

федеральное государственное бюджетное

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

(наименование кафедры, ведущей дисциплину)

Регистрационный номер 0428.08/17-71



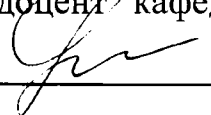
«Металлографический анализ»

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

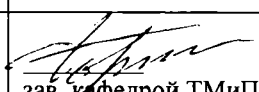
 Ухватов Н.Н.

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. Цели изучения дисциплины (модуля)

Основной целью изучения дисциплины является освоение знаний и навыков исследования структуры материалов на макро- и мезо-уровнях.

1.2. Задачи дисциплины (модуля)

Основными задачами дисциплины являются:

- освоение студентами знаний реального строения металлических материалов, его связи с диаграммами фазового равновесия и видами термической обработки;
- освоение студентами методов световой микроскопии на макро- и мезо- уровнях;
- освоение металлографического анализа углеродистых и легированных сталей различных структурных классов;
- освоение анализа изломов для определения причин разрушения конструкций.

1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП ВО

Дисциплина «Металлографический анализ» 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	
	в час	в ЗЕ	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>	<i>36</i>	<i>1</i>	<i>36</i>	<i>1</i>
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
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	144	4	144	4
<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	-	-	-	-
Самостоятельная работа студента	121	3,36	121	3,36
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
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			
Знание (ПК-103) 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.	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.	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 и	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 и методы обеспечения

		методы обеспечения качества.	качества; -принцип контроля соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
Умение (ОПК-10У) Уметь: - 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.
Владение (ПК-10В) Владеть: - 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.
ПК-18 – умение применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий			
Знание (ПК-18З) Знать: - научную организацию труда; - содержание основных стандартов метрографического 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
Умение (ПК-18У) Уметь: - организовывать свой труд, оценивать результаты своей деятельности; - использовать стандарты для анализа микроструктур сталей; - самостоятельно проводить стандартные исследования микроструктуры металлов и сплавов.	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 причин нарушений технологических	Уметь применять основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в

		процессов в машиностроении	машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
Владение (ПК-18В) Владеть: - информационными технологиями для поиска нужной информации; - навыками самостоятельно составлять отчёты о проведенном контроле, обобщать и анализировать полученные результаты.	Владеть навыками выбирать основные и вспомогательные для реализации основных технологических процессов; применять методы стандартных испытаний по определению свойств материалов	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	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

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
	Раздел 1.							ФОС ТК-1
1	Тема 1.1. Атомно-кристаллическое строение металлов и сплавов. Современная классификация структур материалов	15	4			11	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
2	Тема 1.2. Первичная кристаллизация металлических сплавов	19	2	4		13	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
	Раздел 2.							ФОС ТК-2
3.	Тема 2.1. Фазы и типовые диаграммы фазового равновесия металлических сплавов	21	4	4		13	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
4.	Тема 2.2. Основы оптической микроскопии	15	2	2		11	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
	Раздел 3.							ФОС ТК-3
5.	Тема 3.1. Металлографический анализ сталей и цветных сплавов	17	2	4		11	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
6.	Тема 3.2. Основы количественной оценки параметров микроструктур. Методы и программное обеспечение	21	4	4		13	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
	Экзамен	36					ПК-10; ПК-18	ФОС ПА
	ИТОГО:	144	18	18		72		

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
	Раздел 1.							ФОС ТК-1
1	Тема 1.1. Атомно-кристаллическое строение металлов и сплавов. Современная классификация структур материалов	19	1			18	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
2	Тема 1.2. Первичная кристаллизация металлических сплавов	23	1	4		18	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль

	Раздел 2.							ФОС ТК-2
3.	Тема 2.1. Фазы и типовые диаграммы фазового равновесия металлических сплавов	19	1			18	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
4.	Тема 2.2. Основы оптической микроскопии	18	1			17	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
	Раздел 3.							ФОС ТК-3
5.	Тема 3.1. Металлографический анализ сталей и цветных сплавов	22	1	4		17	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
6.	Тема 3.2. Основы количественной оценки параметров микроструктур. Методы и программное обеспечение	18	1			17	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
	Контрольная работа	16				16		
	Экзамен	9						ФОС ПА
	ИТОГО:	144	6	8		121		

