

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: ЭТАЛОН: Теплоэнергетика и теплотехника

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 Проверочная работа Лабораторная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	2 семестр - 0,5 часа;

Москва 2019

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Марченков А.Ю.
	Идентификатор	R1428e5c3-MarchenkovAY-a17968f

(подпись)

А.Ю.

Марченков

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

(подпись)

А.Н. Рогалев

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

(подпись)

А.Н. Рогалев

(расшифровка
подписи)

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, маркировку и области применения конструкционных и теплоизоляционных материалов, применяемых в теплоэнергетике и теплотехнике; - основные характеристики механических свойств конструкционных и теплоизоляционных материалов, применяемых в теплоэнергетике и теплотехнике; - влияние эксплуатационных и технологических факторов на работоспособность конструкционных материалов; - теоретические основы получения конструкционных материалов с заданными свойствами. уметь: - принимать участие в исследовании структуры и механических свойств

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<p>конструкционных и теплоизоляционных материалов с использованием нормативных методик;</p> <ul style="list-style-type: none"> - выбирать конструкционные и теплоизоляционные материалы для изготовления элементов конструкций теплоэнергетики и теплотехники в зависимости от условий их эксплуатации; - принимать участие в исследовании структурно-механического состояния конструкционных и теплоизоляционных материалов с использованием нормативных методик; - прогнозировать влияние технологических, конструкционных и эксплуатационных факторов на структуру и свойства конструкционных и теплоизоляционных материалов; - проводить технологическую обработку конструкционных материалов для получения заданных структуры и свойств.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

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

Базируется на уровне среднего общего образования.

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	20	2	4	4	-	-	-	-	-	-	12	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Атомно-кристаллическое строение металлов"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 95-118 [2], 11-60, 67-82 [3], 15-43</p>
1.1	Атомно-кристаллическое строение металлов	6		2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
1.2	Кристаллизация металлов и сплавов	6		-	2	-	-	-	-	-	-	4	-	
1.3	Сплавы. Теория диаграмм состояния	8		2	2	-	-	-	-	-	-	4	-	
2	Основные характеристики механических свойств материалов	30		4	-	14	-	-	-	-	-	12	-	
2.1	Механические испытания материалов. Определение характеристик прочности и пластичности металлов и сплавов	14	2	-	6	-	-	-	-	-	6	-		
2.2	Механические испытания материалов. Методы определения твердости металлов. Характеристики	16	2	-	8	-	-	-	-	-	6	-		

	сопротивления металла динамическим нагрузкам												
3	Конструкционные и теплоизоляционные материалы, применяемые в теплоэнергетике и теплотехнике	34	6	8	2	-	-	-	-	-	18	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Конструкционные и теплоизоляционные материалы, применяемые в теплоэнергетике и теплотехнике"
3.1	Конструкционные и теплоизоляционные материалы, применяемые в теплоэнергетике и теплотехнике	34	6	8	2	-	-	-	-	-	18	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 170-189, 251-326 [2], 186-224, 367-509, 540-557, 566-620 [3], 135-140, 177-203
4	Основные методы обработки материалов	24	2	4	-	-	-	-	-	-	18	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные методы обработки материалов"
4.1	Металловедение. Основные методы обработки материалов	24	2	4	-	-	-	-	-	-	18	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 197-238, 443-613, 749-805 [2], 248-367 [3], 146-177
	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; КПП – 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..

1.2. 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..

1.3. Сплавы. Теория диаграмм состояния

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. Механические испытания материалов. Определение характеристик прочности и пластичности металлов и сплавов

Испытание материалов на растяжение. Характеристики прочности и пластичности, определяемые при испытаниях растяжением. Влияние высоких температур на механические свойства сталей. Явление синеломкости..

2.2. Механические испытания материалов. Методы определения твердости металлов. Характеристики сопротивления металла динамическим нагрузкам

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. Серые чугуны. Высокопрочные чугуны. Ковкие чугуны. 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. Металловедение. Основные методы обработки материалов

Основные методы обработки материалов. Обработка металлов давлением. Обработка резанием. Термическая обработка. Температуры структурно-фазовых превращений в сталях (критические точки). Отжиг I рода (гомогенизация, рекристаллизационный отжиг). Отжиг II рода (отжиг на мелкое зерно, неполный отжиг и др.). Нормализация и одинарная термическая обработка. Закалка. Выбор температуры нагрева стали под закалку. Способы закалки сталей. Отпуск стали. Виды отпуска. Превращения в структуре стали при отпуске.

