

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.04.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Исследование и проектирование автоматизированных гидравлических и пневматических систем, машин и агрегатов

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА**  
**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАШИН**

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б4.Ч.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	1 семестр - 32 часа;
Практические занятия	1 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	1 семестр - 79,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Коллоквиум	
Промежуточная аттестация:	
Зачет	1 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Петрухин Г.М.
	Идентификатор	Re1321e87-PetrukhinGM-9b6ad50

(подпись)

Г.М. Петрухин

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Орахелашвили Б.М.
	Идентификатор	Rd5ae6c88-OrakelashvBM-6133e8

(подпись)

Б.М.

Орахелашвили

(расшифровка подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Волков А.В.
	Идентификатор	R369593e9-VolkovAV-775a725f

(подпись)

А.В. Волков

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение технологий, повышающих эффективность достижения качественных характеристик деталей энергетических машин

### Задачи дисциплины

- изучение методов механической и физико-химической обработки, лежащих в основе наукоемких технологий обработки материалов энергетического машиностроения..

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-2 Способен использовать современные достижения науки и передовые технологии при проведении научно-исследовательских работ	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Применяет современные достижения науки и передовые технологии (методы математического анализа и моделирования, кластерного и функционально-стоимостного анализа, теории рисков) на основе прикладных пакетов решения поисковых и оптимизационных задач при проведении научно-исследовательских работ	знать: - Особенности обработки деталей на станках с ЧПУ; - Механизм эрозионного съема материала заготовки, механизм съема материала при ультразвуковой обработке заготовки, технологические показатели электроэрозионной и ультразвуковой обработки, а также технологические схемы электроэрозионной и ультразвуковой обработки;; - Электродные реакции на аноде и катоде в водных растворах электролитов, методы электрохимической обработки деталей энергетических машин, а также технологические схемы ЭХРО; - Показатели точности и шероховатости поверхности детали, а также основы базирования и основы теории размерных цепей;  уметь: - Обосновывать выбор схемы, рабочей среды, компоновку оборудования для электрохимической, электроэрозионной и ультразвуковой размерной обработки..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к факультативным дисциплинам основной профессиональной образовательной программе Исследование и проектирование автоматизированных гидравлических и пневматических систем, машин и агрегатов (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Знать основы физики, химии, математики на уровне бакалавриата технического ВУЗа.
- уметь Выполнять тематический поиск информации.

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	Основы технологии машиностроения	10	1	5	-	5	-	-	-	-	-	-	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Самостоятельное изучение теоретического материала: Изучение материалов и подготовка к коллоквиуму №1 Изучение материалов литературных источников: [3], с.10-38 [4], с.15-59</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], с.12-62</p>	
1.1	Показатели качества изготовления деталей энергетических машин.	10		5	-	5	-	-	-	-	-	-	-		
2	Специальные технологии обработки деталей в энергомашиностроении	48		24	-	24	-	-	-	-	-	-	-		<p><b><u>Подготовка доклада, выступления:</u></b> Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных слайдов. В качестве тем докладов студентам предлагаются отдельные вопросы содержания разделов.</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Специальные технологии обработки деталей в энергомашиностроении"</p> <p><b><u>Проведение исследований:</u></b> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующие материалы:</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для</p>
2.1	Электрохимическая обработка материалов	10		5	-	5	-	-	-	-	-	-	-		
2.2	Электроэрозионная обработка материалов	10		5	-	5	-	-	-	-	-	-	-		
2.3	Ультразвуковая обработка материалов	10		5	-	5	-	-	-	-	-	-	-		
2.4	Комбинированные методы обработки материалов	10		5	-	5	-	-	-	-	-	-	-		
2.5	Изготовление деталей из композиционных материалов	8		4	-	4	-	-	-	-	-	-	-		



3	Обработка деталей на станках с ЧПУ	85.7		3	-	3	-	-	-	-	-	79.7	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Обработка деталей на станках с ЧПУ"
3.1	Системы ЧПУ	85.7		3	-	3	-	-	-	-	-	79.7	-	<b><u>Проведение исследований:</u></b> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующие материалы: <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Обработка деталей на станках с ЧПУ" материалу. <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Обработка деталей на станках с ЧПУ" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Подготовка доклада, выступления:</u></b> Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных слайдов. В качестве тем докладов студентам предлагаются отдельные вопросы содержания раздела <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b>

													Изучение материалов по разделу Обработка деталей на станках с ЧПУ и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Обработка деталей на станках с ЧПУ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Обработка деталей на станках с ЧПУ" <b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: 1. Исторический обзор развития систем автоматизации обработки деталей 2. Особенности обработки деталей на станках с ЧПУ <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], с.8-132
	Зачет	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	144.0	32	-	32	-	-	-	-	0.3	79.7	-	
	Итого за семестр	144.0	32	-	32	-	-	-	-	0.3	79.7	-	

**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. Основы технологии машиностроения

1.1. Показатели качества изготовления деталей энергетических машин.

