

Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Оборудование и технологии обработки материалов»

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине  
Б.1.1.23 «Материаловедение»

направления подготовки

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных  
производств»

Профиль «Технология машиностроения»

Формы обучения: очная; заочная

Объем дисциплины:

в зачетных единицах: 4 з.е.

в академических часах: 144 ак.ч.

Рабочая программа по дисциплине «Материаловедение» направления подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», профиль «Технология машиностроения» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», утвержденным приказом Минобрнауки России от 17 августа 2020г. № 1044.

Рабочая программа:

**обсуждена и рекомендована** к утверждению решением кафедры «Оборудование и технологии обработки материалов» от «13» июня 2024 г., протокол № 11.

И.о. заведующего кафедрой \_\_\_\_\_ /Тихонов Д.А./  
подпись Ф.И.О.

**одобрена** на заседании УМКН «20» июня 2024 г., протокол № 5.

Председатель УМКН \_\_\_\_\_ /Тихонов Д.А./  
подпись Ф.И.О.

## **1. Цели и задачи дисциплины**

**Цель преподавания дисциплины:** является познание природы и свойств материалов, а также методов их упрочнения для наиболее эффективного использования в технике. Формирование знаний и умений по выбору и применению современных материалов для изготовления изделий в области профессиональной деятельности.

**Задачи изучения дисциплины:** изучение физической сущности явлений, происходящих в материалах при воздействии на них различных факторов в условиях производства и эксплуатации, установление зависимости между составом, строением и свойствами материалов, изучение теории и практики различных способов упрочнения материалов, обеспечивающих высокую надежность и долговечность деталей машин, инструмента и других изделий профессиональной деятельности.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Материаловедение» относится к обязательной части учебного плана Блока 1 «Дисциплины (модули)».

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

УК-1 способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач. (

УК-2 способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы:

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компентенции)	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	ИД-5 <sub>УК-1</sub> Знает и понимает основы физической сущности явлений, происходящих в материалах при воздействии на них различных факторов в условиях производства и эксплуатациив зависимости между составом, строением и свойствами материалов в рамках системного подхода для решения поставленных задач	<p><b>Знать</b> структуру, свойства, строение и классификацию различных современных материалов, способы их обработки, физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях производства и эксплуатации изделий из них под воздействием внешних факторов (нагрева, охлаждения, давления и т. д.), их влияние на структуру</p> <p><b>Уметь</b> проводить микро- и макроскопический методы анализа и синтеза изделий из различных материалов; выбирать способы изменения структуры и свойств материалов для обеспечения необходимого уровня качества изделий из них; различать маркировку различных материалов</p> <p><b>Владеть</b> навыками проведения микро- и макроскопического методов анализа и синтеза изделий из различных материалов; выбора способов изменения структуры и свойств материалов для обеспечения необходимого уровня качества изделий из них; определения процентного соотношения химических элементов в материале по его маркировке</p>
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.	ИД-8 <sub>УК-2</sub> Способен определять границы применимости различных материалов в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их обработки, исходя из физико-механических свойств и технических условий на изготовление изделий	<p><b>Знает:</b> марки конструкционных и инструментальных материалов. основные технологические свойства конструкционных и инструментальных материалов, виды и методы термической обработки конструкционных материалов.</p> <p><b>Умеет:</b>разрабатывать предложение, по изменению марки материала учитывая работу детали в узле, его механические свойства, технологичность, обеспечивающих высокую надежность и долговечность деталей машин, инструмента и других изделий профессиональной деятельности; выбирать марку материала учитывая работу детали в узле.проводить качественную и количественную оценку технологичности применяемого материала деталей машиностроения; определять вид, метод и способ термической обработки материала в зависимости от его физико-механических свойств и технических условий на изготовление изделия; разрабатывать технологические маршруты термической обработки материалов.</p> <p><b>Владеет:</b>навыками определения технологических свойств марок материалов заготовки, обеспечивающих экономичность, технологичность и качество проектируемой детали и заготовки; навыками назначения вида и</p>

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
<p>УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.</p>	<p>ИД-5<sub>УК-1</sub> Знает и понимает основы физической сущности явлений, происходящих в материалах при воздействии на них различных факторов в условиях производства и эксплуатации зависимость между составом, строением и свойствами материалов в рамках системного подхода для решения поставленных задач</p>	<p><b>Знать</b> структуру, свойства, строение и классификацию различных современных материалов, способы их обработки, физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях производства и эксплуатации изделий из них под воздействием внешних факторов (нагрева, охлаждения, давления и т. д.), их влияние на структуру</p> <p><b>Уметь</b> проводить микро- и макроскопические методы анализа и синтеза изделий из различных материалов; выбирать способы изменения структуры и свойств материалов для обеспечения необходимого уровня качества изделий из них; различать маркировку различных материалов</p> <p><b>Владеть</b> навыками проведения микро- и макроскопического методов анализа и синтеза изделий из различных материалов; выбора способов изменения структуры и свойств материалов для обеспечения необходимого уровня качества изделий из них; определения процентного соотношения химических элементов в материале по его маркировке</p>
		<p>метода термической обработки материалов.</p>

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы очная форма обучения

Вид учебной деятельности	акад. часов		
	Всего	по семестрам	
		3 сем.	4 сем.
1. Аудиторные занятия, часов всего, в том числе:	144	-	64
• занятия лекционного типа,	32	-	32
• занятия семинарского типа:	32	-	32
практические занятия	16	-	16
лабораторные занятия	16	-	16
в том числе занятия в форме практической подготовки	–	-	–
2. Самостоятельная работа студентов, всего	80	-	80
– курсовая работа (проект)	–	-	–
3. Промежуточная аттестация: экзамен, зачет с оценкой, зачет		-	экзамен
Объем дисциплины в зачетных единицах	4	-	4
Объем дисциплины в акад. часах	144	-	144