Таблица 4

Матрица компетенций по разделам РП

Наименование раздела (тема)	Формируемые компетенции (составляющие компетенций)		
	ПК-10		
	ПК-10З	ПК-10У	ПК-10В
Раздел 1.			
Тема 1.1. Атомно-кристаллическое строение металлов и сплавов. Современная классификация структур материалов	+	+	+
Тема 1.2. Первичная кристаллизация металлических сплавов	+	+	
Раздел 2.			
Тема 2.1. Фазы и типовые диаграммы фазового равновесия металлических сплавов	+	+	
Тема 2.2. Основы оптической микроскопии	+		+
Раздел 3.			
Тема 3.1. Металлографический анализ сталей и цветных сплавов	+	+	+
Тема 3.2. Основы количественной оценки параметров микроструктур. Методы и программное обеспечение	+	+	+
	ПК-18		
	ПК-18З	ПК-18У	ПК-18В
Раздел 1.			
Тема 1.1. Атомно-кристаллическое строение металлов и сплавов. Современная классификация структур материалов	+	+	+
Тема 1.2. Первичная кристаллизация металлических сплавов	+		+
Раздел 2.			
Тема 2.1. Фазы и типовые диаграммы фазового равновесия металлических сплавов	+	+	+
Тема 2.2. Основы оптической микроскопии	+		+
Раздел 3.			
Тема 3.1. Металлографический анализ сталей и цветных сплавов	+	+	
Тема 3.2. Основы количественной оценки параметров микроструктур. Методы и программное обеспечение	+	+	+

2.2. Содержание дисциплины (модуля)

Раздел 1.

Тема 1. 1. Атомно-кристаллическое строение металлов и сплавов.

Современная классификация структур материалов

Атомно-кристаллическое строение металлов и сплавов. Типы кристаллических решеток и их параметры: период, углы при узловом атоме. Характеристики элементарной ячейки металлических кристаллов: координационное число, коэффициент компактности, плотность упаковки. Свойства кристаллов с различным типом кристаллической решетки. Понятие анизотропии свойств идеального кристалла. Кристаллографические направления и плоскости. Индексы Миллера. Полиморфные превращения.

Типы связей и виды кристаллов: молекулярные, металлические, ковалентные, ионные кристаллы. Особенности строения и свойств различных видов кристаллов.

Традиционная классификация размерного ряда структур материалов: макроструктура (размеры крупных зерен, различные крупные включения, вид излома); микроструктура (отдельные структурные составляющие в зеренном размере, дендриты, границы зерен); субструктура (Структура внутри зерен, дислокации и их скопления, полигоны, ячейки, фрагменты); субмикроструктура (рентгеноструктура- точечные дефекты строения кристаллических решеток, размер решеток и их тип).

Современная классификация структур материалов, основанная на едином подходе в механике деформируемого твердого тела: макроструктура, мезоструктура, микроструктура. Примеры дефектов на макро-, мезо-, микроуровнях. Методы изучения макро-, мезо-, микроструктур. Теоретическая и реальная прочность кристаллических тел.

Литература: [1], [2]

Тема 1.2. Первичная кристаллизация металлических сплавов

Общие положения теории кристаллизации. Термодинамические условия кристаллизации. Равновесная и реальная температуры кристаллизации. Степень переохлаждения металлов и ее зависимость от строения металла, степени его чистоты, скорости охлаждения расплава. Критическая скорость охлаждения. Получение

аморфного состояния металлов. Дендритная структура литого металла. Типичная структура при кристаллизации.

Литература: [1], [2]

Раздел 2.

Тема 2.1. Фазы и типовые диаграммы фазового равновесия металлических сплавов

Твердые растворы неограниченной и ограниченной растворимости: условия образования, свойства. Химические соединения. Промежуточные фазы: системы металл - неметалл (фазы внедрения); системы металл-металл (фазы Лавеса, электронные соединения). Их свойства. Механические смеси. Их свойства.

Типовые диаграммы фазового равновесия состояния двойных сплавов. Диаграмма состояния сплавов, компоненты которых в твердом состоянии образуют эвтектику (1 рода). Диаграмма состояния сплавов, компоненты которых неограниченно растворимы в твердом состоянии (второго рода). Диаграмма состояния сплавов, компоненты которых ограничено растворимы в твердом состоянии (диаграмма 3 рода). Применение правила фаз и правила рычага для анализа диаграмм фазового равновесия. Связь диаграммы состояния со свойствами сплавов. Закон Курнакова.

