

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Максимов Алексей Борисович  
Должность: директор департамента по образовательной политике  
Дата подписания: 21.09.2023 15:37:39  
Уникальный программный ключ:  
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения



*[Signature]* /Е.В. Сафонов/

«20» июня 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Термическая обработка металлов и сплавов»**

Направление подготовки  
**22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ**

ОП (профиль): **«Инновации в металлургии»**

Квалификация (степень) выпускника  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очно-заочная**

Москва 2019 г.

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Термическая обработка металлов и сплавов» относятся:

- изучение влияния различных факторов на структуру и свойства металлов и сплавов;
- приобретение навыков в разработке способов воздействия на структуру и свойства металлов и сплавов.
- прогнозирование поведения металлов и сплавов в различных условиях эксплуатации.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Термическая обработка металлов и сплавов» относятся:

- изучение взаимосвязи между составом, структурой и свойствами металлов и сплавов;
- изучение превращений в металлах и сплавах на различных стадиях обработки.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Термическая обработка металлов и сплавов» относится к учебным дисциплинам вариативной части блока (Б1) основной образовательной программы бакалавриата.

Дисциплина «Термическая обработка металлов и сплавов» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

*В базовой части блока (Б1):*

- неорганическая и органическая химия;
- физика.

*В вариативной части блока (Б1):*

- введение в специальность;
- металлургические технологии;
- физическая химия.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения, как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-4	готовностью использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы;	<p><b>знать:</b> методы комплексных исследований металлов и сплавов; физическую сущность явлений, происходящих в металлах и сплавах при обработке;</p> <p><b>уметь:</b> прогнозировать свойства металлов и сплавов на основе анализа их структуры;</p> <p><b>владеть:</b> навыками проведения комплексных исследований и испытаний металлов и сплавов;</p>
ПК-5	способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов;	<p><b>знать:</b> взаимосвязь между структурой и свойствами металлов и сплавов; способы изменения структуры и свойств металлов и сплавов при обработке (термической, механической)</p> <p><b>уметь:</b> выбрать режим термической обработки металлов и сплавов; объяснить изменения свойств металлов и сплавов на основе анализа микроструктуры;</p> <p><b>владеть:</b> навыками рекомендации методов изменения структуры с целью получения заданных свойств металлов и сплавов.</p>
ПК-10	способностью осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке;	<p><b>знать:</b> - основные группы и марки обрабатываемых материалов, особенности их термообработки; - основные виды термической обработки;</p> <p><b>уметь:</b> - применять методики контроля свойств материалов, после термической и химико-термической обработки. - проводить анализ качества изделий после термической и химико-термической обработки.</p> <p><b>владеть:</b></p>

		- навыками определения качества изделий в процессе термической обработки;
--	--	---

#### **4. Структура и содержание дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетных единицы, т.е. **108** академических часов (из них 72 час – самостоятельная работа студентов), лабораторные работы – 1 час в неделю (18 часов), лекции – 1 час в неделю (18 часов), форма контроля - экзамен. В ходе обучения бакалавры выполняют курсовую работу.

Дисциплина «Термическая обработка металлов и сплавов» изучается на третьем курсе.

Структура и содержание разделов дисциплины указаны в **Приложении А** к программе.

#### **Разделы дисциплины**

##### **Раздел 1. Железо и сплавы на его основе**

Компоненты и фазы в системе железо-углерод. Диаграмма фазового равновесия (метастабильное равновесие, фазовые и структурные составляющие железоуглеродистых сплавов.). Классификация сплавов железа с углеродом. Фазовые и структурные превращения в железоуглеродистых сплавах.

Углеродистые стали, их структура и свойства. Влияние углерода на структуру и свойства углеродистых металлов.

Влияние постоянных примесей на свойства металлов.

Чугуны. Диаграмма фазового равновесия железо-углерод (стабильное равновесие). Белый и серый чугуны. Высокопрочный чугун. Ковкий чугун. Специальные чугуны.

##### **Раздел 2. Термическая обработка металлов и сплавов**

Превращение перлита в аустенит. Превращения переохлажденного аустенита. Перлитное превращение, мартенситное превращение, бейнитное превращение. Отпуск и старение стали. Влияние термической обработки на механические свойства стали.

Отжиг и нормализация. Закалка. Поверхностная закалка. Отпуск. Виды отпуска. Термомеханическая обработка. Химико-термическая обработка стали. Цементация, азотирование, нитроцементация, цианирование. Борирование, силицирование, диффузионная металлизация.

#### **5. Образовательные технологии**

Методика преподавания дисциплины «Термическая обработка металлов и сплавов» и реализация компетентного подхода в изложении и

восприятию материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- деловые игры;
- подготовка, представление и обсуждение презентаций;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы и содержанием дисциплины «Термическая обработка металлов и сплавов» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 50% от объема аудиторных занятий.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- подготовка к выполнению лабораторных работ в виде ответов на контрольные вопросы;
- деловые игры;
- выполнение индивидуального задания;
- контрольные работы.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают варианты заданий тестов; темы докладов, вопросы к контрольным работам; экзаменационные билеты.

### **6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

<b>Код компетенции</b>	<b>В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать</b>
ПК-4	готовностью использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы;

ПК-5	способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов;
ПК-10	способностью осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке;

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

### 6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

**ОПК-4** - готовность сочетать теорию и практику для решения инженерных задач

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
<b>знать:</b> основные классы, назначение, обработку, маркировку металлов и сплавов;	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знаний классификации, назначения, и маркировки металлов и сплавов	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основные классы, назначение, обработка, маркировка металлов и сплавов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основные классы, назначение, обработка, маркировка металлов и сплавов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при описании процессов.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний по классификации, назначению, обработке, маркировке металлов и сплавов, свободно оперирует приобретенными знаниями.

		испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.		
<b>уметь:</b> пользоваться справочными данными по составу, свойствам и способам обработки металлов и сплавов;	Обучающийся не умеет пользоваться справочными данными по составу, свойствам и способам обработки металлов и сплавов.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений использования справочных данных по составу, свойствам и способам обработки металлов и сплавов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умений пользоваться справочными данными по составу, свойствам и способам обработки металлов и сплавов. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения.	Обучающийся демонстрирует умения пользоваться справочными данными по составу, свойствам и способам обработки металлов и сплавов. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
<b>владеть:</b> навыками работы с научно-технической литературой; навыками чтения маркировки сплавов; специальной терминологией;	Обучающийся не владеет навыками работы с научно-технической литературой; навыками чтения маркировки сплавов; специальной терминологией	Обучающийся владеет навыками работы с научно-технической литературой; навыками чтения маркировки сплавов; специальной терминологией в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает	Обучающийся частично владеет навыками работы с научно-технической литературой; навыками чтения маркировки сплавов; специальной терминологией, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения.	Обучающийся свободно владеет навыками работы с научно-технической литературой; навыками чтения маркировки сплавов; специальной терминологией.