#### заочная форма обучения

Вид учебной деятельности	Заочная форма обучения (акад. часов)		
	Всего	по семестрам	
		5 сем.	6 сем.
1. Аудиторные занятия, часов всего, в том числе:	14	14	-
• занятия лекционного типа,	6	6	-
• занятия семинарского типа:	8	8	-
практические занятия	4	4	-
лабораторные занятия	4	4	-
в том числе занятия в форме практической подготовки	–	–	-
2. Самостоятельная работа студентов, всего	130	130	-
– курсовая работа (проект)		–	-
– контрольная работа		+	-
3. Промежуточная аттестация: экзамен, зачет с оценкой, зачет		экзамен	-
Объем дисциплины в зачетных единицах	4	4	-
Объем дисциплины в акад. часах	144	144	-

## **5. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием количества академических часов и видов учебных занятий**

### **5.1. Содержание дисциплины**

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

Типы кристаллических структур, их характеристика. Дефекты атомно-кристаллического строения. Кривая Одингга.

**Тема 2.** Кристаллизации металлов.

Термодинамические основы самопроизвольной первичной кристаллизации. Размер кристаллов. Не самопроизвольная первичная кристаллизация, основы модифицирования, модификаторы тугоплавкие и поверхностно активные. Вторичная кристаллизация.

**Тема 3.** Наклеп, пред и рекристаллизационные процессы.

Механизм холодной пластической деформации. Пластическая деформация в металлах. Влияние на свойства. Возврат. Отдых. Полигонизация. Рекристаллизация первичная и вторичная. Диаграммы рекристаллизации

**Тема 4.** Строение сплавов. Диаграммы состояния, их анализ.

Гетерогенные структуры.

Химические соединения и их разновидности. Твердые растворы. Растворы на основе одной из компонент. Ограниченные и неограниченные твердые растворы. Твердые растворы на основе химических соединений.

Упорядоченные твердые растворы. Методы построения диаграмм состояния. Методы анализа диаграмм состояния (правило фаз, правило концентраций) на примере диаграммы состояния для случая неограниченной растворимости компонент в твердом состоянии.

Анализ диаграмм состояния двойных сплавов: для случая ограниченной растворимости компонент в твердом состоянии; для случая полной нерастворимости компонент в твердом состоянии и для случая образования устойчивых промежуточных соединений.

**Тема 5.** Железоуглеродистые сплавы.

Компоненты и фазы в сплавах железа с углеродом. Анализ диаграммы состояния железо – цементит.

Диаграмма состояния сплавов железо – графит. Процессы графитизации. Классификация сплавов. Стали и чугуны. Структура, свойства и применяемость белых, отбеленных и серых, модифицированных и высокопрочных чугунов.

**Тема 6.** Теория и практика термической обработки стали.

Превращения при нагреве до аустенитного состояния. Превращение аустенита при охлаждении и переохлаждении. Перлитное превращение. Бейнитное превращение. Мартенситное превращение. Превращения при отпуске стали.

Практика термообработки. Нагревательные устройства. Охлаждающие среды. Защита от окисления при термообработке. Виды термообработки стали. Отжиг стали. Нормализация стали.

Закалка стали. Выбор температуры. Охлаждение. Внутренние напряжения. Закаливаемость и прокаливаемость стали. Способы закалки стали. Отпуск стали. Обработка холодом. Термомеханическая обработка.

Поверхностное упрочнение стали. Поверхностная закалка. Химико-термическая обработка. Цементация. Азотирование. Нитроцементация. Диффузионная металлизация.

**Тема 7.** Стали обыкновенного качества и специального назначения, конструкционные, инструментальные стали и сплавы.

Стали обыкновенного качества, маркировка, назначение и области применения. Стали специального назначения: для листовой и объемной штамповки; нагартованные стали; автоматные стали. Легированные стали. Влияние легирующих элементов на структуру и свойства сталей. Классификация и маркировка сталей.

Конструкционные стали и их разновидности: цементуемые, улучшаемые, пружинные, шарикоподшипниковые, высокопрочные, строительные и арматурные. Структура, термообработка, назначение и области применения конструкционных сталей.

Инструментальные стали и сплавы. Стали для режущих инструментов: углеродистые, легированные, быстрорежущие. Металлокерамические твердые сплавы. Стали для измерительных инструментов. Стали для штампов деформирования в холодном и горячем состояниях.

**Тема 8.** Стали и сплавы с особыми свойствами. Цветные металлы и сплавы. Неметаллические материалы.

Коррозионностойкие стали и сплавы. Жароупорные стали и сплавы. Магнитные и немагнитные стали и сплавы. Стали и сплавы пониженного и повышенного электросопротивления. Сверхпроводники. Стали и сплавы с особенностями модуля упругости и теплового коэффициента расширения.

Сплавы на основе меди. Латунь и бронзы. Сплавы на основе алюминия. Литейные и деформируемые сплавы. Припои и баббиты. Классификация неметаллических материалов.



