

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Энергообеспечение и инженерные системы зданий и сооружений

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ. ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.13
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	2 семестр - 16 часов;
Практические занятия	2 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	2 семестр - 16 часов;
Консультации	2 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	2 семестр - 93,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Тестирование	
Лабораторная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	2 семестр - 0,5 часа;

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Горячкина М.В.
	Идентификатор	R1c2630a6-GoriachkinaMV-8613e5f

М.В. Горячкина

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Пурдин М.С.
	Идентификатор	R73e8cc57-PurdinMS-97ce3ae5

М.С. Пурдин

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гаряев А.Б.
	Идентификатор	R75984319-GariayevAB-a6831ea7

А.Б. Гаряев

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: состоит в изучении взаимосвязи между составом, структурой и механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами конструкционных и теплоизоляционных материалов для дальнейшего применения этих знаний при проектировании, производстве и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники..

Задачи дисциплины

- освоение теоретических основ металловедения;
- изучение особенностей атомно-кристаллического строения и структуры металлов и сплавов, применяемых при проектировании оборудования для теплоэнергетики и теплотехники;
- изучение основных методов определения характеристик механических свойств конструкционных и теплоизоляционных материалов;
- освоение теории анализа фазовых превращений, происходящих в конструкционных и теплоизоляционных материалах, и изучение влияния этих фазовых превращений на их механические, технологические и эксплуатационные свойства;
- освоение навыков принятия и обоснования конкретных технических решений по выбору конструкционных и теплоизоляционных материалов при проектировании элементов оборудования для теплоэнергетики и теплотехники.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-5 Способен учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических расчетах с учетом динамических и тепловых нагрузок	ИД-1 _{ОПК-5} Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик конструкционных и теплоизоляционных материалов, выбирает их в соответствии с требуемыми характеристиками	знать: - влияние основных видов обработки на свойства и строение конструкционных и теплоизоляционных материалов и закономерности структурно-фазовых превращений в них, протекающие под воздействием эксплуатационных факторов; - химический состав, строение, свойства, маркировку и области применения конструкционных и теплоизоляционных материалов, применяемых в теплоэнергетике и теплотехнике. уметь: - выбирать конструкционные и теплоизоляционные материалы для изготовления элементов конструкций теплоэнергетики и теплотехники в зависимости от условий их эксплуатации; - принимать участие в исследовании структуры и механических свойств конструкционных и теплоизоляционных материалов с использованием нормативных методик.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Энергообеспечение и инженерные системы зданий и сооружений (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать важнейшие химические понятия: вещество, химический элемент, атом, молекула, относительная атомная и молекулярная массы, ион, аллотропия, изотопы, химическая связь, электроотрицательность, валентность, степень окисления, моль, молярная масса, молярный объем, вещества молекулярного и немoleкулярного строения, растворы, электролит и неэлектролит, электролитическая диссоциация, окислитель и восстановитель, окисление и восстановление, тепловой эффект реакции, скорость химической реакции, катализ, химическое равновесие
- знать периодический закон Д.И. Менделеева
- знать вещества и материалы: основные металлы и сплавы; серная, соляная, азотная и уксусная кислоты; щелочи
- знать общие химические свойства металлов, неметаллов,
- знать важнейшие химические понятия: физическое явление, гипотеза, закон, теория, вещество, взаимодействие, электромагнитное поле, волна, фотон, атом, атомное ядро, ионизирующие излучения
- знать смысл физических величин: скорость, ускорение, масса, сила, импульс, работа, механическая энергия, внутренняя энергия, абсолютная температура, средняя кинетическая энергия частиц вещества, количество теплоты, элементарный электрический заряд
- знать смысл физических законов классической механики, всемирного тяготения, сохранения энергии, импульса и электрического заряда, термодинамики, электромагнитной индукции
- уметь определять: валентность и степень окисления химических элементов, тип химической связи в соединениях, заряд иона, характер среды в водных растворах неорганических соединений, окислитель и восстановитель
- уметь объяснять: зависимость свойств веществ от их состава и строения; природу химической связи (ионной, ковалентной, металлической)
- уметь описывать и объяснять физические явления и свойства газов; жидкостей и твердых тел; электромагнитную индукцию