		значительные затруднения.		
--	--	---------------------------	--	--

**ПК-4** - готовностью использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы

<p><b>знать:</b> методы комплексных исследований металлов; физическую сущность явлений, происходящих в металлах и сплавах при обработке;</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знаний о методах комплексных исследований металлов; физической сущности явлений, происходящих в металлах и сплавах при обработке</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний о методах комплексных исследований металлов; физической сущности явлений, происходящих в металлах и сплавах при обработке. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний о методах комплексных исследований металлов; физической сущности явлений, происходящих в металлах и сплавах при обработке, допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при описании процессов.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует знания о методах комплексных исследований металлов; физической сущности явлений, происходящих в металлах и сплавах при обработке, свободно оперирует приобретенными знаниями.</p>
<p><b>уметь:</b> прогнозировать свойства металлов и сплавов на основе анализа их структуры</p>	<p>Обучающийся не может прогнозировать свойства металлических материалов на основе анализа микроструктуры</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений: прогнозирование свойств металлических</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умения прогнозирования свойств металлических материалов на основе</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие умения прогнозировать изменение свойств</p>



		материалов на основе анализа микроструктуры. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения.	анализа микроструктуры. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения.	металлических материалов на основе анализа микроструктуры. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
--	--	---	--	---

<b>владеть:</b> навыками проведения комплексных исследований и испытаний в металлах и сплавах;	Обучающийся не владеет навыками проведения комплексных исследований и испытаний металлических материалов	Обучающийся владеет навыками проведения комплексных исследований и испытаний металлических материалов в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения.	Обучающийся частично владеет навыками комплексных исследований и испытаний металлических материалов, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения.	Обучающийся свободно владеет навыками проведения комплексных исследований и испытаний металлических материалов
--	--	---	---	--

**ПК-5** - способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов

<b>знать:</b> взаимосвязь между структурой и свойствами металлических материалов;	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знаний взаимосвязи между структурой и свойствами металлических материалов;	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: взаимосвязь между структурой и свойствами металлических материалов;	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний взаимосвязь между структурой и свойствами	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: взаимосвязь между
---	--	---	---	---

<p>способы изменения структуры и свойств металлов при обработке (термической, механической)</p>	<p>способов изменения структуры и свойств металлов при обработке</p>	<p>способы изменения структуры и свойств металлов при обработке. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>металлических материалов; способы изменения структуры и свойств металлов при обработке; но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения</p>	<p>структурой и свойствами металлических материалов; способы изменения структуры и свойств металлов при обработке, свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p>
<p><b>уметь:</b> выбрать режим термической обработки сплавов; объяснить изменения свойств металлических материалов на основе анализа их микроструктуры;</p>	<p>Обучающийся не может выбрать режим термической обработки сплавов; объяснить изменения свойств металлических материалов на основе анализа микроструктуры;</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: выбор режимов термической обработки сплавов; объяснение изменения свойств металлических материалов на основе анализа микроструктуры. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: выбор режимов термической обработки сплавов; объяснение изменения свойств металлических материалов на основе анализа микроструктуры. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при работе со справочными материалами.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: выбор режимов термической обработки сплавов; объяснение изменения свойств металлических материалов на основе анализа микроструктуры. Свободно оперирует приобретенными умениями.</p>

<p><b>владеть:</b> навыками рекомендации и методов изменения структуры с целью получения заданных свойств металлических материалов</p>	<p>Обучающийся не владеет навыками рекомендации методов изменения структуры с целью получения заданных свойств металлических материалов</p>	<p>Обучающийся владеет навыками рекомендации методов изменения структуры с целью получения заданных свойств металлических материалов в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.</p>	<p>Обучающийся частично владеет навыками рекомендации методов изменения структуры с целью получения заданных свойств металлических материалов, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения.</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет навыками рекомендации методов изменения структуры с целью получения заданных свойств металлических материалов, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.</p>
--	---	---	---	--

**ПК-10** - способностью осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке

<p><b>знать:</b> - основные группы и марки обрабатываемых материалов, особенности их термообработки; - основные виды термической обработки;</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знаний об основных группах и марках обрабатываемых материалов, особенностей их термообработки; - основных видах термической обработки;</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное знание основных групп и марок обрабатываемых материалов, особенностей их термообработки; - основных видов термической обработки;</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное некоторых марок сталей и способов их термообработки;</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное знание групп и марок обрабатываемых материалов, особенностей их термообработки; - основных видов термической обработки;</p>
---	---	--	---	---

<p><b>уметь:</b> - применять методики контроля свойств материалов, после термической и химико-термической обработки. - проводить анализ качества изделий после термической и химико-термической обработки.</p>	<p>Обучающийся не умеет - применять методики контроля свойств материалов, после термической и химико-термической обработки. - проводить анализ качества изделий после термической и химико-термической обработки.</p>	<p>Обучающийся не умеет - применять некоторые методики контроля свойств материалов, после термической и химико-термической обработки. - проводить анализ качества некоторых изделий после термической и химико-термической обработки.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное незнание некоторых методик контроля и анализа изделий;</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное умение - применять методики контроля свойств материалов, после термической и химико-термической обработки. - проводить анализ качества изделий после термической и химико-термической обработки.</p>
<p><b>владеть:</b> - навыками определения качества изделий в процессе термической обработки;</p>	<p>Обучающийся не владеет навыками определения качества изделий в процессе термической обработки;</p>	<p>Обучающийся владеет навыками определения качества изделий в процессе термической обработки, но допускает значительные ошибки;</p>	<p>Обучающийся владеет навыками определения качества изделий в процессе термической обработки, но допускает незначительные ошибки;</p>	<p>Обучающийся полностью владеет навыками определения качества изделий в процессе термической обработки.</p>

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

**Форма промежуточной аттестации: зачет**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

**Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации** является выполнение студентом всех заданий по темам семинаров.

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Описание</b>
Зачтено	Выполнены все <b>обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации</b> , предусмотренные программой дисциплины. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнены <b>обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации</b> , предусмотренные программой дисциплины, или студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

#### **Форма промежуточной аттестации: экзамен**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

**Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации** является выполнение студентом курсовой работы и заданий по темам семинаров.

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Описание</b>
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: Основных принципов и функций , но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.
Удовлетворительно	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: Основных принципов и функций маркетинга. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетворительно	Не выполнены обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины, ИЛИ Студент демонстрирует неполное соответствие

	<p>знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.</p>
--	---

**Фонды оценочных средств представлены в Приложении Б к рабочей программе.**

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) основная литература:**

1. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение: учебник для вузов, 4 изд., М., ООО «Издательский дом Альянс», 2009, 528 с.
2. Материаловедение. Учебник для студ. высш. учеб. заведений / Г.М.Волков, В.М.Зуев – М.: издательство Академия, 2012, 400 с.

### **б) дополнительная литература:**

3. Ульянина И.Ю., Курбатова И.А., Парфеновская О.А. Материаловедение в схемах-конспектах – учебное пособие, ч.2, М.: МГИУ, 2008, 124 с.
4. Машиностроительные материалы. Методические указания/ под ред. Г.М.Волкова-М.: МГТУ «МАМИ», 2009.
5. Материаловедение. Методические указания к выполнению лабораторных работ. Сост. И.А.Курбатова, Т.Ю.Скакова, А.К.Вернер, Н.В.Учеваткина.-М.:МГИУ, 2008, 32 с.
6. Специальные стали и сплавы (Машиностроительные материалы). Учебный справочник. Сост. А.К.Вернер.-М.:МГИУ, 2006,12 с.
7. Марочник металлов и сплавов/ Под общ. Ред. А.С.Зубченко.- М.:Машиностроение, 2013.-784 с.
8. Марочник металлов и сплавов/В.Г.Сорокин, А.В.Волосникова и др; Под общ. Ред. В.Г.Сорокина.-М.:Машиностроение, 1989.-640 с.