**5.2. Разделы, темы дисциплины и виды занятий**  
**очная форма обучения**

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Виды занятий, включая самостоятельную работу студентов (в акад. часах)			Код индикатора достижения компетенции
		занятия лекционного типа	занятия семинарского типа / из них в форме практической подготовки	самостоятельная работа	
1.	Тема 1. Атомно-кристаллическое строение и свойства металлов и сплавов	2	-	6	ИД-5 <sub>УК-1</sub> ИД-8 <sub>УК-2</sub>
2.	Тема 2. Кристаллизации металлов.	4	-	12	ИД-5 <sub>УК-1</sub> ИД-8 <sub>УК-2</sub>
3.	Тема 3. Наклеп, пред и рекристаллизационные процессы.	4	2	12	ИД-5 <sub>УК-1</sub> ИД-8 <sub>УК-2</sub>
4.	Тема 4. Строение сплавов. Диаграммы состояния, их анализ.	4	2	16	ИД-5 <sub>УК-1</sub> ИД-8 <sub>УК-2</sub>
5.	Тема 5. Железоуглеродистые сплавы.	4	2	12	ИД-5 <sub>УК-1</sub> ИД-8 <sub>УК-2</sub>
6.	Тема 6. Теория и практика термической обработки стали.	6	6	10	ИД-5 <sub>УК-1</sub> ИД-8 <sub>УК-2</sub>
7.	Тема 7. Стали обыкновенного качества и специального назначения, конструкционные, инструментальные стали и сплавы.	4	2	6	ИД-5 <sub>УК-1</sub> ИД-8 <sub>УК-2</sub>
8.	Тема 8. Стали и сплавы с особыми свойствами. Цветные металлы и сплавы. Неметаллические материалы.	4	2	6	ИД-5 <sub>УК-1</sub> ИД-8 <sub>УК-2</sub>
	<b>Итого</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>80</b>	

**заочная форма обучения**

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Виды занятий, включая самостоятельную работу студентов (в акад. часах)			Код индикатора достижения компетенции
		занятия лекционного типа  <i>заочная / ИПУ</i>	занятия семинарского типа / из них в форме практической подготовки  <i>заочная / ИПУ</i>	самос- тоятельная работа  <i>заочная / ИПУ</i>	
1.	Тема 1. Атомно-кристаллическое строение и свойства металлов и сплавов	1		10	ИД-5 <sub>УК-1</sub> ИД-8 <sub>УК-2</sub>
2.	Тема 2. Кристаллизации металлов.	1		18	ИД-5 <sub>УК-1</sub> ИД-8 <sub>УК-2</sub>
3.	Тема 3. Наклеп, пред и рекристаллизационные процессы.	1		20	ИД-5 <sub>УК-1</sub> ИД-8 <sub>УК-2</sub>
4.	Тема 4. Строение сплавов. Диаграммы состояния, их анализ.	1	2	18	ИД-5 <sub>УК-1</sub> ИД-8 <sub>УК-2</sub>
5.	Тема 5. Железоуглеродистые сплавы.	1		18	ИД-5 <sub>УК-1</sub> ИД-8 <sub>УК-2</sub>
6.	Тема 6. Теория и практика термической обработки стали.	1	2	18	ИД-5 <sub>УК-1</sub> ИД-8 <sub>УК-2</sub>
7.	Тема 7. Стали обыкновенного качества и специального назначения, конструкционные, инструментальные стали и сплавы.			14	ИД-5 <sub>УК-1</sub> ИД-8 <sub>УК-2</sub>
8.	Тема 8. Стали и сплавы с особыми свойствами. Цветные металлы и сплавы. Неметаллические материалы.			14	ИД-5 <sub>УК-1</sub> ИД-8 <sub>УК-2</sub>
	<b>Итого</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>130</b>	

### 5.3. Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание практических занятий	Объем дисциплины в акад. часах		
			очная форма обучения	очно-заочная форма обучения / ИПУ	заочная форма обучения / ИПУ
1.	Тема 1. Атомно-кристаллическое строение и свойства металлов и сплавов	Типы кристаллических структур, их характеристика. Дефекты атомно-кристаллического строения. Кривая Одингга.			
2.	Тема 2. Кристаллизации металлов.	Термодинамические основы самопроизвольной первичной кристаллизации. Размер кристаллов. Не самопроизвольная первичная кристаллизация, основы модифицирования, модификаторы тугоплавкие и поверхностно активные. Вторичная кристаллизация.			
3.	Тема 3. Наклеп, пред и рекристаллизационные процессы.	Механизм холодной пластической деформации. Пластическая деформация в металлах. Влияние на свойства. Возврат. Отдых. Полигонизация. Рекристаллизация первичная и вторичная. Диаграммы рекристаллизации	2		
4.	Тема 4. Строение сплавов. Диаграммы состояния, их анализ.	Гетерогенные структуры. Химические соединения и их разновидности. Твердые растворы. Растворы на основе одной из компонент. Ограниченные и неограниченные твердые растворы. Твердые растворы на основе химических соединений. Упорядоченные твердые растворы. Методы построения диаграмм состояния. Методы анализа диаграмм состояния (правило фаз, правило концентраций) на примере диаграммы состояния для случая неограниченной растворимости компонент в твердом состоянии. Анализ диаграмм состояния двойных сплавов: для случая ограниченной растворимости компонент в твердом состоянии; для случая полной нерастворимости компонент в твердом состоянии и для случая образования устойчивых промежуточных соединений.	2		2
5.	Тема 5. Железоуглеродистые сплавы.	Компоненты и фазы в сплавах железа с углеродом. Анализ диаграммы состояния железо – цементит. Диаграмма состояния сплавов железо – графит. Процессы графитизации. Классификация сплавов. Стали и чугуны.	2		2