Диаграмма «железо-цементит». Фазы. Структурные составляющие. Классификация сталей и чугунов по диаграмме. Серые чугуны: серые, ковкие, высокопрочные. Характерная форма графита и свойства серых чугунов.

Литература: [1], [2]

Тема 2.2. Основы оптической микроскопии

Понятие о дифракции, интерференции, преломлении, дисперсии света. 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, косого освещения, темного поля, иммерсии, исследования в поляризованном свете, интерференционный метод и метод фазового контраста.

Литература: [1], [2]

Раздел 3.

Тема 3.1. Металлографический анализ сталей и цветных сплавов

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. Основы количественной оценки параметров микроструктур.

Методы и программное обеспечение

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.

Новые представления о форме реальных объектов природы, структуре материалов, введенные Б. Мандельбротом. Понятие фрактала. Принцип самоподобия. Примеры природных и искусственных фракталов. Применение дробных размерностей Хаусдорфа - Безековича для описания формы реальных структур. Фрактальная размерность D.

Литература: [1], [2]

Содержание лабораторных и практических занятий

Таблица 5

Лабораторный практикум

темы	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1	2	3
1.2.	Металлографический метод исследования металлов и сплавов	4
2.1.	Типичные диаграммы фазового равновесия двойных сплавов	4
2.2.	Диаграмма «железо-цементит». Типичные микроструктуры углеродистых сталей и чугунов.	2
3.1.	Стандартные методы исследования микроструктур стали и чугунов	4

3.2.	Количественный анализ микроструктур металлических сплавов.	4
------	--	---

2.3. Курсовой проект/курсовая работа

Курсовое проектирование 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	Выполнение и защита лабораторных работ. (ФОС ТК-1)
2.	Раздел 2.	ФОС ТК-2	Выполнение и защита лабораторных работ. (ФОС ТК-2)
3.	Раздел 3.	ФОС ТК-3	Выполнение и защита лабораторных работ. Реферат (ФОС ТК-3)

Оценочные средства для текущего контроля ФОС ТК.

ФОС ТК-1

Выполнение и защита лабораторных работ

1. Макроанализ заготовок литого и деформированного металла.
2. Макроанализ изломов.

ФОС ТК-2

Выполнение и защита лабораторных работ

1. Типичные диаграммы фазового равновесия двойных сплавов.
2. Диаграмма «железо-цементит». Типичные микроструктуры углеродистых сталей и чугунов.
3. Микроструктуры цветных сплавов.

ФОС ТК-3

Выполнение и защита лабораторных работ

1. Стандартные методы исследования микроструктур стали и чугунов.
2. Количественный анализ микроструктур металлических сплавов.
3. Статистическая обработка результатов измерения параметров микроструктуры.

Темы для рефератов

1. Структурные превращения при отпуске в сталях
2. Структурные превращения при охлаждении аустенита
3. Виды и происхождение неметаллических включений в сталях
4. Способы выплавки легированных сталей
5. Мартенсит в сталях
6. Структурные методы оценки степени деформирования металла
7. Микролегирование сталей
8. Способы получения ультрамелкого зерна в металлах
9. Природные эвтектики и их роль в технике
10. Направленные эвтектические композиции
11. Металлография чугунов. Методы оценки графитовых включений
12. Методы количественной металлографии
13. Цифровая микроскопия
14. Изломы конструкционных материалов. Исследования на макро и микроуровне.
15. Методы световой микроскопии

16. Взаимосвязь диаграмм состояния и микроструктуры сплавов
17. Титановые сплавы и их роль в машиностроении
18. Медные сплавы и их роль в машиностроении
19. Деградация микроструктуры сталей при эксплуатации
20. Методы микро- и наноиндентирования
21. Динамический твердомер
22. Микромеханические характеристики керамик
23. Получение монокристаллов и их свойства
24. Пять секретов булатной стали
25. Атомно-силовой микроскоп и его возможности
26. Туннельный зондовый микроскоп и его возможности
27. Электронный растровый микроскоп и его возможности
28. Микроструктуры углеродистых сталей инструментального назначения. Стандартные методы исследования

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

 Кристаллы, в которых преобладает связь Ван-дер-Ваальсовых сил, называются:

ионные кристаллы;
ковалентные кристаллы;
полярные кристаллы;
металлические кристаллы.

 Кристаллы, состоящие из атомов, вокруг которых существует облако из электронов, называют...

