

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

Направление подготовки/специальность: 27.03.02 Управление качеством

Наименование образовательной программы: Управление качеством в производственно-технологических системах

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ОСНОВЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Вариативная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.19
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	3 семестр - 16 часов;
Практические занятия	3 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	3 семестр - 75,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Лабораторная работа Тестирование	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	3 семестр - 0,3 часа;

Москва 2020

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Петров П.Ю.
	Идентификатор	R653adc76-PetrovPY-f1c0c784

(подпись)

П.Ю. Петров

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мызникова М.Н.
	Идентификатор	R5ac9642a-MuznikovaMN-91ca4db6

(подпись)

М.Н.

Мызникова

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кетоева Н.Л.
	Идентификатор	R56dba1ba-KetoyevaNL-5403d8c5

(подпись)

Н.Л. Кетоева

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение закономерностей внутреннего строения металлических материалов и его влияния на механические, технологические и эксплуатационные свойства, а также по основным технологическим методам производства изделий машиностроения, о физических основах, видах и параметрах режимов обработки изделий

Задачи дисциплины

- изучение общих закономерностей формирования структуры и свойств металлических материалов;
- изучение основных групп металлических материалов, применяемых в машиностроении;
- изучение закономерностей влияния на свойства материалов различных видов термической обработки;
- рассмотрение общей структуры обеспечения осуществления технологических процессов современного машиностроительного производства и этапов жизненного цикла выпускаемых изделий;
- изучение основных способов получения изделий машиностроения литьем, обработкой металлов давлением и обработкой резанием, сварки;
- рассмотрение технологических схем осуществления литья, обработки металлов давлением и резанием, сварки;
- приобретение умения обоснованного выбора металлического материала для изготовления элементов машин;
- приобретение умения определения режимов основных видов сварки плавления и определения характеристик источников питания для сварки.

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
ПК-3 способностью применять знание задач своей профессиональной деятельности, их характеристики (модели), характеристики методов, средств, технологий, алгоритмов решения этих задач		знать: - физические процессы, обеспечивающие осуществления технологических операций сварки, основные понятия по сварке, основные методы контроля качества сварных соединений; - физические процессы, обеспечивающие осуществление технологических операций обработки металлов резанием, виды обработки металлов резанием; - физические процессы, обеспечивающие осуществление технологических операций обработки металлов давлением, виды обработки металлов давлением; - виды литья, особенности технологических операций литья, дефекты литейных изделий; - основные термины и определения по организации технологических процессов в машиностроении.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		уметь: - подбирать технологические параметры режима сварки и устанавливать их на сварочном оборудовании, оценивать влияние параметров режимов сварки на геометрические размеры сварного шва.
ПК-8 способностью осуществлять мониторинг и владеть методами оценки прогресса в области улучшения качества		знать: - принципы и систему маркировки сталей; - принципы и систему маркировки сплавов на основе меди и алюминия; - виды и режимы термической обработки сталей. уметь: - назначать режимы термической обработки материала для изготовления деталей и изделий машиностроения в зависимости от технологических и эксплуатационных требований к ним; - по марке материала определять его тип и расшифровывать сведения, обозначаемые в марке.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока дисциплин основной профессиональной образовательной программе Управление качеством в производственно-технологических системах (далее – ОПОП), направления подготовки 27.03.02 Управление качеством, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основные законы теории электричества
- знать основные законы молекулярной физики и термодинамики
- знать основные законы химии
- знать классификацию и свойства химических элементов и их соединений
- уметь осуществлять измерение физических величин и их обрабатывать

