

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

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
КОНСТРУКЦИОННОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.17
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	3 семестр - 32 часа;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	3 семестр - 16 часов;
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	3 семестр - 59,7 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:	
Зачет с оценкой	3 семестр - 0,3 часа;

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Овечников С.А.
	Идентификатор	R8f25bf1e-OvechnikovSA-a943abe

(подпись)

С.А. Овечников

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Матюнина Ю.В.
	Идентификатор	R01b54b1d-MatiuninaYV-7d5d8f23

(подпись)

Ю.В.

Матюнина

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Цырук С.А.
	Идентификатор	Raf2c04da-TsyrukSA-47ef358f

(подпись)

С.А. Цырук

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение закономерностей внутреннего строения металлических материалов, а также его влияния на механические, технологические и эксплуатационные свойства для дальнейшего применения этих знаний в профессиональной деятельности

Задачи дисциплины

- изучение общих закономерностей формирования структуры и свойств металлических материалов в процессе их получения, обработки и эксплуатации;
- приобретение навыков по проведению анализа фазовых превращений, происходящих в конструкционных материалах, и их влияния на механические, технологические и эксплуатационные свойства;
- приобретение навыков обоснованного выбора металлического материала для изготовления элементов машин и конструкций при проектировании технологии их изготовления.

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 использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ИД-1 _{ОПК-5} Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности	знать: - основные типы кристаллических решеток, дефекты кристаллического строения, группы свойств и их влияние на свойства конструкционных материалов; - классификацию, маркировку и область применения основных металлических конструкционных материалов; - виды и режимы термической обработки металлических материалов, применяемых в энергетическом машиностроении. уметь: - обоснованно выбирать режимы термообработки сталей с использованием диаграммы «железо-цементит» и диаграммы изотермического распада переохлажденного аустенита; - объяснить влияние основных параметров кристаллизации и модификаторов на механические свойства; - по марке сплава определять его тип и расшифровывать сведения, обозначаемые в марке; - прогнозировать эволюцию структуры сплава при нагреве или охлаждении по диаграмме состояния.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 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 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ 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	Строение и основные свойства металлов	22	3	8	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Изучение процесса кристаллизации, влияния модификаторов и скорости охлаждения на величину зерна»</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Подготовка к тесту №1 «Атомно-кристаллическое строение конструкционных материалов»</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 52-60,67-78,110-112 [3], 16-41 [4], 13-20</p>	
1.1	Строение и основные свойства металлов	22		8	4	-	-	-	-	-	-	10	-		
2	Строение и свойства сплавов. Основы теории сплавов	16		4	2	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Построение диаграммы состояния Pb-Sn по кривым охлаждения»</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 138-158 [3], 45-60 [4], 27-32</p>
2.1	Строение и свойства сплавов. Основы теории сплавов	16		4	2	-	-	-	-	-	-	-	10	-	
3	Сплавы железа и углерода.	20		6	2	-	-	-	-	-	-	-	12	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы</p>
3.1	Сплавы железа и	20	6	2	-	-	-	-	-	-	-	12	-		

	углерода												"Микроструктура и свойства углеродистых незакаленных сталей" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 186-224 [4], 3-13
4	Теория и технология термической обработки металлов и сплавов	19	6	3	-	-	-	-	-	-	10	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы "Влияние термической обработки на свойства углеродистых сталей" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 156-176, 178-180, 183-189, 191-217 [4], 54-60
4.1	Теория и технологи термической обработки металлов и сплавов	19	6	3	-	-	-	-	-	-	10	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 156-176, 178-180, 183-189, 191-217 [4], 54-60
5	Легированные стали	19	6	3	-	-	-	-	-	-	10	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы "Микроструктура легированных сталей и сплавов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 367-380, 384-387, 476-479, 486-503, 535-539 [4], 32-40
5.1	Легированные стали	19	6	3	-	-	-	-	-	-	10	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 367-380, 384-387, 476-479, 486-503, 535-539 [4], 32-40
6	Цветные металлы и сплавы на их основе	11.7	2	2	-	-	-	-	-	-	7.7	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы "Микроструктура цветных металлов и сплавов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 384-396, 406-417 [3], 193-205, 209-212 [4], 44-54
6.1	Цветные металлы и сплавы на их основе	11.7	2	2	-	-	-	-	-	-	7.7	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 384-396, 406-417 [3], 193-205, 209-212 [4], 44-54
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	108.0	32	16	-	-	-	-	-	0.3	59.7	-	
	Итого за семестр	108.0	32	16	-	-	-	-	-	0.3	59.7	-	