### **в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:**

Программное обеспечение не предусмотрено.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы Московского Политеха в разделе «Библиотека. Электронные ресурсы»

***<http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog>***

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:

<http://mospolytech.ru/index.php?id=309>  
[http://metall-2006.narod.ru/metall\\_slaid\\_lekcia.html](http://metall-2006.narod.ru/metall_slaid_lekcia.html)  
<http://materiall.ru/>  
<http://supermetalloved/narod.ru/12.pdf>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Образовательный процесс по дисциплине «Термическая обработка металлов и сплавов» обеспечен достаточной материально-технической базой для проведения всех видов занятий, предусмотренных учебным планом на базе лабораторных помещений кафедры Материаловедение.

Аудитория	Оборудование
1304	-микроскопы ZASILACZ MIKROSKOWY typ 6/20 (6 шт); -микроскопы АЛЬТАМИ (4 шт); -микротвердомер ПМТ-3М (2 шт); -твердомер; -коллекция микрошлифов;
1307	- электропечь Набертерм; - электропечь Снол; - печь муфельная ПМ-10 (2 шт); - установка для торцевой закалки; -пневматический шлифовально-полировальный станок Р-20FS-1-R5; - твердомер
1313	-микроскопы МИМ-7 (9 шт); - твердомер; - оборудование для презентаций;
1318	- твердомеры ТР 5006 (2 шт); - микроскоп МЕТАМ-РВ; - коллекции образцов для лабораторных работ;
1309	- микроскоп Axiovert 40MAT

## 9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия преподавателей.

Самостоятельная работа сопровождается эффективным контролем и оценкой ее результатов. К самостоятельной работе студентов относятся: повторение учебного материала с целью закрепления, ознакомление с литературой по данному разделу, подготовка к семинарам. Во время самостоятельной работы студенты должны усвоить пройденный материал,



ознакомиться с дополнительной литературой с целью более глубокого понимания изучаемых вопросов и расширения кругозора.

Подготовка к семинарам включает подбор литературы по заданной теме, работа с выбранными источниками, составление конспекта и подготовка презентации. При подборе источников в сети Internet необходимо ориентироваться только на достоверную информацию, исключив студенческие работы. Желательно составлять свою собственную картотеку достоверных источников, тщательно фиксируя необходимые данные (авторы, название, год издания и др). Для более тщательной подготовки к выполнению задания желательно изучить несколько источников (не менее трех) разных лет, обратив внимание на самые современные. Особый интерес представляют случаи, когда существуют альтернативные точки зрения на одну и ту же проблему. При подготовке к докладу можно подробно остановиться на сравнении различных вариантов, указав по возможности плюсы и минусы каждого. Если объем подобранного материала достаточно велик, будет весьма полезно сгруппировать его по каким-либо признакам и провести сравнительный анализ.

При работе с литературой встречаются интересные факты или подробности, не относящиеся к изучаемой теме. В этом случае желательно выписывать их в отдельные карточки, формируя небольшой каталог. Эти карточки (дополненные различными подробностями в ходе последующей работы)

могут быть использованы в дальнейшей деятельности.

При подготовке презентации к сообщению необходимо иметь в виду, презентация – это сопровождение выступления, а не его замена, поэтому на слайде не следует размещать большое количество текста, гораздо выигрышнее смотрятся слайды, где сочетаются графики, рисунки, таблицы. Однако, не следует делать слайды слишком пестрыми. Использование трех-четырёх цветов улучшает восприятие.

## **10. Методические рекомендации для преподавателя**

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-поисковый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. Они должны исполняться на высоком концептуально-теоретическом уровне, носить проблемно-поисковый характер, раскрывать наиболее сложные вопросы курса в тесной связи с практикой будущей деятельности бакалавров по направлению подготовки. Каждую лекцию целесообразно завершать конкретным заданием студентам на самостоятельную работу с указанием вопросов, которые они должны самостоятельно отработать.

Основные рекомендации по использованию лекционной формы изложения учебного материала:

- Прежде чем читать лекцию, следует выбрать её тип. Вводные лекции наиболее уместны в условиях, когда необходимо познакомить студентов с общей характеристикой изучаемого предмета, его крупной отдельной темы или проблемы. Установочные лекции, в ходе которых даётся сжатое, компактное и при этом неполное изложение (некоторые аспекты оставляются для самостоятельного изучения) основного содержания какой-либо темы, необходимы в случае, если требуется создание прочной основы для формирования на последующих занятиях определённых знаний и умений. Текущие лекции целесообразны при разъяснении сложной темы, если для её самостоятельного освоения у студентов отсутствует необходимый запас умений и навыков. Обобщающие лекции предпочтительны в случаях, когда необходимо осуществить анализ проблем на основе обобщения и систематизации знаний, полученных студентами на предшествующих занятиях по теме.

- Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

- Изложение конкретного материала должно быть образным, доступным, но вместе с тем системным и последовательным и обязательно содержать формулировку выводов в рамках каждого из тех логических блоков, на которые делится содержание темы.

- Желательно, чтобы лекция не представляла собой монолог преподавателя, а включала в себя элементы его беседы со студентами: необходимо прерывать лекционное изложение исторического материала вопросами, побуждающими студентов к активной работе. Это помогает не только удерживать внимание студентов, но и обеспечить их более глубокое проникновение в суть изучаемых явлений и процессов. В завершение лекции новый материал может быть закреплён в ходе краткого опроса, тестирования или проблемно-логического задания.

- В ходе лекций могут быть использованы наглядные пособия, схемы, таблицы, графики, раздаточный материал.

Практические занятия предусматривают изучение нового и закрепление проработанного на лекциях теоретического материала. После того, как студенты разберут теоретический материал по данной работе, им предлагается выполнить задание или презентацию по пройденной теме. Часть заданий может выполняться студентами в качестве самостоятельной подготовки к занятиям. Темы практических работ студентам известны заранее, поэтому к каждому занятию студенты приходят подготовленными.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ к рабочей программе**

А. Структура и содержание дисциплины.

Б. Фонд оценочных средств.

**Структура и содержание дисциплины «Термическая обработка металлов и сплавов» по направлению  
подготовки  
22.03.02 «Металлургия»  
(бакалавр)**

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	Защ лаб	Инд зад	К/р	Э	З
1	<b>Пятый семестр</b>														
	<b>Железо и сплавы на его основе</b> Компоненты и фазы в системе железо-углерод. Диаграмма фазового равновесия (метастабильное равновесие, фазовые и структурные составляющие железоуглеродистых сплавов.).	5	1-2	2			2								
	<b>Железо и сплавы на его основе</b> Классификация сплавов железа с углеродом. Фазовые и структурные превращения в железоуглеродистых сплавах.	5	3	2			2						+		
	Вводное занятие по лабораторному практикуму		4				4								

<p><b>Железо и сплавы на его основе.</b> Углеродистые стали, их структура и свойства. Влияние углерода на структуру и свойства углеродистых металлов. Влияние постоянных примесей на свойства металлов.</p>	5	5	2											
<p><i>Лабораторная работа</i> «Влияние температуры нагрева на структуру и свойства сталей».</p>		6			2									
<p><b>Железо и сплавы на его основе</b> Чугуны. Диаграмма фазового равновесия железо-углерод (стабильное равновесие). Белый и серый чугуны. Высокопрочный чугун. Ковкий чугун. Специальные чугуны.</p>	5	7-8	2		2									
<p><b>Термическая обработка стали</b> Превращение перлита в аустенит. Превращения переохлажденного аустенита. Перлитное превращение, мартенситное превращение, бейнитное превращение. Цементация, азотирование, нитроцементация, цианирование. Борирование, силицирование, диффузионная металлизация.</p>	5	9	2		2									
<p><i>Лабораторная работа</i> «Влияние температуры нагрева на структуру и свойства сталей».</p>		10			4									