ионные кристаллы;
ковалентные кристаллы;
полярные кристаллы;
металлические кристаллы.

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

базисом решетки;
периодом решетки ковалентные кристаллы;
ячейкой кристалла;
координационное число.

 Что называется плотностью упаковки атомов в элементарной ячейке?

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.

 У какой модификации железа плотность упаковки атомов в элементарной ячейке наибольшая?

железо-альфа;
железо-гамма;
железо-бета;
железо-дельта

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. Влияние степени переохлаждения и скорости охлаждения на размер кристаллизующихся зерен металла.
4. Правило отрезков и правило фаз при анализе диаграмм состояния.
5. Диаграмма «железо-цементит». Фазы в железоуглеродистых сплавах.
6. Чугуны. Типичные микроструктуры. Методы выявления
7. Изломы. Классификация видов изломов. Строение усталостных изломов.
8. Порядок применения линейного метода (случайных секущих).
9. Применение метода площадей к анализу микроструктур.
10. 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 превосходный уровень усвоения компетенций	от 86 до 100	Отлично
Освоен продвинутый уровень усвоения компетенций	от 71 до 85	Хорошо
Освоен пороговый уровень усвоения компетенций	от 51 до 70	Удовлетворительно
Не освоен пороговый уровень усвоения компетенций	до 51	Неудовлетворительно

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 - 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. Галимов Э.Р. Материалы приборостроения: учебное пособие.- Казань: КГТУ, 2008. - 672 с. - Рек. УМО
2. 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. Материаловедение. Анализ диаграмм фазового равновесия. [Электронный ресурс]: практикум. Маминов А.С., Черноглазова А.В., Муратаев Ф.И., Беляев А.В. Казань; Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2012. - 48 с. – Режим доступа: <http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-2494/568.pdf/index.html>
2. Металлографический метод исследования металлов и сплавов: методическое руководство к лабораторной работе №1. - Казань: КГТУ, 2007. - 12 с
3. ГОСТ 1778-70. Сталь. Металлографические методы определения неметаллических включений.
4. ГОСТ 5639-82 (СТ СЭВ 1959-79) Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна. М.: Издательство стандартов, 1983, 21с.
5. ГОСТ 5640-68. Сталь. Металлографический метод оценки микроструктуры листов и ленты. М.: изд-во стандартов, 1968, 7 С.
- 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 – Библиотека Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева
- elibrary.ru – Научная электронная библиотека
- e.lanbook.ru - ЭБС «Издательство «Лань»
- ibook.ru - Электронно-библиотечная система Айбукс
- <http://znanium.com>

1.2.2 Дополнительное справочное обеспечение

Не требуется

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 металлографического анализа, 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 и металлографического анализа.

4.3.2. Профессионально-предметная квалификация преподавателя:

Наличие научных и /или методических работ по организации или методическому обеспечению образовательной деятельности по направлению металлографического анализа, 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 проектирования сварных соединения и их расчетов, либо в области педагогики.

4.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

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

Таблица 8

Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Наименование	Наименование учебной	Перечень лабораторного	Количество
--------------	----------------------	------------------------	------------

раздела (темы) дисциплины	лаборатории, аудитории, класса	оборудования, специализированной мебели и технических средств обучения	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
1-3	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 напряженно-деформированного состояния в плоской раме, опытная проверка теоремы взаимности работ и принципа взаимности перемещений. – 1 шт.; Наладка 4. Изучение характера распределений напряжений в зоне расположения концентратора и в зоне, удаленной от него. – 1 шт.; Наладка 5. Определение перемещений в балке при изгибе, определение значений опорной реакции статически неопределимой балки. – 1 шт.; Наладка 6. Определение напряжений и перемещений в балке при косом изгибе. – 1 шт.; Наладка 7. Испытание тонкостенного стержня открытого профиля на изгиб и кручение. – 1 шт.; Наладка 8. Определение критической силы для сжатого стержня, исследование работы стержня при продольно поперечном изгибе. – 1 шт.; Наладка 9. Опытная проверка напряженного состояния балки при	10:10 1 1 1 1 1 1 1