Показатели точности деталей энергетических машин. Показатели качества поверхности деталей машин. Основы базирования. Размерные цепи.

### 2. Специальные технологии обработки деталей в энергомашиностроении

2.1. Электрохимическая обработка материалов

Теоретические основы электрохимии. Технологии электрохимической обработки материалов.

2.2. Электроэрозионная обработка материалов

Теоретические основы электроэрозии металлов. Технологии электроэрозионной обработки металлов.

2.3. Ультразвуковая обработка материалов

Основы ультразвуковой обработки материалов.

2.4. Комбинированные методы обработки материалов

Технологии на основе комбинированных методов обработки материалов.

2.5. Изготовление деталей из композиционных материалов

Особенности технологии изготовления деталей из композиционных материалов.

### 3. Обработка деталей на станках с ЧПУ

3.1. Системы ЧПУ

Развитие систем автоматизированной обработки деталей. Особенности обработки деталей на станках с ЧПУ.

## **3.3. Темы практических занятий**

1. Выбор баз при построении маршрута обработки детали (4 часа);
2. Размерный анализ технологического процесса (4 часа);
3. Особенности построения операционной технологии электрохимической обработки (4 часа);
4. Особенности построения операционной технологии электроэрозионной и ультразвуковой обработки (4 часа);
5. Разработка управляющих программ обработки деталей энергетического оборудования для станков с ЧПУ токарной группы (2 часа);
6. Станки с ЧПУ токарной, фрезерной группы, инструменты и оснастка станков (2 часа);
7. Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ токарной группы (2 часа);
8. Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ фрезерной группы (2 часа);
9. Разработка управляющих программ обработки деталей энергетического оборудования для станков с ЧПУ фрезерной группы (2 часа);
10. Основ автоматизированной разработки управляющих программ для станков с ЧПУ токарной и фрезерной группы (2 часа).

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### *Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Консультации проводятся по разделу "Основы технологии машиностроения"
2. Консультации проводятся по разделу "Специальные технологии обработки деталей в энергомашиностроении"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Обработка деталей на станках с ЧПУ"

#### *Текущий контроль (ТК)*

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основы технологии машиностроения"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Специальные технологии обработки деталей в энергомашиностроении"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Обработка деталей на станках с ЧПУ"

### **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	
<b>Знать:</b>					
Показатели точности и шероховатости поверхности детали, а также основы базирования и основы теории размерных цепей;	ИД-1ПК-2			+	Коллоквиум/Коллоквиум №4 «Обработка деталей на станках с ЧПУ»
Электродные реакции на аноде и катоде в водных растворах электролитов, методы электрохимической обработки деталей энергетических машин, а также технологические схемы ЭХРО	ИД-1ПК-2		+		Коллоквиум/Коллоквиум №2 « Основы электрохимической обработки металлов»
Механизм эрозионного съёма материала заготовки, механизм съёма материала при ультразвуковой обработке заготовки, технологические показатели электроэрозионной и ультразвуковой обработки, а также технологические схемы электроэрозионной и ультразвуковой обработки;	ИД-1ПК-2	+			Коллоквиум/Коллоквиум №1 «Общие вопросы ОТМ»
Особенности обработки деталей на станках с ЧПУ	ИД-1ПК-2		+		Коллоквиум/Коллоквиум №2 « Основы электрохимической обработки металлов» Коллоквиум/Коллоквиум №3 «Основы электроэрозионной и ультразвуковой обработки материалов»
<b>Уметь:</b>					
Обосновывать выбор схемы, рабочей среды, компоновку оборудования для электрохимической, электроэрозионной и ультразвуковой размерной обработки.	ИД-1ПК-2		+		Коллоквиум/Коллоквиум №2 « Основы электрохимической обработки металлов»

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

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**1 семестр**

Форма реализации: Смешанная форма

1. Коллоквиум №2 « Основы электрохимической обработки металлов» (Коллоквиум)
2. Коллоквиум №3 «Основы электроэрозионной и ультразвуковой обработки материалов» (Коллоквиум)
3. Коллоквиум №4 «Обработка деталей на станках с ЧПУ» (Коллоквиум)
4. Коллоквиум №1 «Общие вопросы ОТМ» (Коллоквиум)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет (Семестр №1)*

Итоговая оценка за курс выставляется по совокупности оценок в системе БАРС и оценки за промежуточную аттестацию.