1.13	Отпуск и старение стали. Влияние термической обработки на механические свойства стали.	3	11-12	2			2								
1.14	<b>Термическая обработка стали</b> Отжиг и нормализация. Закалка. Поверхностная закалка. Отпуск. Виды отпуска.	3	13-14	2			2						+		
	<i>Лабораторная работа</i> <i>«Влияние скорости охлаждения на структуру и свойства сталей».</i>		15				4								
1.15	<b>Термическая обработка стали</b> Термомеханическая обработка. Химико-термическая обработка стали.	5	16	2			2								
	<i>Лабораторная работа</i> <i>«Виды отпуска».</i>		17				4								
	<i>Обзорное занятие</i>	5	18			4									
	<b>Форма аттестации</b>		<b>19-21</b>	18	36	18	72								<b>Э</b>
	<b>Всего часов по дисциплине в пятом семестре</b>			<b>18</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>108</b>								

## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Термическая обработка металлов и сплавов»**

**1. Целью** преподавания дисциплины «Термическая обработка металлов и сплавов» является:

- изучение влияния различных факторов на структуру и свойства металлов и сплавов;
- приобретение навыков в разработке способов воздействия на структуру и свойства металлов и сплавов.
- прогнозирование поведения металлов и сплавов в различных условиях эксплуатации.

**К основным задачам** освоения дисциплины «Термическая обработка металлов и сплавов» относятся:

- изучение взаимосвязи между составом, структурой и свойствами металлов и сплавов;
- изучение превращений в металлах и сплавах на различных стадиях обработки.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата**

Дисциплина «Термическая обработка металлов и сплавов» относится к учебным дисциплинам вариативной части блока (Б1) основной образовательной программы бакалавриата.

Дисциплина «Термическая обработка металлов и сплавов» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

*В базовой части блока (Б1):*

- неорганическая и органическая химия;
- физика.

*В вариативной части блока (Б1):*

- введение в специальность;
- металлургические технологии;
- физическая химия.

### **3. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины**

- готовность использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы; (ПК-4);
- способность выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов; (ПК-5);
- способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалобработке; (ПК-10).

### **4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетных единицы, т.е. **108** академических часов (из них 72 час – самостоятельная работа студентов), лабораторные работы – 2 часа в неделю (18 часов), лекции – 2 часа в неделю (18 часов), форма контроля - экзамен. В ходе обучения бакалавры выполняют курсовую работу.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		7
Общая трудоемкость	108 (3 з.е.)	108 (з.е.)
Аудиторные занятия (всего)	36	36
В том числе		
лекции	18	18
Практические занятия	-	-
Лабораторные занятия	18	18
Самостоятельная работа	72	72
Курсовая работа	+	+
Курсовой проект	нет	нет
Вид промежуточной аттестации		экзамен

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Направление подготовки: 22.03.02  
профиль «Инновации в металлургии»

«Термическая обработка металлов и сплавов»

ОП (профиль):

Кафедра: «Металлургия»

**ФОНД**  
**ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Термическая обработка металлов и сплавов**

**Состав:** 1. Паспорт фонда оценочных средств  
2. Описание оценочных средств:  
вариант экзаменационного билета  
образцы вопросов из фонда тестовых заданий  
вариант заданий для контрольных работ.

**Составитель:**  
**к.т.н., доцент Волгина Н.И.**

Москва, 2017



**Паспорт ФОС по дисциплине «Технология термической обработки металлов и сплавов»**

Код компетенции	Элементы компетенции (части компетенции)	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины по рабочей программе	Периодичность контроля	Виды контроля	Способы контроля	Средства контроля
1	2	3	4	5	6	7
<b>ПК-9</b>	<b>знать:</b> Знать основные закономерности формирования структуры на различных стадиях термической обработки; Процессы, происходящие в материалах при тепловом и комплексном воздействии.	Общие закономерности процессов термообработки Основы теории термической обработки Теория термической обработки Химико-термическая обработка	Текущий (после завершения изучения модуля) Промежуточная аттестация (по окончании семестра)	Контрольная работа; тесты экзамен	Письменно, Устно	Задания КР, тесты Экз. билеты
	<b>уметь:</b> Выполнять металлографические исследования структуры термообработанных изделий. Разрабатывать и анализировать процессы термической и химико-термической обработки;	Общие закономерности процессов термообработки Основы теории термической обработки Теория термической обработки Технология термической обработки Практика термической обработки Термомеханическая обработка Методы поверхностного упрочнения Химико-термическая обработка	Текущий (на каждой лаб. работе)	Лабораторные работы	Письменно	Выводы по лабораторным работам

		Технология химико-термической обработки				
	<b>владеть:</b> Основами проектирования технологических процессов и технологической документацией, навыками расчета и конструирования изделий машиностроения;	Технология термической обработки Практика термической обработки Термомеханическая обработка Методы поверхностного упрочнения Химико-термическая обработка Технология химико-термической обработки	Текущий (на каждой лабораторной работе)	Выполнение работы	Письменно, устно	Выводы по лабораторным работам.
<b>ПК-10</b>	<b>знать:</b> Основные группы и марки обрабатываемых материалов, особенности термообработки; Основные виды термической обработки;	Общие закономерности процессов термообработки Основы теории термической обработки Теория термической обработки	Текущий (после завершения изучения модуля) Промежуточная аттестация (по окончании семестра)	Контрольная работа; тесты экзамен	Письменно, Устно	Задания КР, тесты Экз. билеты
	<b>уметь:</b> Применять методики контроля свойств материалов, после термической и химико-термической обработки. Проводить анализ качества изделий после термической и химико-термической обработки.	Технология термической обработки Практика термической обработки Термомеханическая обработка Методы поверхностного упрочнения Химико-термическая обработка Технология химико-термической обработки	Текущий (на лабораторной работе)	Выполнение работы	Письменно	Выводы по работе

	<b>владеть:</b> Навыками определения качества изделий в процессе термической обработки;	Технология термической обработки Практика термической обработки Термомеханическая обработка Методы поверхностного упрочнения Химико-термическая обработка Технология химико-термической обработки	Текущий (на каждой лабораторной работе)	Выполнение работы	Письменно, устно	Выводы по лабораторным работам.

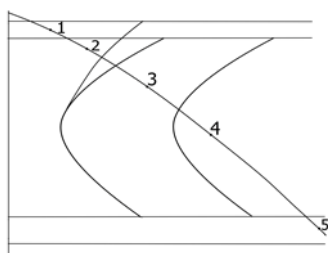
## Вариант экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет Машиностроение, кафедра «Металлургия»  
Дисциплина «Термическая обработка металлов и сплавов»  
Образовательная программа 22.03.02 Metallurgia  
Курс 3 , семестр 5

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №3

1. Виды отжига первого рода.
2. Отпускная хрупкость, виды, причины и пути уменьшения склонности к отпускной хрупкости.
3. Определить структуру стали в точках 1-5.

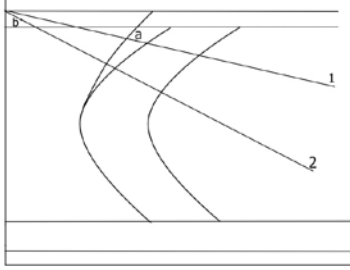
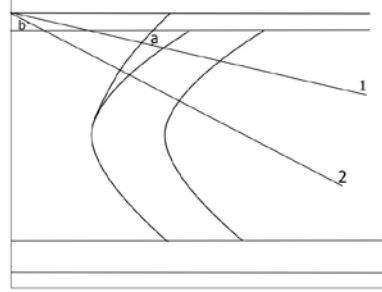
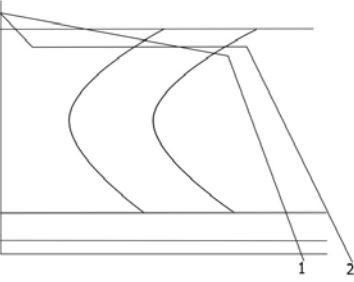
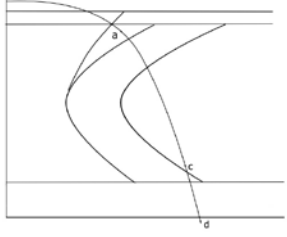


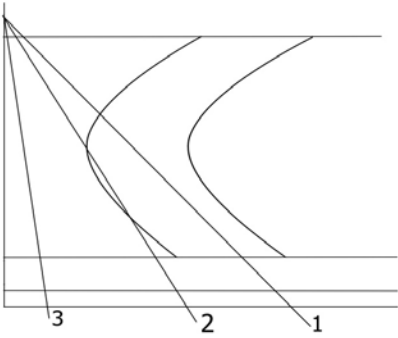
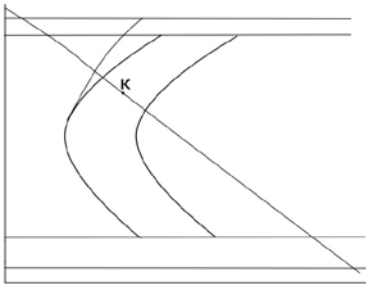
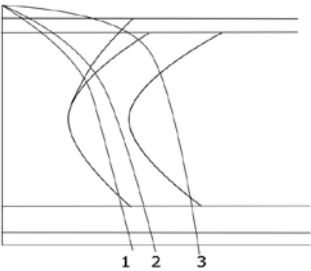
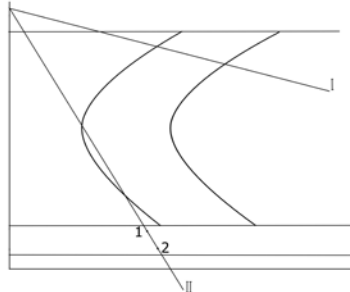
Утверждено на заседании кафедры «  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

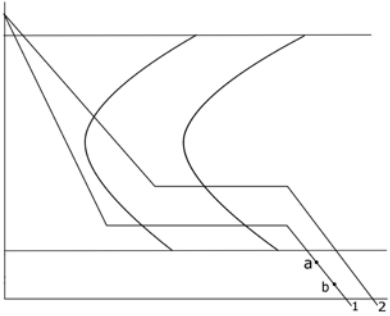
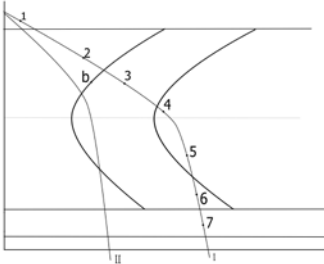
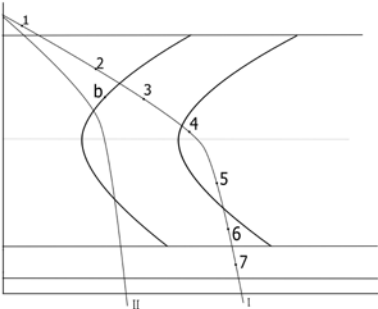
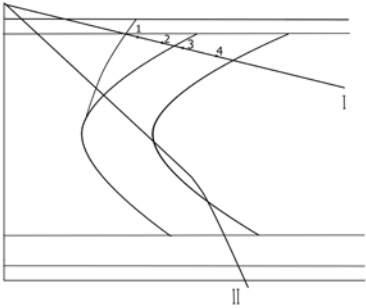
### Перечень вопросов на экзамен

Вопросы к экзамену	Код компетенции
Классификация процессов термической обработки	ПК-9, ПК-10
Общая характеристика процессов термической обработки	ПК-9, ПК-10
Связь диаграммы состояния с возможностями применения различных видов термической обработки	ПК-9, ПК-10
Виды отжига первого рода	ПК-9, ПК-10
Неравновесная кристаллизация, дендритная ликвация, образование неравновесных фаз	ПК-9, ПК-10
Гомогенизирующий отжиг	ПК-9, ПК-10
Отжиг для снятия внутренних напряжений	ПК-9, ПК-10
Влияние пластической деформации на структуру материалов. Рекристаллизационный отжиг	ПК-9, ПК-10
Возврат и полигонизация	ПК-9, ПК-10

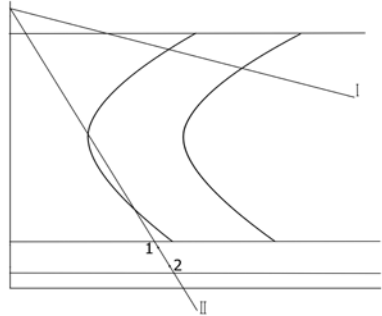
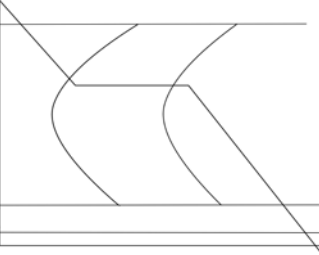
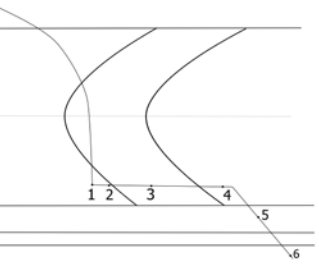
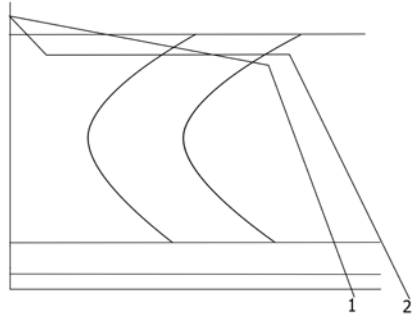
Собирабельная и вторичная рекристаллизация.	ПК-9, ПК-10
Диаграмма рекристаллизации	ПК-9, ПК-10
Виды и режимы дорекристаллизационного и рекристаллизационного отжига.	ПК-9, ПК-10
Изменение свойств при отжиге холоднодеформированных материалов.	ПК-9, ПК-10
Основные закономерности фазовых превращений. Термодинамика фазовых превращений	ПК-9, ПК-10
Кинетика фазовых превращений	ПК-9, ПК-10
Превращения в сталях при нагреве	ПК-9, ПК-10
Рост аустенитного зерна. Структурная наследственность и перекристаллизация аустенита	ПК-9, ПК-10
Диффузионное превращение аустенита при охлаждении.	ПК-9, ПК-10
Диаграмма изотермического распада переохлаждённого аустенита	ПК-9, ПК-10
Основные особенности мартенситного превращения.	ПК-9, ПК-10
Свойства материалов при закалке на мартенсит	ПК-9, ПК-10
Бейнитное превращение	ПК-9, ПК-10
Выбор режимов нагрева для закалки сталей. Охлаждающие среды.	ПК-9, ПК-10
Способы охлаждения при закалке.	ПК-9, ПК-10
Превращения при отпуске закалённых сталей	ПК-9, ПК-10
Виды отпуска.	ПК-9, ПК-10
Отпускная хрупкость, виды, причины и пути уменьшения склонности к отпускной хрупкости.	ПК-9, ПК-10
Закалка без полиморфных превращений	ПК-13, 14, 15
Старение. Изменение свойств при старении.	ПК-13, 14, 15
Термическая обработка алюминиевых сплавов	ПК-9, ПК-10
Низкотемпературная термомеханическая обработка сталей.	ПК-9, ПК-10
Высокотемпературная термомеханическая обработка сталей	ПК-9, ПК-10
Термомеханическая обработка дисперсионнотвердеющих сплавов.	ПК-9, ПК-10
Поверхностная закалка сталей.	ПК-9, ПК-10
Особенности нагрева при закалке ТВЧ.	ПК-9, ПК-10
Выбор режимов закалки и отпуска при нагреве ТВЧ.	ПК-9, ПК-10
Основные закономерности ХТО, стадии ХТО, законы диффузии.	ПК-9, ПК-10
Формирование диффузионного слоя при ХТО.	ПК-9, ПК-10
Цементация сталей.	ПК-9, ПК-10
Азотирование сталей.	ПК-9, ПК-10
Совместное насыщение сталей углеродом и азотом. Нитроцементация, цианирование, карбонитрация.	ПК-9, ПК-10
Технология процессов диффузионной металлизации. Диффузионная металлизация в порошках, расплавах металлов,	ПК-9, ПК-10

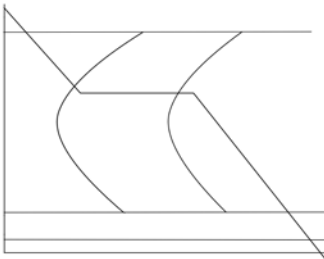
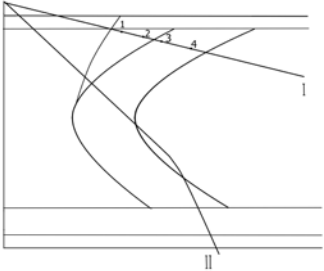
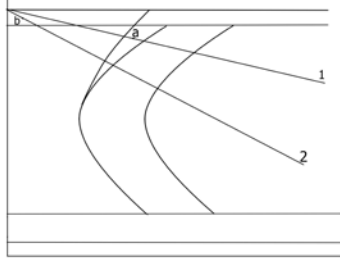
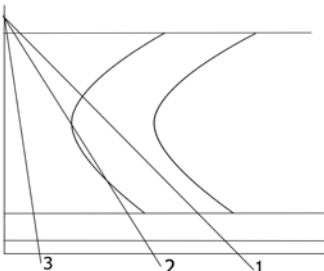
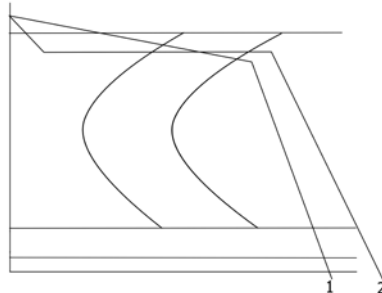
солей, в газовых средах.	
Основные процессы диффузионной металлизации. Хромирование, силицирование, алитирование, Горячее цинкование, лужение.	<b>ПК-9, ПК-10</b>
<p>Чем отличается по структуре и свойствам сталь охлажденная по режимам 1 и 2 ?</p> 	<b>ПК-9, ПК-10</b>
<p>Определите структуры в точках а и в диаграммы:</p> 	<b>ПК-9, ПК-10</b>
<p>Есть ли разница в структурах стали, охлажденной по режимам 1 и 2? Если есть то, как это влияет на свойства стали?</p> 	<b>ПК-9, ПК-10</b>
<p>Опишите структуры в точках а, с и d диаграммы:</p> 	<b>ПК-9, ПК-10</b>
<p>В чем отличие структур стали, охлажденной по режимам 1 – 3?</p>	<b>ПК-9, ПК-10</b>

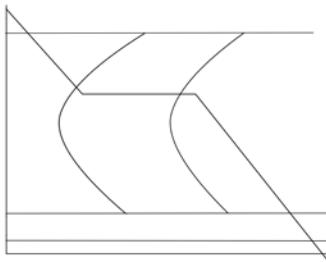
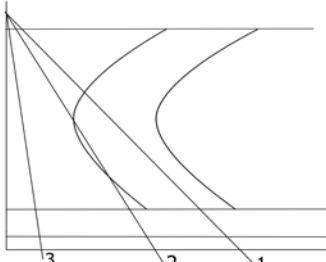
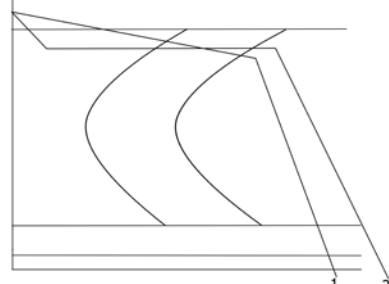
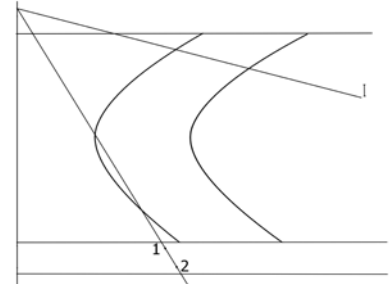
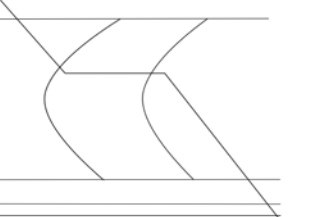
	
<p>Определите структуру стали в точке К диаграммы:</p> 	<p><b>ПК-9, ПК-10</b></p>
<p>В чем разница структур, полученных по режимам 1-3?</p> 	<p><b>ПК-9, ПК-10</b></p>
<p>Какие структуры будут получены по режимам I и II ? Есть ли разница в структурах в точке 1 и 2?</p> 	<p><b>ПК-9, ПК-10</b></p>
<p>В чем разница структур стали, охлажденной по режимам 1 и 2 ? Какая из них обеспечивает лучший комплекс механических свойств?</p>	<p><b>ПК-9, ПК-10</b></p>

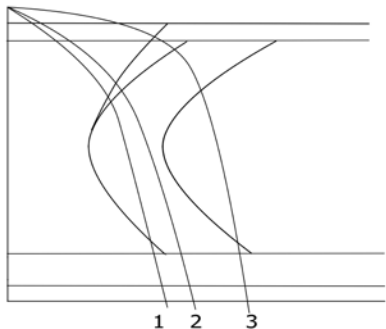
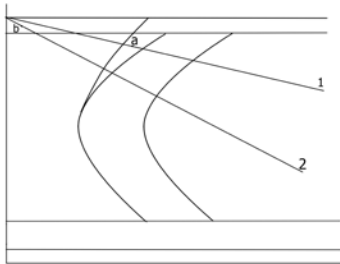
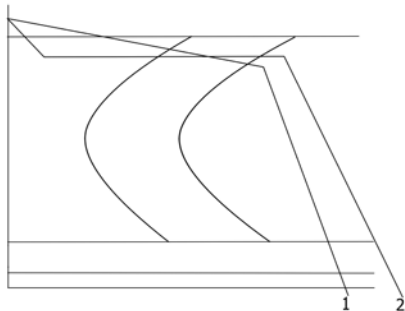
	
<p>Какова окончательная структура после охлаждения по кривой II ?</p> 	<p><b>ПК-9, ПК-10</b></p>
<p>Определите структуры в точках 1 - 7 диаграммы:</p> 	<p><b>ПК-9, ПК-10</b></p>
<p>Определить положение <math>t = 0^\circ\text{C}</math> в предположении, что это сталь 30 и 60?</p> 	<p><b>ПК-9, ПК-10</b></p>
<p>Определить структуру, образующуюся при охлаждении стали со скоростями 1 и 2.</p>	<p><b>ПК-9, ПК-10</b></p>



	
<p>Какой вид термической обработки описывается скоростью охлаждения <math>V</math>? Как она влияет на свойства стали?</p> 	<p><b>ПК-9, ПК-10</b></p>
<p>Какая структура образуется в эвтектоидной стали при охлаждении с данной скоростью?</p> 	<p><b>ПК-9, ПК-10</b></p>
<p>Определить структуру, образующуюся при охлаждении со скоростями 1 и 2.</p> 	<p><b>ПК-9, ПК-10</b></p>
<p>Какой вид термообработки описывается скоростью охлаждения? С какой целью дается, для каких сталей используют?</p>	<p><b>ПК-9, ПК-10</b></p>

	
<p>Определить структуру, образующуюся при охлаждении со скоростями 1 и 2.</p> 	<p><b>ПК-9, ПК-10</b></p>
<p>Определить структуру, образующуюся при охлаждении со скоростями 1 и 2.</p> 	<p><b>ПК-9, ПК-10</b></p>
<p>Определить структуру, образующуюся при охлаждении со скоростями 1, 2, 3.</p> 	<p><b>ПК-9, ПК-10</b></p>
<p>Как отличаются свойства стали после охлаждения со скоростями 1 и 2? Ответ дать с точки зрения изменения микроструктуры.</p> 	<p><b>ПК-9, ПК-10</b></p>

<p>Какая структура образуется при охлаждении со скоростью <math>V</math>? Какие фазовые превращения при этом происходят?</p> 	<p><b>ПК-9, ПК-10</b></p>
<p>Как отличается структура стали после охлаждения со скоростями 1 и 3? Чем отличаются свойства стали?</p> 	<p><b>ПК-9, ПК-10</b></p>
<p>Какие фазовые превращения происходят в стали при охлаждении со скоростями 1 и 2?</p> 	<p><b>ПК-9, ПК-10</b></p>
<p>Какие фазовые превращения происходят в стали при охлаждении со скоростями 1 и 2?</p> 	<p><b>ПК-9, ПК-10</b></p>
<p>Какое фазовое превращение происходит в стали при охлаждении со скоростями 1 и 2?</p> 	<p><b>ПК-9, ПК-10</b></p>

<p>Какое фазовое превращение происходит в стали при охлаждении со скоростью 3?</p> 	<p><b>ПК-9, ПК-10</b></p>
<p>Какие фазовые превращения происходят в стали при охлаждении со скоростями 1 и 2?</p> 	<p><b>ПК-9, ПК-10</b></p>
<p>Как отличается структура стали после охлаждения со скоростями 1 и 3? Чем отличаются свойства стали?</p> 	<p><b>ПК-9, ПК-10</b></p>

5. Шкала оценивания:

**"Отлично"** - если студент глубоко и прочно освоил весь материал программы обучения, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает.

**"Хорошо"** - если студент твёрдо знает программный материал, грамотно и по существу его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос.

**"Удовлетворительно"** - если студент освоил только основной материал программы, но не знает отдельных тем, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность изложения программного материала.

**"Неудовлетворительно"** - если студент не знает значительной части программного материала, допускает серьёзные ошибки

Каждое задание экзаменационного билета оценивается отдельно. Общей оценкой является среднее значение, округлённое до целого значения.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
Московский политехнический университет

Направление подготовки:

22.03.02 Metallurgy

**ОП (профиль): «Инновации в металлургии»**

Кафедра «Металлургия»

## **Комплекты заданий для контрольных работ**

по дисциплине «Термическая обработка металлов и сплавов»

### **Тема 1. Введение (ПК-4)**

Роль термической обработки в металлургической и машиностроительной промышленности.

История развития термообработки

### **Тема 2. Общие закономерности процессов термообработки (ПК-4, ПК-6)**

Связь возможностей термической обработки с диаграммами состояния

Классификация основных видов термической обработки

### **Тема 3. Фазовые превращения при нагреве (ПК-4, ПК-6)**

Рост аустенитного зерна при нагревании

Структурная наследственность и перекристаллизация аустенита

### **Тема 4. Превращения при охлаждении (ПК-4, ПК-6)**

Влияние степени переохлаждения при охлаждении из аустенитного состояния на структуру и свойства сталей

Диаграмма изотермического превращения при охлаждении

Условия образования виндманштеттовой структуры

### **Тема 5. Кинетика мартенситных превращений Фазовые превращения при закалке без полиморфных превращений (ПК-4, ПК-6)**

Особенности мартенситного превращения в углеродистых сталях

Структурные типы мартенсита

Кристаллография мартенситного превращения

Механизм Нормального и бездиффузионного превращения

### **Тема 6. Термообработка без фазовых превращений. (ПК-4, ПК-6)**

Виды отжига 1 рода.

Влияние нагрева на структуру и свойства холоднодеформированных сплавов.

Диаграмма рекристаллизации

Причины возникновения внутренних напряжений

Условия образования квазиэвтектоидных структур

### **Тема 7. Старение и отпуск (ПК-4, ПК-6)**

Термодинамика процессов выделения из твердого раствора

Стадии старения

Влияние температуры отпуска на структуру и свойства закаленных сталей

Влияние легирования на процессы при отпуске

**Тема 8. Термомеханическая обработка. (ПК-4, ПК-6)**

Структурные изменения при горячей пластической деформации  
Статическая, динамическая и метадинамическая рекристаллизация  
ТМО сталей, закаливаемых на мартенсит  
ТМО дисперсионно твердеющих сплавов

**Тема 9. Химико-термическая обработка.**

Стадии ХТО  
Механизмы диффузии  
Химизм процессов получения атомов насыщающего элемента в активном состоянии  
Последовательность образования фаз при диффузионном насыщении

**Тема 10. Технология термической и химико-термической обработки (ПК-4, ПК-6)**

Предварительная и окончательная термическая обработка, Цели и место в технологическом процессе изготовления деталей и инструмента  
Предварительная термическая обработка для улучшения технологических свойств  
Выбор режимов отжига  
Выбор режимов закалки и отпуска  
Выбор режимов старения дисперсионно твердеющих сплавов

**Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» **выставляется**, если основное содержание вопроса раскрыто, в ответе могут содержаться неточности, которые в целом не влияют на изложение материала и не содержат грубых ошибок.
- оценка «не зачтено» **выставляется**, если не раскрыто основное содержание материала, обнаружено незнание основных положений по теме вопроса. Присутствуют грубые ошибки.  
Ответ на вопрос отсутствует.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
Московский политехнический университет  
Направление подготовки:  
22.03.02 Metallургия  
ОП (профиль): «Инновации в металлургии»

## **Образцы вопросов из фонда тестовых заданий**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
Московский политехнический университет  
Направление подготовки:  
22.03.02 Metallургия  
ОП (профиль): «Инновации в металлургии»

Кафедра «*Металлургия*»

## **Фонд тестовых заданий**

по дисциплине

**«Технология термической обработки металлов и сплавов»**

**Включает 140 тестовых заданий**

**Тема: Фазовые превращения в сталях при нагреве (ПК-4, ПК-6)**

Сталь У8, нагретая выше 727 градусов Цельсия будет иметь структуру:

- аустенит
- перлит
- мартенсит
- феррит

### **Задание 2**

Размер зерна при повышении температуры стали в области существования аустенита...

- увеличивается
- уменьшается
- не изменяется
- сначала уменьшается, потом увеличивается

### **Задание 3**

Структура перлита, сорбита, троостита состоит из фаз...

- феррита
- цементита
- графита
- мартенсита
- аустенита

#### **Задание 4**

Нагрев сталей выше 727 градусов Цельсия приводит к превращению...

- перлита в аустенит
- перлитному
- мартенситному
- бейнитному

#### **Задание 5**

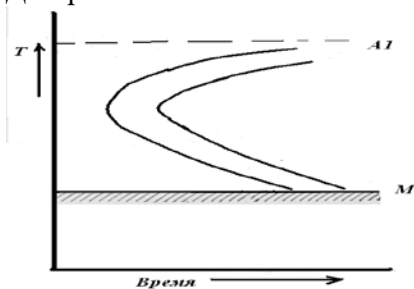
Перегрев - дефект структуры стали при термообработке, вызванный...

- ростом зерна аустенита
- расплавлением стали
- фазовой перекристаллизацией
- мартенситным превращением

### **Тема : Фазовые превращения в сталях при охлаждении (ПК-4, ПК-6)**

#### **Задание 1**

Диаграмма показывает...



- изотермический распад аустенита
- рекристаллизацию
- изотермическое образование аустенита
- изменение внутренних напряжений

#### **Задание 2**

Сталь после закалки приобретает следующее свойство...



- высокую твердость
- хорошую пластичность
- низкую твердость
- коррозионную стойкость

### Задание 3

Твердость мартенсита с увеличением количества углерода в сталях...

- увеличивается
- не изменяется
- уменьшается
- зависимость неоднозначна

### Задание 4

Критической скоростью закалки является...

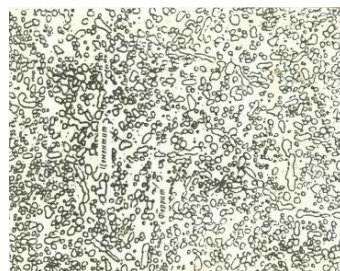
- V1
- V2
- V3
- V4

### Задание 5

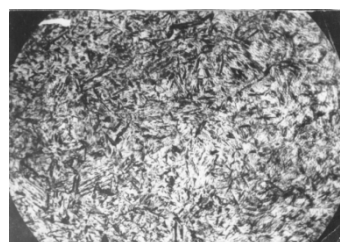
Аустенит, охлажденный ниже 727 градусов Цельсия, становится неустойчивым и...

- распадается на феррит и цементит
- изменяет свой химический состав
- превращается в ледебурит
- кристаллизуется

зернистый перлит



мартенсит



## Тема: Превращения при нагреве закаленной стали (ПК-4, ПК-6)

### Задание 1

Закаленная сталь после низкого отпуска имеет структуру...

- мартенсит отпуска
- мартенсит закалки
- сорбит отпуска
- троостит отпуска

### Задание 2

Закаленная сталь после высокого отпуска имеет структуру...

- сорбит отпуска
- мартенсит отпуска
- перлит
- троостит отпуска

### Задание 3

Частицы карбидов в результате коагуляции ...

- укрупняются
- уменьшаются
- изменяют форму
- растворяются

### Задание 4

Легирующие элементы Mo, W, V, Cr влияют на процесс коагуляции:

- замедляют
- ускоряют
- не влияют
- останавливают

### Задание 5

Наибольший удельный объем имеет структура:

- мартенсит
- перлит
- феррит
- сорбит отпуска

## Тема :. Отжиг первого и второго рода (ПК-4, ПК-6)

### **Задание 1**

Охлаждение детали при отжиге происходит...

- с печью
- на воздухе
- в масле
- в воде

### **Задание 2**

Нагрев при гомогенизирующем отжиге крупных слитков легированной стали осуществляют до градусов Цельсия...

- 1100-1200
- 50-100
- 400-500
- 100-200

### **Задание 3**

Заэвтектоидная сталь после неполного отжига имеет структуру...

- перлит+цементит
- цементит
- феррит
- ледебурит

### **Задание 4**

Охлаждение при нормализации осуществляется...

- на воздухе
- в воде
- с печью
- в масле

### **Задание 5**

Эвтектоидная сталь после отжига имеет структуру...

- перлит
- мартенсит
- ледебурит
- цементит

## Тема : Закалка стали (ПК-4, ПК-6)

### Задание 1

Закаленная углеродистая сталь характеризуется высокой...

- твердостью
- пластичностью
- вязкостью
- теплостойкостью

### Задание 2

Охлаждение при закалке должно проходить со скоростью выше...

- критической
- минимальной
- максимальной
- средней

### Задание 3

Закаливаемость - способность стали в результате термической обработки повышать...

- твердость
- магнитную проницаемость
- пластичность
- электросопротивление

### Задание 4

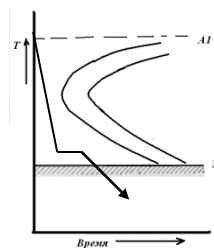
Углеродистые стали закаливают в...

- воде
- жидком гелии
- печи
- на воздухе

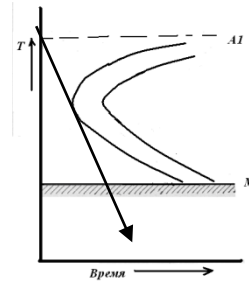
### Задание 5

Способы закалки стали...

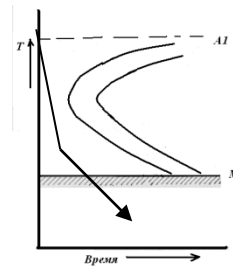
ступенчатая



В ОДНОМ ОХЛАДИТЕЛЕ



В ДВУХ СРЕДАХ



изотермическая

### Тема: Отпуск стали (ПК-4, ПК-6)

#### Задание 1

Улучшение - термообработка, состоящая из закалки и...

- низкого отпуска
- среднего отпуска
- высокого отпуска
- отжига

#### Задание 2

Отпуск закаленной стали - термообработка...

- предварительная
- промежуточная
- подготовительная
- окончательная

### **Задание 3**

Соответствие между видами отпуска и температурами в градусах Цельсия...

150	низкий
400	средний
600	высокий
	промежуточный

### **Задание 4**

Режущий и измерительный инструмент на рабочие свойства подвергают закалке и ...

- низкому отпуску
- высокому отпуску
- среднему отпуску
- улучшению

### **Задание 5**

Структуры закаленной и отпущенной стали в порядке увеличения их пластичности...

- 1:** мартенсит отпуска
- 2:** троостит отпуска
- 3:** сорбит отпуска

## **Тема Поверхностное упрочнение стальных изделий (ПК-4, ПК-6)**

### **Задание 1**

Термомеханическая обработка заключается в сочетании термической обработки с...

- цементацией
- борированием
- пластической деформацией
- рекристаллизацией

### **Задание 2**

Цементации подвергают стали...

- низкоуглеродистые
- среднеуглеродистые
- высокоуглеродистые
- любые

### **Задание 3**

Алитирование - это насыщение поверхности стали...

- алюминием
- никелем
- хромом
- кремнием

#### **4. Задание {{ 134 }} 6.4.23**

Поверхностное пластическое деформирование сталей и сплавов повышает...

- износостойкость
- жаропрочность
- вязкость
- теплостойкость

#### **Задание 5**

Поверхностная закалка повышает \_\_\_\_\_ поверхности...

- коррозионную стойкость
- износостойкость
- вязкость
- теплостойкость

#### **Критерии оценки:**

- **оценка «зачтено» выставляется**, если студент ответил правильно более чем на 50% вопросов тестовых заданий.
- **оценка «не зачтено» выставляется**, если студент дал правильные ответы менее чем на 50% вопросов тестовых заданий.