		плоском изгибе. – 1 шт.; Наладка 10. Исследование напряженно-деформированного состояния консольного стержня равного сопротивления изгибу. – 1 шт.; - микроскоп лабораторный металлографический ЛабоМет-2 ЛПО; -микроскоп малый инструментальный ММИ-2 (с укладочным ящиком).	
1-3	Компьютерная аудитория (Лаборатория проектирования и моделирования) (Л: 301)	- персональный компьютер (графические станции), включенные в локальную сеть с выходом в Internet; - ЖК монитор 22”; -мультимедиа-проектор; - проекционный экран; - локальная вычислительная сеть; - столы компьютерные; - столы учебные, стулья; - доска; - стол преподавателя; - учебно-наглядные пособия.	15 15 1 1 15 8:28 1 1
1-3	Помещение для самостоятельной работы студента (Л. 112)	- персональный компьютер; - ЖК монитор 19”; - столы компьютерные; - учебные столы, стулья.	9 9 9 8:25
1-3	Учебная аудитория для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (К. 209)	- учебные столы, стулья; - доска; - стол преподавателя; - учебно – наглядные пособия.	24,24 1 1

5. Вносимые изменения и утверждения

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

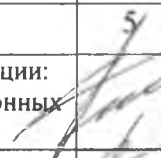
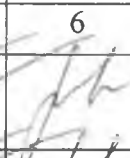
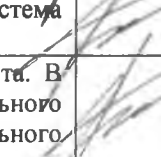
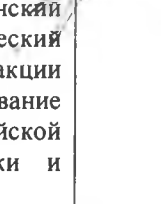
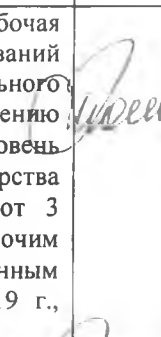
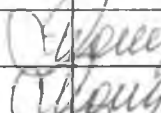
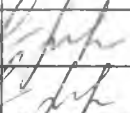
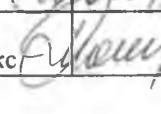
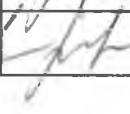
№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. кафедрой	«Согласовано» председатель УМК филиала
1	2	3	4	5	6
1.	титульный лист	09.01.18	Наименование кафедры читать в следующей редакции: Кафедра машиностроения и информационных технологий		
2.	4.2.1	01.10.2018	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		

Таблица 1.1, а

Семестр		Виды учебной работы											
Общая трудоемкость дисциплины (модуля), в ЗЕ/час		Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (аудиторная работа), в т.ч.:					Самостоятельная работа обучающихся (внеаудиторная работа), в т.ч.:						
		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, 6

Таблица 1.1, б

		Виды учебной работы	
Семестр		Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (аудиторная работа), в т.ч.:	Самостоятельная работа обучающихся (внеаудиторная работа), в т.ч.:
		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
Итого	4 ЗЕ/144	6	8
		-	-
		-	-
		2	0,3
		-	-
		-	-
		121	6,7
		экзамен	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
	Раздел 1.							ФОС ТК-1
1	Тема 1.1. Атомно-кристаллическое строение металлов и сплавов. Современная классификация структур материалов	15	4			11	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
2	Тема 1.2. Первичная кристаллизация металлических сплавов	19	2	4		13	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
	Раздел 2.							ФОС ТК-2
3.	Тема 2.1. Фазы и типовые диаграммы фазового равновесия металлических сплавов	21	2	4		15	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
4.	Тема 2.2. Основы оптической микроскопии	15	2	2		11	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
	Раздел 3.							ФОС ТК-3
5.	Тема 3.1. Металлографический анализ сталей и цветных сплавов	17	2	4		11	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
6.	Тема 3.2. Основы количественной оценки параметров микроструктур. Методы и программное обеспечение	21	4	2		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
	ИТОГО:	144	16	16		109,7		

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
	Раздел 1.							ФОС ТК-1
1	Тема 1.1. Атомно-кристаллическое строение металлов и сплавов. Современная классификация структур материалов	22	1			21	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль

2	Тема 1.2. Первичная кристаллизация металлических сплавов	26	1	4		21	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
	Раздел 2.							ФОС ТК-2
3.	Тема 2.1. Фазы и типовые диаграммы фазового равновесия металлических сплавов	22	1			21	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
4.	Тема 2.2. Основы оптической микроскопии	21	1			20	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
	Раздел 3.							ФОС ТК-3
5.	Тема 3.1. Металлографический анализ сталей и цветных сплавов	25	1	4		20	ПК-10; ПК-18	Текущий контроль
6.	Тема 3.2. Основы количественной оценки параметров микроструктур. Методы и программное обеспечение	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
	ИТОГО:	144	6	8		127,7		