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. Строение и основные свойства металлов

1.1. Строение и основные свойства металлов

Атомно-кристаллическое строение металлов. Аморфное и кристаллическое состояние вещества. Основные типы кристаллических решёток металлов. Анизотропия и квазиизотропия свойств кристаллов. Дефекты кристаллического строения, классификация и их влияние на свойства кристалла. Основные механизмы диффузии в металлах. Основы теории кристаллизации. Энергетические предпосылки и механизм процесса кристаллизации. Влияние степени переохлаждения и модификаторов на строение и свойства литого металла. Основные механические свойства материалов. Упругая и пластическая деформация, разрушение металлов. Влияние пластической деформации и последующего нагрева на структуру и свойства металла..

2. Строение и свойства сплавов. Основы теории сплавов

2.1. Строение и свойства сплавов. Основы теории сплавов

Основы теории сплавов: основные фазы и структурные составляющие сплавов. Правило фаз. Основные типы диаграмм равновесия (состояния) двухкомпонентных систем. Правило отрезков. Возможность определения фазового и структурного состава сплава по диаграмме состояния. Связь между свойствами сплавов и типом диаграммы состояния..

3. Сплавы железа и углерода.

3.1. Сплавы железа и углерода

Диаграмма состояния «железо-цементит». Основные фазы и структурные составляющие сталей и чугунов. Углеродистые стали. Влияние углерода и на структуру и свойства сталей. Классификация примесей в сталях и их влияние на свойства стали. Классификация и маркировка углеродистых сталей. Чугуны. Процесс графитизации в чугунах. Виды чугунов и условия их получения. Влияние примесей и скорости охлаждения на структуру и свойства чугунов. Области применения углеродистых сталей и чугунов..

4. Теория и технология термической обработки металлов и сплавов

4.1. Теория и технологи термической обработки металлов и сплавов

Основные цели и параметры термической обработки. Классификация видов термической обработки. Определение возможности проведения термической обработки по диаграмме состояния. Теория термической обработки сталей. Структурные превращения в сталях при нагреве и охлаждении. Диаграмма изотермического распада переохлажденного аустенита. Влияние скорости охлаждения на структуру и свойства сталей. Превращения при отпуске. Технология термической обработки стали. Термическая обработка группы отжиг. Отжиг I рода (гомогенизация, рекристаллизационный отжиг, отжиг для снятия остаточных напряжений). Отжиг II рода (полный, неполный), нормализация. Закалка сталей. Выбор температуры закалки. Выбор скорости охлаждения и охлаждающие среды при закалке. Прокаливаемость стали, факторы, влияющие на прокаливаемость. Способы закалки. Отпуск закаленных сталей. Виды отпуска, структура и свойства стали после отпуска..

5. Легированные стали

5.1. Легированные стали

Влияние легирующих элементов на строение и свойства твердого раствора и карбидной фазы. Влияние легирующих элементов на превращения в сталях: полиморфные, распад переохлажденного аустенита и бездиффузионное превращение. Классификация легированных сталей по структурным классам и назначению. Маркировка легированных сталей. Конструкционные легированные стали: строительные и машиностроительные, принципы легирования, области применения. Инструментальные стали, принципы легирования и область применения. Коррозионностойкие, теплоустойчивые, жаропрочные и жаростойкие стали, принципы легирования, области применения..

6. Цветные металлы и сплавы на их основе

6.1. Цветные металлы и сплавы на их основе

Алюминий, его основные свойства. Классификация сплавов на основе алюминия. Литейные и деформируемые сплавы на основе алюминия, принципы легирования, термическая обработка, области применения. Меди и ее основные свойства. Сплавы на основе меди: латуни и бронзы и область применения..

3.3. Темы практических занятий не предусмотрено

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 легированных сталей и сплавов;
5. Влияние термической обработки на свойства углеродистых сталей;
6. Микроструктура цветных металлов и сплавов.