	<p>Тема 6. Теория и практика термической обработки стали.</p>	<p>Превращения при нагреве до аустенитного состояния. Превращение аустенита при охлаждении и переохлаждении. Перлитное превращение. Бейнитное превращение. Мартенситное превращение. Превращения при отпуске стали.          Практика термообработки. Нагревательные устройства. Охлаждающие среды. Защита от окисления при термообработке. Виды термообработки стали. Отжиг стали. Нормализация стали. Закалка стали. Выбор температуры. Охлаждение. Внутренние напряжения. Закаливаемость и прокаливаемость стали. Способы заковки стали. Отпуск стали. Обработка холодом. Термомеханическая обработка.          Поверхностное упрочнение стали. Поверхностная закалка. Химико-термическая обработка. Цементация. Азотирование. Нитроцементация.</p>	6		
	<p>Тема 7. Стали обыкновенного качества и специального назначения, конструкционные, инструментальные стали и сплавы.</p>	<p>Влияние легирующих элементов на структуру и свойства сталей. Конструкционные стали и их разновидности: цементуемые, улучшаемые, пружинные, шарикоподшипниковые, высокопрочные, строительные и арматурные. Структура, термообработка, назначение и области применения конструкционных сталей.          Инструментальные стали и сплавы. Стали для режущих инструментов: углеродистые, легированные, быстрорежущие.</p>	2		
	<p>Тема 8. Стали и сплавы с особыми свойствами. Цветные металлы и сплавы. Неметаллические материалы.</p>	<p>Коррозионностойкие стали и сплавы. Жароупорные стали и сплавы. Магнитные и немагнитные стали и сплавы. Стали и сплавы пониженного и повышенного электросопротивления. Сверхпроводники.</p>	2		
	<p><b>ИТОГО</b></p>		<p><b>16</b></p>		<p><b>4</b></p>

## 5.4. Перечень лабораторных работ

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование лабораторной работы	Объем дисциплины в акад. часах		
			очная форма обучения	очно-заочная форма обучения / ИПУ (при наличии)	заочная форма обучения / ИПУ (при наличии)
1.	Тема 3. Наклеп, пред и рекристаллизационные процессы.	Влияние степени холодной деформации на структуру и свойства металлов. Влияние температуры нагрева на структуру и свойства холоднодеформированного металла	2		
2.	Тема 4. Строение сплавов. Диаграммы состояния, их анализ.	Металлографический анализ металлов и сплавов. Диаграмма состояния железоуглеродистых сплавов. Ультразвуковая дефектоскопия деталей.	2		2
3.	Тема 5. Железоуглеродистые сплавы.	Изучение микроструктуры стали в равновесном состоянии. Изучение структуры и механических свойств чугунов	2		
4.	Тема 6. Теория и практика термической обработки стали.	Измерение твердости металлов и сплавов Изучение структуры сталей в неравновесном состоянии Отпуск закаленной стали. Определение прокаливаемости стали. Изучение микроструктуры стальных деталей после цементации Маркировка и назначение сталей	6		2
5.	Тема 7. Стали обыкновенного качества и специального назначения, конструкционные, инструментальные стали и сплавы.	Изучение микроструктуры инструментальных сталей и сплавов	2		
6.	Тема 8. Стали и сплавы с особыми свойствами. Цветные металлы и сплавы. Неметаллические материалы.	Изучение структуры цветных сплавов Микроструктурный анализ пластмасс	2		
	<b>Итого</b>		<b>16</b>		<b>4</b>

### 5.5. Задания для самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Объем дисциплины в акад. часах		
			очная форма обучения	очно-заочная форма обучения / ИПУ	заочная форма обучения / ИПУ
1.	Тема 1. Атомно-кристаллическое строение и свойства металлов и сплавов	Типы кристаллических структур, их характеристика. Дефекты атомно-кристаллического строения. Кривая Одингга.	6	–	10
2.	Тема 2. Кристаллизации металлов.	Термодинамические основы самопроизвольной первичной кристаллизации. Размер кристаллов. Не самопроизвольная первичная кристаллизация, основы модифицирования, модификаторы тугоплавкие и поверхностно активные. Вторичная кристаллизация.	12	–	18
3.	Тема 3. Наклеп, пред и рекристаллизационные процессы.	Механизм холодной пластической деформации. Пластическая деформация в металлах. Влияние на свойства. Возврат. Отдых. Полигонизация. Рекристаллизация первичная и вторичная. Диаграммы рекристаллизации	12	–	20
4.	Тема 4. Строение сплавов. Диаграммы состояния, их анализ.	Гетерогенные структуры. Химические соединения и их разновидности. Твердые растворы. Растворы на основе одной из компонент. Ограниченные и неограниченные твердые растворы. Твердые растворы на основе химических соединений. Упорядоченные твердые растворы. Методы построения диаграмм состояния. Методы анализа диаграмм состояния (правило фаз, правило концентраций) на примере диаграммы состояния для случая неограниченной растворимости компонент в твердом состоянии. Анализ диаграмм состояния двойных сплавов: для случая ограниченной растворимости компонент в твердом состоянии; для случая полной нерастворимости компонент в твердом состоянии и для случая образования устойчивых промежуточных соединений.	16	–	18
5.	Тема 5. Железоуглеродистые	Компоненты и фазы в сплавах железа с углеродом. Анализ диаграммы состояния железо – цементит.	12	–	18