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	Металлы, сплавы и их свойства	40	3	6	-	10	-	-	-	-	-	24	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Металлы, сплавы и их свойства"</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторным работам "Микроструктура и свойства углеродистых незакаленных сталей", "Микроструктура и свойства легированных сталей", "Влияние термической обработки на свойства углеродистых сталей", "Микроструктура цветных металлов и сплавов" необходимо предварительно теорию лабораторной работы по разделу "Металлы, сплавы и их свойства" материалу.</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Металлы, сплавы и их свойства"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 186-224, 367-380, 384-387, 476-479, 486-503, 535-539 [3], 156-176, 178-180, 183-189, 191-217, 384-396, 406-417</p>
1.1	Сплавы железа и углерода	15		2	-	4	-	-	-	-	-	9	-	
1.2	Термическая обработка металлов и сплавов	10		2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
1.3	Цветные металлы и сплавы на их основе	15		2	-	4	-	-	-	-	-	9	-	
2	Технологические основы машиностроения	50		10	-	6	-	-	-	-	-	-	34	
2.1	Теория	8	2	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Технологические основы машиностроения"</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для</p>

	технологических процессов в машиностроении												выполнения заданий по лабораторным работам "Ручная дуговая сварка", "Контактная сварка" необходимо предварительно теорию лабораторной работы по разделу "Технологические основы машиностроения" материалу.
2.2	Основы литейного производства	8	2	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Технологические основы машиностроения"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], 118-338 [4], 59-66, 68-76, 147-157, 179-192, 222-242, 273-280, 295-320, 345-359 [5], 6-17, 52-74, 169-243 [6], 4-12, 37-42</p>
2.3	Обработка металлов давлением	8	2	-	-	-	-	-	-	-	6	-	
2.4	Обработка металлов резанием	8	2	-	-	-	-	-	-	-	6	-	
2.5	Сварочное производство	18	2	-	6	-	-	-	-	-	10	-	
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	108.0	16	-	16	-	-	-	-	0.3	58	17.7	
	Итого за семестр	108.0	16	-	16	-	-	-	-	0.3	75.7		

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. Металлы, сплавы и их свойства

1.1. Сплавы железа и углерода

Диаграмма состояния «железо-цементит». Основные фазы и структурные составляющие сталей и чугунов. Влияние углерода на структуру и свойства сталей. Классификация и маркировка углеродистых сталей. Классификация легированных сталей по структурным классам и назначению. Маркировка легированных сталей. Конструкционные легированные стали: строительные и машиностроительные, принципы легирования, области применения. Коррозионностойкие, теплоустойчивые, жаропрочные и жаростойкие стали.

1.2. Термическая обработка металлов и сплавов

Основные цели и параметры термической обработки. Классификация видов термической обработки. Структурные превращения в сталях при нагреве и охлаждении. Диаграмма изотермического распада переохлажденного аустенита. Влияние скорости охлаждения на структуру и свойства сталей. Закалка сталей. Отпуск закаленных сталей. Виды отпуска, структура и свойства стали после отпуска.

1.3. Цветные металлы и сплавы на их основе

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

2. Технологические основы машиностроения

2.1. Теория технологических процессов в машиностроении

Технологический процесс и его обеспечение. Технология: определение, виды. Изделие, жизненный цикл изделия. Типы производства. Машиностроение, машиностроительные предприятия.

2.2. Основы литейного производства

Общая характеристика литейного производства. Литье в разовые формы: литье в песчаные формы, литье в оболочковые формы, литье по выплавляемым моделям. Литейная форма и ее элементы. Литье в многократно используемые формы: литье в кокиль, центробежное литье, литье под давлением, штамповка твердого металла.

2.3. Обработка металлов давлением

Упругая и пластическая деформация металлов. Прокатка. Прессование. Волочение. Ковка. Объемная штамповка. Листовая штамповка.

2.4. Обработка металлов резанием

Основные характеристики процесса резания. Основные элементы и части режущего инструмента. Физические явления, сопровождающие процесс резания. Инструментальные материалы. Виды резания. Точение. Сверление. Фрезерование.

2.5. Сварочное производство

Основные определения сварочных терминов. Физические основы сварочного производства. Классификация способов сварки. Образование соединений при сварке

плавлением. Сварные соединения и швы. Свариваемость сталей, влияние углерода на свариваемость. Контроль качества сварных соединений.

