занятий (заочная форма обучения)**

№п/п	Раздел дисциплины	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Коды компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
			лекции	лабор. работы	практич. работы	СРС		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Раздел 1.</b>								ФОС ТК-1
1	Тема 1.1. Кристаллическое и реальное строение металлов. Примеси в металлах. Дефекты решетки металлов.	22	1			21	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
2	Тема 1.2. Кристаллизация и деформация металлов.	26	1	4		21	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль

	<b>Раздел 2.</b>							<b>ФОС ТК-2</b>
3.	Тема 2.1. Диаграммы состояния	22	1			21	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
4.	Тема 2.2. Микроскопы: Увеличение объекта.	21	1			20	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
	<b>Раздел 3.</b>							<b>ФОС ТК-3</b>
5.	Тема 3.1. Методы выявления микроструктуры металлов.	25	1	4		20	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
6.	Тема 3.2. Методы количественной металлографии	19	1			18	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
	Подготовка к промежуточной аттестации	6,7				6,7	ПК-10; ПК-18	ФОС ПА
	Контактная работа на промежуточной аттестации (экзамен)	2,3					ПК-10; ПК-18	ФОС ПА
	<b>ИТОГО:</b>	<b>144</b>	<b>6</b>	<b>8</b>		<b>127,7</b>		

**5.2. Лист утверждения рабочей программы дисциплины (модуля) на учебный год**

Рабочая программа дисциплины (модуля) утверждена на ведение учебного процесса в учебном году:

Учебный год	«Согласовано» Зав. кафедрой	«Согласовано» председатель УМК филиала
2017/2018		
2018/2019		
2019/2020		
2020/2021		
2021/2022		
2022/2023		
2023/2024		
2024/2025		