	сплавы.	<p>Диаграмма состояния сплавов железо – графит. Процессы графитизации. Классификация сплавов. Стали и чугуны. Структура, свойства и применяемость белых, отбеленных и серых, модифицированных и высокопрочных чугунов.</p>			
6.	<p>Тема 6. Теория и практика термической обработки стали.</p>	<p>Превращения при нагреве до аустенитного состояния. Превращение аустенита при охлаждении и переохлаждении. Перлитное превращение. Бейнитное превращение. Мартенситное превращение. Превращения при отпуске стали. Практика термообработки. Нагревательные устройства. Охлаждающие среды. Защита от окисления при термообработке. Виды термообработки стали. Отжиг стали. Нормализация стали. Закалка стали. Выбор температуры. Охлаждение. Внутренние напряжения. Закаливаемость и прокаливаемость стали. Способы закалки стали. Отпуск стали. Обработка холодом. Термомеханическая обработка. Поверхностное упрочнение стали. Поверхностная закалка. Химико-термическая обработка. Цементация. Азотирование. Нитроцементация. Диффузионная металлизация.</p>	10	–	18
7.	<p>Тема 7. Стали обыкновенного качества и специального назначения, конструкционные, инструментальные стали и сплавы.</p>	<p>Стали обыкновенного качества, маркировка, назначение и области применения. Стали специального назначения: для листовой и объемной штамповки; нагартованные стали; автоматные стали. Легированные стали. Влияние легирующих элементов на структуру и свойства сталей. Классификация и маркировка сталей. Конструкционные стали и их разновидности: цементуемые, улучшаемые, пружинные, шарикоподшипниковые, высокопрочные, строительные и арматурные. Структура, термообработка, назначение и области применения конструкционных сталей. Инструментальные стали и сплавы. Стали для режущих инструментов: углеродистые, легированные, быстрорежущие. Металлокерамические твердые сплавы. Стали для измерительных инструментов. Стали для штампов деформирования в холодном и горячем состояниях.</p>	6	–	14

8.	Тема 8. Стали и сплавы с особыми свойствами. Цветные металлы и сплавы. Неметаллические материалы.	Коррозионностойкие стали и сплавы. Жароупорные стали и сплавы. Магнитные и немагнитные стали и сплавы. Стали и сплавы пониженного и повышенного электросопротивления. Сверхпроводники. Стали и сплавы с особенностями модуля упругости и теплового коэффициента расширения. Сплавы на основе меди. Латунни и бронзы. Сплавы на основе алюминия. Литейные и деформируемые сплавы. Припои и баббиты. Классификация неметаллических материалов.	6		14
	<b>ИТОГО</b>		<b>80</b>		<b>130</b>

### **6. Расчетно-графическая работа**

*Расчетно-графическая работа не предусмотрена.*

### **7. Курсовая работа**

*Курсовая работа не предусмотрена.*

### **8. Курсовой проект**

*Курсовой проект не предусмотрен.*

### **9. Контрольная работа**

*Контрольная работа предусмотрена по заочной форме обучения*

### **10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации<sup>1</sup>**

Оценивание результатов обучения по дисциплине и уровня сформированности компетенций (части компетенции) осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в соответствии с Фондом оценочных средств.

<sup>1</sup> В данном разделе приводятся примеры оценочных средств



### **Перечень вопросов к экзамену:**

1. Изобразите диаграмму состояния двойных сплавов для случая полной растворимости компонент в твердом состоянии, нанесите области фазовой однородности, постройте кривую кристаллизации с применением правила фаз, определите химический состав фаз в двухфазной области, определите объемы фаз в двухфазной области, дайте характеристику сплава в твердом состоянии.
2. Изобразите диаграмму состояния двойных сплавов для случая полной нерастворимости компонент в твердом состоянии, нанесите области фазовой однородности, для до эвтектического сплава постройте кривую кристаллизации с применением правила фаз, определите химический состав фаз в двухфазной области, определите объемы фаз в двухфазной области, дайте характеристику сплава в твердом состоянии.
3. Изобразите диаграмму состояния двойных сплавов для случая ограниченной растворимости компонент в твердом состоянии, нанесите области фазовой однородности, для за эвтектического сплава постройте кривую кристаллизации с применением правила фаз, определите химический состав фаз в двухфазной области, определите объемы фаз в двухфазной области, дайте характеристику сплава в твердом состоянии.
4. Изобразите диаграмму состояния двойных сплавов для случая образования устойчивых промежуточных соединений, нанесите области фазовой однородности, для сплава содержащего устойчивое промежуточное соединение постройте кривую кристаллизации с применением правила фаз, определите химический состав фаз в двухфазной области, определите объемы фаз в двухфазной области, дайте характеристику сплава в твердом состоянии.
5. Изобразите диаграмму состояния сплавов Fe – Fe<sub>3</sub>C, нанесите области фазовой однородности, для типовых сплавов постройте кривую кристаллизации с применением правила фаз, определите химический состав фаз в двухфазной области при различных температурах, определите при этом объемы фаз, дайте характеристику сплава в твердом состоянии.
6. Изобразите диаграмму состояния сплавов железо – графит, нанесите области фазовой однородности, для типовых сплавов постройте кривую кристаллизации с применением правила фаз, определите химический состав фаз в двухфазной области при различных температурах, определите при этом объемы фаз, дайте характеристику сплава в твердом состоянии.
7. Пружины изготавливаются из стали 65Г. Назначьте режимы термообработки и опишите фазовые превращения и структуру стали.
8. Зубчатые колеса изготавливаются из стали 40ГР и должны иметь высокую поверхностную твердость при вязкой сердцевине. Назначьте режимы упрочняющей термообработки и опишите фазовые превращения и структуру стали.