3.3. Темы практических занятий

1. Микроструктура и свойства углеродистых незакаленных сталей;
2. Микроструктура и свойства легированных сталей;
3. Влияние термической обработки на свойства углеродистых сталей;
4. Микроструктура цветных металлов и сплавов;
5. Ручная дуговая сварка;
6. Контактная сварка.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

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	
Знать:				
основные термины и определения по организации технологических процессов в машиностроении	ПК-3(Компетенция)		+	Тестирование/Теория технологических процессов. Литейное производство
виды литья, особенности технологических операций литья, дефекты литейных изделий	ПК-3(Компетенция)		+	Тестирование/Теория технологических процессов. Литейное производство
физические процессы, обеспечивающие осуществление технологических операций обработки металлов давлением, виды обработки металлов давлением	ПК-3(Компетенция)		+	Тестирование/Обработка металлов давлением. Обработка материалов резанием
физические процессы, обеспечивающие осуществление технологических операций обработки металлов резанием, виды обработки металлов резанием	ПК-3(Компетенция)		+	Тестирование/Обработка металлов давлением. Обработка материалов резанием
физические процессы, обеспечивающие осуществления технологических операций сварки, основные понятия по сварке, основные методы контроля качества сварных соединений	ПК-3(Компетенция)		+	Лабораторная работа/Контактная сварка Лабораторная работа/Ручная дуговая сварка
виды и режимы термической обработки сталей	ПК-8(Компетенция)	+		Лабораторная работа/Влияние термической обработки на свойства углеродистых сталей
принципы и систему маркировки сплавов на основе меди и алюминия	ПК-8(Компетенция)	+		Лабораторная работа/Микроструктура и свойства легированных сталей Лабораторная работа/Микроструктура цветных металлов и сплавов
принципы и систему маркировки сталей	ПК-8(Компетенция)	+		Лабораторная работа/Микроструктура и свойства легированных сталей Лабораторная работа/Микроструктура

				и свойства углеродистых незакаленных сталей
Уметь:				
подбирать технологические параметры режима сварки и устанавливать их на сварочном оборудовании, оценивать влияние параметров режимов сварки на геометрические размеры сварного шва	ПК-3(Компетенция)		+	Лабораторная работа/Контактная сварка Лабораторная работа/Ручная дуговая сварка
по марке материала определять его тип и расшифровывать сведения, обозначаемые в марке	ПК-8(Компетенция)	+		Лабораторная работа/Микроструктура цветных металлов и сплавов
назначать режимы термической обработки материала для изготовления деталей и изделий машиностроения в зависимости от технологических и эксплуатационных требований к ним	ПК-8(Компетенция)	+		Лабораторная работа/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: Компьютерное задание

1. Обработка металлов давлением. Обработка материалов резанием (Тестирование)
2. Теория технологических процессов. Литейное производство (Тестирование)

Форма реализации: Устная форма

1. Влияние термической обработки на свойства углеродистых сталей (Лабораторная работа)
2. Контактная сварка (Лабораторная работа)
3. Микроструктура и свойства легированных сталей (Лабораторная работа)
4. Микроструктура и свойства углеродистых незакаленных сталей (Лабораторная работа)
5. Микроструктура цветных металлов и сплавов (Лабораторная работа)
6. Ручная дуговая сварка (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №3)