3.3. Темы практических занятий

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

3.4. Темы лабораторных работ

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

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Атомно-кристаллическое строение металлов"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные характеристики механических свойств материалов"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Конструкционные и теплоизоляционные материалы, применяемые в теплоэнергетике и теплотехнике"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные методы обработки материалов"

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:						
теоретические основы получения конструкционных материалов с заданными свойствами	ИД-1опк-5	+				Тестирование/Атомно-кристаллическое строение металлов
влияние эксплуатационных и технологических факторов на работоспособность конструкционных материалов	ИД-1опк-5		+			Лабораторная работа/Механические испытания материалов. Методы определения твердости металлов. Характеристики сопротивления металла динамическим нагрузкам
основные характеристики механических свойств конструкционных и теплоизоляционных материалов, применяемых в теплоэнергетике и теплотехнике	ИД-1опк-5		+			Проверочная работа/Механические испытания материалов. Определение характеристик прочности и пластичности металлов и сплавов
химический состав, строение, маркировку и области применения конструкционных и теплоизоляционных материалов, применяемых в теплоэнергетике и теплотехнике	ИД-1опк-5			+		Тестирование/Конструкционные материалы в энергетике
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-1опк-5				+	Лабораторная работа/Металловедение
Уметь:						
проводить технологическую обработку конструкционных материалов для получения заданных структуры и свойств	ИД-1опк-5				+	Лабораторная работа/Металловедение
прогнозировать влияние технологических, конструкционных и эксплуатационных факторов на	ИД-1опк-5		+			Проверочная работа/Механические испытания материалов. Определение характеристик прочности и

структуру и свойства конструкционных и теплоизоляционных материалов					пластичности металлов и сплавов
принимать участие в исследовании структурно-механического состояния конструкционных и теплоизоляционных материалов с использованием нормативных методик	ИД-1опк-5	+			Тестирование/Атомно-кристаллическое строение металлов
выбирать конструкционные и теплоизоляционные материалы для изготовления элементов конструкций теплоэнергетики и теплотехники в зависимости от условий их эксплуатации	ИД-1опк-5			+	Тестирование/Конструкционные материалы в энергетике
принимать участие в исследовании структуры и механических свойств конструкционных и теплоизоляционных материалов с использованием нормативных методик	ИД-1опк-5		+		Лабораторная работа/Механические испытания материалов. Методы определения твердости металлов. Характеристики сопротивления металла динамическим нагрузкам

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: Защита задания

1. Металловедение (Лабораторная работа)
2. Механические испытания материалов. Методы определения твердости металлов. Характеристики сопротивления металла динамическим нагрузкам (Лабораторная работа)
3. Механические испытания материалов. Определение характеристик прочности и пластичности металлов и сплавов (Проверочная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Атомно-кристаллическое строение металлов (Тестирование)
2. Конструкционные материалы в энергетике (Тестирование)

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» Итоговая оценка определяется на основании соотношения текущей оценки и оценки по промежуточной аттестации. На усмотрение преподавателя оценка по промежуточной аттестации может быть выставлена по средней оценки текущего контроля: "хорошо" - средняя оценка от 3,8 до 4,6 "отлично" - средняя оценка от 4,7 до 5,0

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. Матюнин В.М.- "Индентирование в диагностике механических свойств материалов", Издательство: "МЭИ", Москва, 2015 - (288 с.)
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009697.html>;
3. Матюнин В.М.- "Металловедение в теплоэнергетике", Издательство: "МЭИ", Москва, 2019
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012727.html>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office;
3. Windows;
4. Майнд Видеоконференции.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
8. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
9. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
10. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
11. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
12. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
13. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;http://docs.cntd.ru/>
14. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
15. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
16. 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	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Б-04, Лаборатория размерной обработки материалов	оборудование специализированное
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Б-106а, Металлографическая лаборатория	парта, стол преподавателя, стул, шкаф для документов, стол письменный, тумба, доска меловая, оборудование учебное, кондиционер, инвентарь учебный, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	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	Х-202в, Помещение кафедры "Технологии металлов"	стол, стул, шкаф

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 Механические испытания материалов. Определение характеристик прочности и пластичности металлов и сплавов (Проверочная работа)
- КМ-3 Механические испытания материалов. Методы определения твердости металлов. Характеристики сопротивления металла динамическим нагрузкам (Лабораторная работа)
- КМ-4 Конструкционные материалы в энергетике (Тестирование)
- КМ-5 Металловедение (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	6	8	12	14	16
1	Атомно-кристаллическое строение металлов						
1.1	Атомно-кристаллическое строение металлов		+				
1.2	Кристаллизация металлов и сплавов		+				
1.3	Сплавы. Теория диаграмм состояния		+				
2	Основные характеристики механических свойств материалов						
2.1	Механические испытания материалов. Определение характеристик прочности и пластичности металлов и сплавов			+			
2.2	Механические испытания материалов. Методы определения твердости металлов. Характеристики сопротивления металла динамическим нагрузкам				+		
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	Металловедение. Основные методы обработки материалов						+
Вес КМ, %:			10	15	15	10	50