9. Валы редуктора изготавливаются из стали 40Х и должны иметь наилучшее сочетание прочности и вязкости. Назначьте режимы термообработки и опишите фазовые превращения и структуру стали.
10. Звездочки цепной передачи изготавливаются из стали 45 и должны иметь высокую поверхностную твердость при вязкой сердцевине. Назначьте режимы упрочняющей термообработки и опишите фазовые превращения и структуру стали.
11. Измерительный инструмент – пробка изготовлена из стали 15ХН. Назначьте термообработку, опишите режимы, фазовые превращения и структуру стали.
12. Зубило изготовлено из стали У7А. Назначьте термообработку, опишите превращения и структуру стали.
13. Фреза изготовлена из стали Р18. Назначьте термообработку, опишите режимы, фазовые превращения и структуру стали
14. Сверла изготавливаются из стали Р6М5. Назначьте режимы термообработки и опишите фазовые превращения и структуру стали.
15. Напайка токарного резца изготовлена из сплава ВК8. Опишите технологию изготовления, структуру и свойства
16. Тела качения подшипников изготавливаются из стали ШХ10. Назначьте режимы упрочняющей термообработки и опишите фазовые превращения и структуру стали.
17. Методом глубокой штамповки за несколько переходов изготавливают детали из стали 10пс. Опишите термообработку и структурные изменения происходящие при этом.
18. Напильники изготавливаются из стали У10. Назначьте термообработку, опишите ее режимы, фазово-структурные превращения и конечную структуру стали
19. Гильза цилиндра внутреннего сгорания изготавливается из стали 38ХМЮА и должна обладать высокой поверхностной твердостью и износостойкостью. Назначьте упрочняющую термообработку, опишите режимы, фазовые и структурные превращения и структуру стали в упрочненном состоянии.
20. Зубчатые колеса изготавливаются из стали 12ХНЗА и должны иметь высокую поверхностную твердость при вязкой сердцевине. Назначьте режимы упрочняющей термообработки и опишите фазовые превращения и структуру стали.
21. Валы редуктора изготавливаются из стали 45 и должны иметь наилучшее сочетание прочности и пластичности. Назначьте режимы упрочняющей термообработки и опишите фазовые превращения и структуру стали
22. Укажите назначение и области применения ниже перечисленных сталей и сплавов: Ст.6сп, 12Х2Н4А, 40ХГФ, Ас20ХГНМ, 65ГА, ШХ 20СГ, У7, Р9, 9ХС, Ст.2сп, 15Х, 40Х, А30, 60С2, , У13, Р6М5, Х, Ст.3пс, 15ХФ, 45Г, АС14, 50ХГА, ШХ 10, У8А, Р9Ф5, 9Х, Ст.3кп, 18ХГ, 40Г, А35, 70, ШХ 4, У13А, Р6М3, Ст.1пс, 20ХН, 40, А11, 55С2, ШХ 15СГ, У8, Р9, Ст.1кп, 12ХН2, 50, А20, 65, ШХ 15, У10, Р12, Ст.0, 20ХН, 40, А12, 50Г, У7А, Р18, ХВГ,

Ст.6пс, 14Х2НЗМА, 50ХН, АС30ХМ, 60С2ХФА, У11, 11Х, Ст.5Гпс, 15Х2М, 30ХМ, АС38ХГМ, 60С2ХА, У7А, Р9К10.

## **Типовые тестовые задания:**

### **1. Основы теории сплавов**

1.1. КОЛИЧЕСТВО АТОМОВ, ПРИХОДЯЩИХСЯ НА ОДНУЭЛЕМЕНТАРНУЮ ЯЧЕЙКУ В ОЦК РЕШЕТКЕ

1) 2; 2) 4; 3) 2; 4) 4

1.2. КОЛИЧЕСТВО АТОМОВ, ПРИХОДЯЩИХСЯ НА ОДНУЭЛЕМЕНТАРНУЮ ЯЧЕЙКУ В ГПУ РЕШЕТКЕ

1) 2; 2) 4; 1) 2; 2) 4

1.3. КОЛИЧЕСТВО АТОМОВ, ПРИХОДЯЩИХСЯ НА ОДНУЭЛЕМЕНТАРНУЮ ЯЧЕЙКУ В ГЦК РЕШЕТКЕ

1) 2; 2) 4; 3) 6; 4) 8

1.4. СПОСОБНОСТЬ МЕТАЛЛА ОБРАЗОВЫВАТЬ РАЗНЫЕ ТИПЫ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ РЕШЕТОК

1) анизотропия; 2) текстура; 3) полиморфизм; 4) изотропность

1.5. НЕРАВНОМЕРНОСТЬ СВОЙСТВ КРИСТАЛЛА В РАЗЛИЧНЫХ КРИСТАЛЛОГРАФИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЯХ НАЗЫВАЮТ

1) ликвацией; 2) анизотропией; 3) текстурой; 4) полиморфизмом

1.6. ПЛОТНОСТЬ ДИСЛОКАЦИЙ В ИЗДЕЛИИ, ИЗГОТОВЛЕННОМ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКОЙ

1)  $104 \text{ см}^{-2}$ ; 2)  $106 \text{ см}^{-2}$ ; 3)  $1012 \text{ см}^{-2}$ ; 4)  $102 \text{ см}^{-2}$

1.7. ДЕФЕКТ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩИЙ СОБОЙ КРАЙ ЛИШНЕЙ ПОЛУПЛОСКОСТИ

1) вакансия; 2) дислокация; 3) граница блока; 4) граница зерна

...