Итоговая оценка определяется на основании соотнесения текущей оценки и оценки по промежуточной аттестации. На усмотрение преподавателя оценка по промежуточной аттестации может быть выставлена по средней оценке 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. "Технология конструкционных материалов", Издательство: "Политехника", Санкт-Петербург, 2012 - (599 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=129582>;
2. 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 .;
3. Лахтин, Ю. М. Металловедение : учебник для вузов / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева . – 4-е изд., перераб. – М. : Альянс, 2009 . – 528 с. - ISBN 978-5-903034-54-3 .;
4. Технология конструкционных материалов : учебник для машиностроительных вузов / А. М. Дальский , и др. – 6-е изд., испр. и доп. – М. : Машиностроение, 2005 . – 592 с. - ISBN 5-217-03311-8 .;
5. Козловский, С. Н. Введение в сварочные технологии : учебное пособие / С. Н. Козловский . – СПб. : Лань-Пресс, 2019 . – 416 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-1159-7 .;
6. Слива, А. П. Технология конструкционных материалов : практикум по выполнению лабораторных работ по дисциплине "Технология конструкционных материалов" для студентов Института энергомашиностроения и механики и Института тепловой и атомной

энергетики по направлениям бакалавриата: 13.03.03 "Энергетическое машиностроение", 14.03.01 "Ядерная энергетика и теплофизика", 15.03.01 "Машиностроение" / А. П. Слива, П. Ю. Петров, И. Е. Жмурко, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2020 . – 72 с. - ISBN 978-5-7046-2353-3 .

http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11450.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office;
3. Windows.

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. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
5. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	К-509, Аудитория для проведения интерактивных занятий кафедры МЭП	кресло рабочее, парта со скамьей, стол преподавателя, стул, трибуна, вешалка для одежды, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, кондиционер, мел, маркер, стилус
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	К-511, Аудитория для проведения интерактивных занятий кафедры МЭП	парта со скамьей, стул, трибуна, вешалка для одежды, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, кондиционер, мел, маркер, стилус
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	К-511, Аудитория для проведения интерактивных занятий кафедры МЭП	парта со скамьей, стул, трибуна, вешалка для одежды, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, кондиционер, мел, маркер, стилус
Помещения для самостоятельной работы	К-526, Компьютерный класс ИВЦ	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер
	К-522, Компьютерный класс ИВЦ	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер, телевизор
Помещения для консультирования	К-516, Кабинет сотрудников кафедры МЭП	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр,

		ноутбук, компьютер персональный, принтер, холодильник, кондиционер
	К-513, Кабинет сотрудников кафедры МЭП	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, экран интерактивный, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, многофункциональный центр, ноутбук, компьютер персональный, принтер, холодильник, кондиционер
	К-515, Кабинет Дирекции	стеллаж для хранения книг, стул, стол письменный, колонки, дипломные и курсовые работы студентов
	К-518, Кабинет сотрудников кафедры МЭП	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки звуковые, доска маркерная, многофункциональный центр, ноутбук, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	К-521/2, Склад кафедры БИТ	шкаф, хозяйственный инвентарь, запасные комплектующие для оборудования

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы материаловедения

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Микроструктура и свойства углеродистых незакаленных сталей (Лабораторная работа)
- КМ-2 Микроструктура и свойства легированных сталей (Лабораторная работа)
- КМ-3 Влияние термической обработки на свойства углеродистых сталей (Лабораторная работа)
- КМ-4 Теория технологических процессов. Литейное производство (Тестирование)
- КМ-5 Микроструктура цветных металлов и сплавов (Лабораторная работа)
- КМ-6 Обработка металлов давлением. Обработка материалов резанием (Тестирование)
- КМ-7 Ручная дуговая сварка (Лабораторная работа)
- КМ-8 Контактная сварка (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	КМ-8
		Неделя КМ:	4	8	8	12	12	16	16	16
1	Металлы, сплавы и их свойства									
1.1	Сплавы железа и углерода		+	+			+			
1.2	Термическая обработка металлов и сплавов				+					
1.3	Цветные металлы и сплавы на их основе			+			+			
2	Технологические основы машиностроения									
2.1	Теория технологических процессов в машиностроении					+				
2.2	Основы литейного производства					+				
2.3	Обработка металлов давлением							+		
2.4	Обработка металлов резанием							+		
2.5	Сварочное производство								+	+
Вес КМ, %:			10	10	10	20	10	20	10	10