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

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

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Анкин, А. В. Программное управление в машиностроении : учебное пособие по курсу "Современные технологии производства энергетических машин" по направлению 13.04.03 "Энергетическое машиностроение" / А. В. Анкин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2019 . – 156 с. - ISBN 978-5-7046-2132-4 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10823](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10823);
2. Базров Б. М.- "Основы технологии машиностроения", (2-е изд.), Издательство: "Машиностроение", Москва, 2007 - (736 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=720](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=720).

### **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](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. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Журналы American Chemical Society - <https://www.acs.org/content/acs/en.html>
12. Журналы American Institute of Physics - <https://www.scitation.org/>
13. Журналы American Physical Society - <https://journals.aps.org/about>
14. База данных издательства Annual Reviews Science Collection - <https://www.annualreviews.org/>
15. База данных Association for Computing Machinery Digital Library - <https://dl.acm.org/about/content>
16. Журналы издательства Cambridge University Press - <https://www.cambridge.org/core>
17. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
18. База данных Computers & Applied Sciences Complete (CASC) - <http://search.ebscohost.com>
19. База данных INSPEC на платформе компании EBSCO Publishing - <http://search.ebscohost.com>
20. Журналы Institute of Physics (IOP), Великобритания - <https://iopscience.iop.org/>
21. Журналы научного общества Optical Society of America (OSA) - <https://www.osapublishing.org/about.cfm>
22. Патентная база Orbit Intelligence компании Questel - <https://www.orbit.com/>
23. Журналы издательства Oxford University Press - <https://academic.oup.com/journals/>
24. База данных диссертаций ProQuest Dissertations and Theses Global - <https://search.proquest.com/pqdtglobal/index>
25. Журналы Журналы Royal Society of Chemistry - <https://pubs.rsc.org/>
26. Журналы издательства SAGE Publication (Sage) - <https://journals.sagepub.com/>
27. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
28. Журналы научного общества Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Digital Library - <https://www.spiedigitallibrary.org/>
29. Коллекция журналов Taylor & Francis Group - <https://www.tandfonline.com/>
30. Журналы по химии Thieme Chemistry Package компании Georg Thieme Verlag KG - <https://www.thieme-connect.com/products/all/home.html>
31. Журналы издательства Wiley - <https://onlinelibrary.wiley.com/>
32. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
33. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Б-103, Учебная аудитория каф. "ТМ"	парта, стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, тумба, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий,	Б-406, Лаборатория механико-технологических	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, доска меловая, мультимедийный проектор, экран

КР и КП	испытаний	
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Б-406, Лаборатория механико-технологических испытаний	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
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	А-06, Кабинет сотрудников каф. "ТМ"	кресло рабочее, стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
	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
	Х-202в, Помещение кафедры "Технологии металлов"	стол, стул, шкаф

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Современные технологии производства энергетических машин

(название дисциплины)

#### 1 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Коллоквиум №1 «Общие вопросы ОТМ» (Коллоквиум)  
 КМ-2 Коллоквиум №2 « Основы электрохимической обработки металлов» (Коллоквиум)  
 КМ-3 Коллоквиум №3 «Основы электроэрозионной и ультразвуковой обработки материалов» (Коллоквиум)  
 КМ-4 Коллоквиум №4 «Обработка деталей на станках с ЧПУ» (Коллоквиум)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	10	30	30	30
1	Основы технологии машиностроения					
1.1	Показатели качества изготовления деталей энергетических машин.		+			
2	Специальные технологии обработки деталей в энергомашиностроении					
2.1	Электрохимическая обработка материалов			+	+	
2.2	Электроэрозионная обработка материалов			+	+	
2.3	Ультразвуковая обработка материалов			+	+	
2.4	Комбинированные методы обработки материалов			+	+	
2.5	Изготовление деталей из композиционных материалов			+	+	
3	Обработка деталей на станках с ЧПУ					
3.1	Системы ЧПУ					+
Вес КМ, %:			10	30	30	30