### **2. Железоуглеродистые сплавы**

2.1. ФАЗОВЫЙ СОСТАВ СПЛАВА, СОДЕРЖАЩЕГО 0,8 % С ПО МАССЕ, ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ 900 °С

1) аустенит; 2) аустенит и цементит; 3) феррит и цементит; 4) феррит

2.2. ФАЗОВЫЙ СОСТАВ СПЛАВА, СОДЕРЖАЩЕГО 3 % С, ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ 900 °С

1) аустенит; 2) аустенит и цементит; 3) ледебурит; 4) феррит

2.3. СОДЕРЖАНИЕ УГЛЕРОДА (ПО МАССЕ В ПРОЦЕНТАХ) В СПЛАВЕ ЭВТЕКТОИДНОГО СОСТАВА

1) 0,8; 2) 2,14; 3) 4,3; 4) 6,67

2.4. СТАЛЬ, ИМЕЮЩАЯ СТРУКТУРУ ПЕРЛИТ И ЦЕМЕНТИТ (ВТОРИЧНЫЙ)

1) У8А; 2) сталь 08кп; 3) У10; 4) У7

2.5. СТАЛЬ, ИМЕЮЩАЯ МАКСИМАЛЬНОЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЕ СУЖЕНИЕ

1) сталь 10; 2) сталь 45; 3) У10А; 4) У8

2.6. СТАЛЬ, СОДЕРЖАЩАЯ В РАВНОВЕСНОЙ СТРУКТУРЕ МАКСИМАЛЬНОЕ КОЛИЧЕСТВО ЦЕМЕНТИТА

1) сталь 10; 2) У10А; 3) У8; 4) У7А

2.7. ЧУГУН, В КОТОРОМ ВЕСЬ УГЛЕРОД НАХОДИТСЯ В СВОБОДНОМ СОСТОЯНИИ И ГРАФИТНЫЕ ВКЛЮЧЕНИЯ ИМЕЮТ ПЛАСТИНЧАТУЮ ФОРМУ

1) серый перлитный; 2) серый ферритный; 3) ковкий чугун; 4) высокопрочный

...

### **3. Термическая и химико-термическая обработка**

3.1. ПРЕВРАЩЕНИЕ, ПРОИСХОДЯЩЕЕ ПРИ НАГРЕВЕ ДОЭВТЕКТОИДНОЙ СТАЛИ В ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР АС1 – АС3

1) перлитно-аустенитное; 2) феррито-аустенитное; 3) цементито-аустенитное; 4) перлитное

3.2. АУСТЕНИЗАЦИЯ ПРОЙДЕТ БЫСТРЕЕ (ПРИ ПРОЧИХ РАВНЫХ УСЛОВИЯХ) В СТАЛИ С СОДЕРЖАНИЕМ УГЛЕРОДА

1) 0,1 %; 2) 0,4 %; 3) 0,8 %; 4) 0,02 %

3.3. СТАЛЬ, ИМЕЮЩАЯ БОЛЬШУЮ ПРОКАЛИВАЕМОСТЬ

1) 40X; 2) 40; 3) 45; 4) У7

3.4. КАКАЯ СТАЛЬ ЧУВСТВИТЕЛЬНЕЕ К ЗАКАЛОЧНЫМ ТРЕЩИНАМ?

1) сталь 45; 2) У8; 3) Ст5; 4) сталь 10

3.5. КАКАЯ СТАЛЬ БУДЕТ ИМЕТЬ БОЛЬШУЮ ТВЕРДОСТЬ ПОСЛЕ ЗАКАЛКИ?

1) Ст0; 2) Сталь 60; 3) У9; 4) сталь 30

3.6. ТЕМПЕРАТУРА НАГРЕВА СТАЛИ У7 ПОД ЗАКАЛКУ

1)  $A_{c1} + (30 - 50 \text{ } ^\circ\text{C})$ ; 2)  $A_{c2} + (30 - 50 \text{ } ^\circ\text{C})$ ; 3)  $A_{c3} + (30 - 50 \text{ } ^\circ\text{C})$ ; 4)  $900 \text{ } ^\circ\text{C}$

3.7. СТРУКТУРА ПОСЛЕ ПРАВИЛЬНОЙ ЗАКАЛКИ СТАЛИ 35

1) мартенсит; 2) мартенсит, аустенит остаточный; 3) мартенсит, аустенит остаточный, цементит вторичный; 4) мартенсит, феррит

...

#### **4. Легированные стали и сплавы. Цветные металлы и сплавы на их основе**

4.1. НИЗКОЛЕГИРОВАННЫЕ СТАЛИ ИМЕЮТ СУММАРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

1) менее 2,5 %; 2) менее 10 %; 3) менее 15 %; 4) менее 5 %

4.2. СРЕДНЕЛЕГИРОВАННЫЕ СТАЛИ ИМЕЮТ СУММАРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

1) менее 2,5 %; 2) менее 10 %; 3) менее 15 %; 4) менее 1 %

4.3. ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫЕ СТАЛИ ИМЕЮТ СУММАРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

1) менее 2,5 %; 2) менее 10 %; 3) более 10 %; 4) 2,5 %

4.4. ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ, ПРИМЕНЯЕМЫЙ ДЛЯ ЛЕГИРОВАНИЯ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ

1) Cr; 2) W; 3) Cu; 4) Mn

4.5. БЫСТОРЕЖУЩИЕ СТАЛИ ЛЕГИРУЮТ ... ОСНОВНЫМ ХИМИЧЕСКИМ ЭЛЕМЕНТОМ

1) Cr; 2) W; 3) Cu; 4) Mn

4.6. СТАЛЬ ЛЕДЕБУРИТНОГО КЛАССА

1) 12ХГ2МТР; 2) Р18; 3) ХВГ; 4) Х

4.7. ЗНАЧЕНИЕ БУКВЫ "А" В МАРКЕ СТАЛИ 38ХНЗА

1) содержание алюминия; 2) содержание азота; 3) высококачественная; 4) автоматная

...