3.5 Консультации

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации по разделу проводятся в течение всего семестра
2. Консультации по разделу проводятся в течение всего семестра
3. Консультации по разделу проводятся в течение всего семестра
4. Консультации по разделу проводятся в течение всего семестра
5. Консультации по разделу проводятся в течение всего семестра
6. Консультации по разделу проводятся в течение всего семестра

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	5	6	
Знать:								
виды и режимы термической обработки металлических материалов, применяемых в энергетическом машиностроении	ИД-1 _{ОПК-5}				+			Лабораторная работа/Защита лабораторной работы "Влияние термической обработки на свойства углеродистых сталей"
классификацию, маркировку и область применения основных металлических конструкционных материалов	ИД-1 _{ОПК-5}			+		+	+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы "Микроструктура и свойства углеродистых незакаленных сталей" Лабораторная работа/Защита лабораторной работы "Микроструктура легированных сталей и сплавов" Лабораторная работа/Защита лабораторной работы "Микроструктура цветных металлов и сплавов"
основные типы кристаллических решеток, дефекты кристаллического строения, группы свойств и их влияние на свойства конструкционных материалов	ИД-1 _{ОПК-5}	+						Тестирование/Тест 1 «Атомно-кристаллическое строение металлов»
Уметь:								
прогнозировать эволюцию структуры сплава при нагреве или охлаждении по диаграмме состояния	ИД-1 _{ОПК-5}		+					Лабораторная работа/Защита лабораторной работы "Построение диаграммы состояния Pb-Sn по кривым охлаждения"
по марке сплава определять его тип и расшифровывать сведения, обозначаемые в марке	ИД-1 _{ОПК-5}			+		+	+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы "Микроструктура и свойства углеродистых незакаленных сталей" Лабораторная работа/Защита лабораторной работы "Микроструктура легированных сталей"

							и сплавов" Лабораторная работа/Защита лабораторной работы "Микроструктура цветных металлов и сплавов"
объяснить влияние основных параметров кристаллизации и модификаторов на механические свойства	ИД-1 _{ОПК-5}	+					Лабораторная работа/Защита лабораторной работы "Изучение процесса кристаллизации, влияния модификаторов и скорости охлаждения на величину зерна"
обоснованно выбирать режимы термообработки сталей с использованием диаграммы «железо-цементит» и диаграммы изотермического распада переохлажденного аустенита	ИД-1 _{ОПК-5}				+		Лабораторная работа/Защита лабораторной работы "Влияние термической обработки на свойства углеродистых сталей"

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Тест 1 «Атомно-кристаллическое строение металлов» (Тестирование)

Форма реализации: Устная форма

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

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №3)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» и выставляется по совокупности оценок, полученных студентом в семестре за контрольные мероприятия

В диплом выставляется оценка за 3 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. Лахтин, Ю. М. *Материаловедение : учебник для вузов / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева . – 4-е изд., перераб . – М. : Альянс, 2009 . – 528 с. - ISBN 978-5-903034-54-3 .;*
3. Матюнин В.М.- "Металловедение, ресурс и диагностика металла в теплоэнергетике", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017 - (342 с.)
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010662.html>;
4. *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/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=3356.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
11. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
12. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.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 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	Б-103, Учебная аудитория каф. "ТМ"	парта, стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, тумба, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, 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-103, Учебная аудитория каф. "ТМ"	парта, стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, тумба, доска меловая,

		мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Х-202в, Помещение кафедры "Технологии металлов"	стол, стул, шкаф

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Конструкционное материаловедение

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тест 1 «Атомно-кристаллическое строение металлов» (Тестирование)
- КМ-2 Защита лабораторной работы "Изучение процесса кристаллизации, влияния модификаторов и скорости охлаждения на величину зерна" (Лабораторная работа)
- КМ-3 Защита лабораторной работы "Построение диаграммы состояния Pb-Sn по кривым охлаждения" (Лабораторная работа)
- КМ-4 Защита лабораторной работы "Микроструктура и свойства углеродистых незакаленных сталей" (Лабораторная работа)
- КМ-5 Защита лабораторной работы "Микроструктура легированных сталей и сплавов" (Лабораторная работа)
- КМ-6 Защита лабораторной работы "Влияние термической обработки на свойства углеродистых сталей" (Лабораторная работа)
- КМ-7 Защита лабораторной работы "Микроструктура цветных металлов и сплавов" (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
		Неделя КМ:	4	8	10	10	12	14	16
1	Строение и основные свойства металлов								
1.1	Строение и основные свойства металлов		+	+					
2	Строение и свойства сплавов. Основы теории сплавов								
2.1	Строение и свойства сплавов. Основы теории сплавов				+				
3	Сплавы железа и углерода.								
3.1	Сплавы железа и углерода					+	+		+
4	Теория и технология термической обработки металлов и сплавов								
4.1	Теория и технологи термической обработки металлов и сплавов							+	
5	Легированные стали								
5.1	Легированные стали					+	+		+
6	Цветные металлы и сплавы на их основе								

6.1	Цветные металлы и сплавы на их основе				+	+		+
	Вес КМ, %:	10	15	15	15	15	15	15