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Атомно-кристаллическое строение металлов	24	2	6	6	-	-	-	-	-	-	12	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Атомно-кристаллическое строение металлов"</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, используя методические материалы, а также подготовить бланк к выполнению лабораторной работы.</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Атомно-кристаллическое строение металлов" с использованием рекомендуемой литературы.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], [1], стр. 11–60, 67–82, 88-92, 110-122, 138-153 [3], стр. 13-19; стр. 27-31 [4], 16-41, 45-60 [5], 15-43 [6], 7-23</p>	
1.1	Атомно-кристаллическое строение металлов	24		6	6	-	-	-	-	-	-	-	12		-
2	Основные	30		2	-	16	-	-	-	-	-	-	12		-

													"Конструкционные и теплоизоляционные материалы, применяемые в теплоэнергетике и теплотехнике" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], [1], стр. 186–224, 367–509, 540–557, 566–620 [3], стр. 3-13; стр. 32-39; стр. 44-54 [4], 193-205, 209-212 [5], 135-140, 177-203 [6], 73-127
4	Основные методы обработки материалов	20	2	4	-	-	-	-	-	-	14	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные методы обработки материалов" с использованием рекомендуемой литературы. <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, используя методические материалы, а также подготовить бланк к выполнению лабораторной работы. <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Основные методы обработки материалов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], [1], стр. 248–367 [3], стр. 54-60 [5], 146-177
4.1	Основные методы обработки материалов	20	2	4	-	-	-	-	-	-	14	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	16	16	16	-	2	-	-	0.5	60	33.5	
	Итого за семестр	144.0	16	16	16		2	-		0.5	93.5		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Атомно-кристаллическое строение металлов

1.1. Атомно-кристаллическое строение металлов

Основные типы кристаллических решеток и их основные характеристики. Анизотропия. Полиморфизм. Дефекты кристаллического строения металлов. Типы точечных дефектов и их влияние на свойства сплавов. Линейные дефекты. Краевые и винтовые дислокации. Влияние плотности дислокаций в металле на его прочность. Деформация металлов. Механизм деформации сдвигом в идеальном кристалле. Дислокационный механизм пластической деформации металла. Упрочнение металла холодной пластической деформацией. Влияние нагрева на строение и свойства деформированного металла. Кристаллизация металлов и сплавов. Энергетические предпосылки процесса кристаллизации. Степень переохлаждения при кристаллизации. Влияние среднего размера зерна на прочность металла. Уравнение Холла-Петча. Способы получения мелкозернистой структуры при кристаллизации. Кристаллизация в условиях направленного теплоотвода. Строение металлического слитка. Модифицирование металла. Виды модификаторов. Сплавы. Виды взаимодействия атомов в сплавах. Диаграммы состояния сплавов. Типы диаграмм состояния. Основные линии диаграммы. Правило фаз (правило Гиббса). Правило отрезков..

2. Основные характеристики механических свойств материалов

2.1. Основные характеристики механических свойств материалов

Испытание материалов на растяжение. Характеристики прочности и пластичности, определяемые при испытаниях растяжением. Влияние высоких температур на механические свойства сталей. Явление синеломкости. Методы определения твердости металлических материалов. Испытания на ударный изгиб. Вязкое и хрупкое разрушение. Порог хладноломкости. Критическая температура хрупкости. Характеристики жаропрочности металла. Ползучесть. Длительная прочность..

3. Конструкционные и теплоизоляционные материалы, применяемые в теплоэнергетике и теплотехнике

3.1. Конструкционные и теплоизоляционные материалы, применяемые в теплоэнергетике и теплотехнике

Углеродистые стали. Структурные составляющие углеродистых незакаленных сталей. Диаграмма состояния «железо – цементит». Влияние углерода на механические свойства углеродистых сталей. Примеси в сталях. Влияние серы и фосфора на механические свойства сталей. Явление красноломкости. Углеродистые стали общего назначения. Степени раскисления сталей. Качественные конструкционные углеродистые стали. Инструментальные углеродистые стали. Легированные стали. Цели легирования. Примеры легирования. Маркировка легированных сталей. Стали, маркирующиеся не в соответствии с общими правилами маркировки (исключения из маркировки). Классификации легированных сталей по степени легированности, по числу компонентов, по назначению, по микроструктуре после нормализации. Влияние легирующих элементов на устойчивость переохлажденного аустенита. Сплавы на основе меди. Латунни. Бронзы. Алюминий. Литейные сплавы на основе алюминия. Деформируемые термически упрочняемые и неупрочняемые сплавы на основе алюминия. Термическая обработка деформируемых упрочняемых сплавов. Антифрикционные сплавы. Баббиты. Материалы для промышленной тепловой изоляции. Требования, предъявляемые к теплоизоляционным материалам и основные показатели их эффективности. Виды теплоизоляционных материалов,

применяемых в теплоэнергетике и теплотехнике. Примеры конструкций тепловой изоляции объектов теплоэнергетики и теплотехники..

4. Основные методы обработки материалов

4.1. Основные методы обработки материалов

Основные методы обработки материалов. Обработка металлов давлением. Обработка резанием. Сварка. Термическая обработка. Температуры структурно-фазовых превращений в сталях (критические точки). Отжиг I рода. Отжиг II рода. Нормализация и одинарная термическая обработка. Закалка. Выбор температуры нагрева стали под закалку. Отпуск стали. Виды отпуска. Превращения в структуре стали при отпуске..

3.3. Темы практических занятий

1. Определение критической температуры хрупкости стали;
2. Определение характеристик прочности и пластичности металла испытанием образцов на растяжение;
3. Влияние высоких температур на механические свойства сталей;
4. Методы определения твердости металлов и сплавов;
5. Определение ударной вязкости металлов испытаниями на ударный изгиб;
6. Методы испытаний теплоизоляционных материалов.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Микроструктура и свойства углеродистых незакаленных сталей;
2. Изучение процесса кристаллизации, влияния модификаторов и скорости охлаждения на величину зерна;
3. Влияние термической обработки на свойства углеродистых сталей;
4. Микроструктура легированных сталей и сплавов;
5. Микроструктура цветных металлов и сплавов;
6. Построение диаграммы состояния Pb-Sn по кривым охлаждения.

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материала по разделу
2. Обсуждение материала по разделу
3. Обсуждение материала по разделу
4. Обсуждение материала по разделу

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
Знать:						
химический состав, строение, свойства, маркировку и области применения конструкционных и теплоизоляционных материалов, применяемых в теплоэнергетике и теплотехнике	ИД-1 _{ОПК-5}	+		+		Тестирование/"Атомно-кристаллическое строение металлов" Тестирование/Конструкционные и теплоизоляционные материалы в теплоэнергетике и теплотехнике
влияние основных видов обработки на свойства и строение конструкционных и теплоизоляционных материалов и закономерности структурно-фазовых превращений в них, протекающие под воздействием эксплуатационных факторов	ИД-1 _{ОПК-5}				+	Тестирование/Основные методы обработки материалов. Тестирование
Уметь:						
принимать участие в исследовании структуры и механических свойств конструкционных и теплоизоляционных материалов с использованием нормативных методик	ИД-1 _{ОПК-5}		+			Лабораторная работа/Основные характеристики механических свойств.
выбирать конструкционные и теплоизоляционные материалы для изготовления элементов конструкций теплоэнергетики и теплотехники в зависимости от условий их эксплуатации	ИД-1 _{ОПК-5}			+		Лабораторная работа/Защита лабораторных работ "Микроструктура и свойства углеродистых незакаленных сталей", "Изучение процесса кристаллизации, влияния модификаторов и скорости охлаждения на величину зерна" Лабораторная работа/Защита лабораторных работ "Микроструктура цветных металлов и сплавов"; "Влияние термической обработки на свойства углеродистых сталей"

						Лабораторная работа/Защита лабораторных работ "Построение диаграммы состояния Pb-Sn по кривым охлаждения" и "Микроструктура легированных сталей и сплавов"
--	--	--	--	--	--	---

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

2 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. "Атомно-кристаллическое строение металлов" (Тестирование)
2. Конструкционные и теплоизоляционные материалы в теплоэнергетике и теплотехнике (Тестирование)
3. Основные методы обработки материалов. Тестирование (Тестирование)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ "Микроструктура и свойства углеродистых незакаленных сталей", "Изучение процесса кристаллизации, влияния модификаторов и скорости охлаждения на величину зерна" (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторных работ "Микроструктура цветных металлов и сплавов"; "Влияние термической обработки на свойства углеродистых сталей" (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторных работ "Построение диаграммы состояния Pb-Sn по кривым охлаждения" и "Микроструктура легированных сталей и сплавов" (Лабораторная работа)
4. Основные характеристики механических свойств. (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №2)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих. В приложение к диплому выносятся оценка за 2 семестр.

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Гуляев, А. П. Металловедение : учебник для вузов / А. П. Гуляев, А. А. Гуляев. – 7-е изд., перераб. и доп. – М. : Альянс, 2011. – 644 с. – ISBN 978-5-903034-98-7.;
2. Определение механических свойств конструкционных материалов. Лабораторный практикум : учебное пособие по курсу "Материаловедение и технология конструкционных материалов" по всем направлениям ИТТФ, ИПЭЭФ / В. М. Матюнин, В. Г. Борисов, М. А. Каримбеков, П. В. Волков, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ). – М. : Издательский дом МЭИ, 2009. – 28 с. – ISBN 978-5-383-00290-2.
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=766>;
3. Лабораторный практикум по материаловедению : Для младших курсов / Р. М. Голубчик, А. В. Зайцева, В. М. Качалов, и др., Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ). – М. : Изд-во МЭИ, 1998. – 61 с.
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=3356>;

4. Матюнин, В. М. *Металловедение, ресурс и диагностика металла в теплоэнергетике* : учебное пособие для вузов / В. М. Матюнин. – М. : Издательский дом МЭИ, 2017. – 342 с. – ISBN 978-5-383-01066-2.;
5. Матюнин В.М.- "Металловедение в теплоэнергетике", Издательство: "МЭИ", Москва, 2019 <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012727.html>;
6. *Металловедение : учебное пособие по курсам "Конструкционное материаловедение", "Материаловедение. Технология конструкционных материалов", "Материаловедение", "Материаловедение и технология материалов и конструкций"* / А. Ю. Марченков, Р. В. Родякина, М. В. Горячкина, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ"). – Москва : Изд-во МЭИ, 2021. – 192 с. – Авторы указаны на обороте тит. л. – ISBN 978-5-7046-2472-1. <http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=11788>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
2. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
3. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
5. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
6. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Б-300, Учебная аудитория	парта, парта со скамьей, рабочее место сотрудника, стол, стул, трибуна, доска меловая, колонки звуковые, микрофон, мультимедийный проектор, экран, учебно-наглядное пособие
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Г-419, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Б-106а, Металлографическая лаборатория	парта, стол преподавателя, стул, шкаф для документов, стол письменный, тумба, доска меловая, кондиционер, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Г-419, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в

		Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Б-102, Кабинет сотрудников	стол для работы с документами, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	А-06а/2, Склад кафедры ТМ	вешалка для одежды

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Материаловедение. Технология конструкционных материалов

(название дисциплины)

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 "Атомно-кристаллическое строение металлов" (Тестирование)
 КМ-2 Защита лабораторных работ "Микроструктура и свойства углеродистых незакаленных сталей", "Изучение процесса кристаллизации, влияния модификаторов и скорости охлаждения на величину зерна" (Лабораторная работа)
 КМ-3 Защита лабораторных работ "Построение диаграммы состояния Pb-Sn по кривым охлаждения" и "Микроструктура легированных сталей и сплавов" (Лабораторная работа)
 КМ-4 Конструкционные и теплоизоляционные материалы в теплоэнергетике и теплотехнике (Тестирование)
 КМ-5 Защита лабораторных работ "Микроструктура цветных металлов и сплавов"; "Влияние термической обработки на свойства углеродистых сталей" (Лабораторная работа)
 КМ-6 Основные методы обработки материалов. Тестирование (Тестирование)
 КМ-7 Основные характеристики механических свойств. (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
		Неделя КМ:	4	8	12	13	14	15	16
1	Атомно-кристаллическое строение металлов								
1.1	Атомно-кристаллическое строение металлов		+			+			
2	Основные характеристики механических свойств материалов								
2.1	Основные характеристики механических свойств материалов								+
3	Конструкционные и теплоизоляционные материалы, применяемые в теплоэнергетике и теплотехнике								
3.1	Конструкционные и теплоизоляционные материалы, применяемые в теплоэнергетике и теплотехнике		+	+	+	+	+		
4	Основные методы обработки материалов								
4.1	Основные методы обработки материалов							+	
Вес КМ, %:			3	26	26	3	26	3	13