#### **5. Неметаллические материалы и выбор материала для конкретного назначения**

5.1. ПРОСТЫМИ ПЛАСТМАССАМИ НАЗЫВАЮТ

1) полимеры без добавок; 2) полимеры и наполнители; 3) полимеры и стабилизаторы; 4) полимеры и пластификаторы

5.2. В ПЛАСТМАССЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДОБАВЛЯЮТ

1) стабилизаторы; 2) наполнители; 3) пластификаторы; 4) регенерат

5.3. В ПЛАСТМАССЫ ДЛЯ ЗАМЕДЛЕНИЯ СТАРЕНИЯ ДОБАВЛЯЮТ

1) стабилизаторы; 2) наполнители; 3) пластификаторы; 4) регенерат

5.4. В ПЛАСТМАССЫ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ХРУПКОСТИ ДОБАВЛЯЮТ

1) стабилизаторы; 2) наполнители; 3) пластификаторы; 4) отвердитель

5.5. В ПЛАСТМАССЫ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ СТРУКТУРЫ МОЛЕКУЛ ДОБАВЛЯЮТ

1) стабилизаторы; 2) наполнители; 3) пластификаторы; 4) отвердитель

5.6. ОТВЕРДИТЕЛИ ДОБАВЛЯЮТ В ПЛАСТМАССЫ

1) термопластичные; 2) терморективные; 3) во все виды пластмасс

5.7. НАЗОВИТЕ САМЫЙ ОГНЕОПАСНЫЙ ПОЛИМЕР И ПОРИСТЫЕ ПЛАСТМАССЫ НА ЕГО ОСНОВЕ

1) полиэтилен; 2) полистирол; 3) полиуретан; 4) стеклотекстолит

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

### **11.1. Рекомендуемая литература**

1. Сапунов, С. В. Материаловедение : учебное пособие / С. В. Сапунов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1793-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168740> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Материаловедение : учебное пособие / Д. А. Болдырев, С. В. Давыдов, Л. И. Попова, М. Н. Тюрков. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 424 с. — ISBN 978-5-9729-0417-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148345> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Материаловедение для транспортного машиностроения : учебное пособие / Э. Р. Галимов, Л. В. Тарасенко, М. В. Унчикова, А. Л. Абдуллин. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1527-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168565>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Арабов, М. Ш. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Лабораторный практикум : учебное пособие для вузов / М. Ш. Арабов, З. М. Арабова. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-7510-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/174969> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Егорова, О. В. Техническая микроскопия. Практика работы с микроскопами для технических целей : учебник для вузов / О. В. Егорова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 524 с. — ISBN 978-5-8114-8774-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180819>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **11.2. Периодические издания**

*не используются*

### **11.3. Нормативно-правовые акты и иные правовые документы**

*не используются*

### **11.4 Перечень электронно-образовательных ресурсов**

1. Учебно-методические материалы по дисциплине «Материаловедение» (электронный образовательный ресурс размещен в ИОС ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А.

<http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/SpisokPredmetow.aspx> ссылка на страницу дисциплины

2. Сайт ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А. <http://techn.sstu.ru/>

### **11.5 Электронно-библиотечные системы**

1. «ЭБС IPRbooks»,
2. ЭБС «Лань»
3. «ЭБС elibrary»
4. ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА»

### **11.6. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

- ЭБС «Университетская научно-техническая библиотека» (<http://lib.sstu.ru>);
- ЭБС «Единое окно» (<http://window.edu.ru>);
- ЭБ диссертаций Российской государственной библиотеки (<https://dvs.rsl.ru>);
- международная реферативная база данных Scopus (<https://www.scopus.com>);
- международная реферативная база данных Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com>) и др.

*Источники ИОС ЭТИ СГТУ* (<http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/SpisokPredmetow.aspx>)

### **11.7. Печатные и электронные образовательные ресурсы в формах, адаптированных для студентов с ограниченными возможностями здоровья (для групп и потоков с такими студентами)**

1. Адаптированная версия НЭБ, для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья

### **12. Информационно-справочные системы и профессиональные базы данных**

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

#### **12.1 Перечень информационно-справочных систем**

*не используются*

#### **12.2 Перечень профессиональных баз данных**

*не используются*

#### **12.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения**

Образовательный процесс по дисциплине обеспечен необходимым

комплексом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (подлежит обновлению при необходимости).

1) Лицензионное программное обеспечение

2) Свободно распространяемое программное обеспечение

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде.

### **13. Материально-техническое обеспечение**

*Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа*


Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 20 рабочих мест обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; проекционный экран; мультимедийный проектор; ноутбук подключенный к Интернет; демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

*Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, выполнения курсовых работ, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций.*

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 20 рабочих мест обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; проекционный экран; мультимедийный проектор; ноутбук подключенный к Интернет; демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия.

*Учебная лаборатория материаловедения.*

Укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения: оснащена: прибор для измерения твёрдости «Роквелл» ТР5006М, прибор для измерения микротвёрдости ТШ-2М и ПМТ-3; микроскопы; микроскоп МИМ-5, микроскоп МИМ-7, печи муфельные для закалки (на 1000–1300 °С) и отпуска (на 200–650 °С), электропечь лабораторная SNOOL 8.2/1100,- наборы образцов, детали, наглядные пособия (таблицы, ГОСТы).

Рабочую программу составил, к.т.н.  /Тихонов Д.А./

#### 14. Дополнения и изменения в рабочей программе

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Внесенные изменения утверждены на заседании УМКС/УМКН

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Председатель УМКН \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /