

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: Производство энергетического оборудования

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная


Рабочая программа дисциплины
КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ КПЭ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.07
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	не предусмотрено учебным планом
Практические занятия	2 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	2 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	2 семестр - 73,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	2 семестр - 0,5 часа;

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Погребисский М.Я.
	Идентификатор	Rccf62952-PogrebisskiyMY-d58a694

М.Я.
Погребисский


СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Волков П.В.
	Идентификатор	Rae5921e8-VolkovPV-971cc7f4

П.В. Волков

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гончаров А.Л.
	Идентификатор	R1e4b7e3c-GoncharovAL-b043abe

А.Л. Гончаров

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение средств и методов контроля и автоматизации технологических процессов обработки материалов концентрированными потоками энергии (КПЭ) для последующего их использования в профессиональной деятельности

Задачи дисциплины

- освоение средств и методов контроля и автоматизации процессов обработки материалов КПЭ;
- приобретение представлений о функциональных возможностях компьютерных и микропроцессорных средств автоматизации и способах их применения в технологических процессах обработки КПЭ;
- приобретение умения принимать и обосновывать технические решения при выборе и использовании средств и методов контроля и автоматизации обработки КПЭ;
- приобретение представлений о назначении, принципе действия и основных характеристиках исполнительных устройств систем автоматизации установок обработки КПЭ.

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 участвовать в разработке технологий производства, ремонта и контроля энергетического оборудования	ИД-2 _{ПК-2} Демонстрирует понимание конструкции и принципов работы объектов энергетического оборудования	знать: - основные характеристики дуговых, плазменных, электронно-лучевых и лазерных технологических установок как объектов управления, основные задачи и алгоритмы управления ими; - состав, функциональные возможности и основные технические характеристики исполнительных устройств систем автоматического управления; - функциональные возможности и области применения компьютерных и микропроцессорных средств контроля и автоматизации. уметь: - идентифицировать технологические процессы и установки как объекты управления, выбирать средства контроля и автоматизации.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Производство энергетического оборудования (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Основы современных технологий производства энергетических машин и оборудования.
- знать Основы математического моделирования сварочных и иных технологических процессов обработки материалов концентрированными потоками энергии.

- уметь Составлять простые математические модели технологических процессов обработки материалов концентрированными потоками энергии.

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	Основные понятия и определения в области контроля и автоматизации обработки КПЭ	4	2	-	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], п. 1.1	
1.1	Основные понятия и определения в области контроля и автоматизации обработки КПЭ	4		-	-	2	-	-	-	-	-	-	2		-
2	Исполнительные устройства систем автоматического управления	18		-	-	8	-	-	-	-	-	-	10	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 5-54 [3], п. 1.1-1.3, 2.2-2.4 [7], 12-18
2.1	Исполнительные устройства систем автоматического управления	18		-	-	8	-	-	-	-	-	-	10	-	
3	Контроль и автоматизация дуговых технологических установок	13		-	-	6	-	-	-	-	-	-	7	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], стр. 13-28
3.1	Контроль и автоматизация дуговых технологических установок	13		-	-	6	-	-	-	-	-	-	7	-	

4	Контроль и автоматизация электронно-лучевых и лазерных технологических установок	18	-	-	8	-	-	-	-	-	10	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], п. 19.1, 19.2, 19.4
4.1	Контроль и автоматизация электронно-лучевых и лазерных технологических установок	18	-	-	8	-	-	-	-	-	10	-	
5	Контроль и автоматизация плазменных технологических установок	9	-	-	4	-	-	-	-	-	5	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], п. 21.1-21.4
5.1	Контроль и автоматизация плазменных технологических установок	9	-	-	4	-	-	-	-	-	5	-	
6	Компьютерные и микропроцессорные средства автоматизации	10	-	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], п. 1.1, 2.1-2.4 [6], Гл. 1-2
6.1	Компьютерные и микропроцессорные средства автоматизации	10	-	-	4	-	-	-	-	-	6	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	108.0	-	-	32	-	2	-	-	0.5	40	33.5	
	Итого за семестр	108.0	-	-	32		2		-	0.5		73.5	

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. Основные понятия и определения в области контроля и автоматизации обработки КПЭ

1.1. Основные понятия и определения в области контроля и автоматизации обработки КПЭ

Контроль и автоматизация технологических процессов как средство интенсификации производства и повышения качества продукции. Задачи контроля и автоматизации. Структура систем контроля и управления: датчики, исполнительные элементы, вычислительные устройства. Понятие о визуализации и протоколировании технологических процессов. Возможности измерения электрических и технологических величин, косвенные измерения, управление по косвенным параметрам. Примеры..

2. Исполнительные устройства систем автоматического управления

2.1. Исполнительные устройства систем автоматического управления

Области применения и основные характеристики регуляторов переменного тока, преобразователей постоянного тока и преобразователей частоты, исполнительных электроприводов постоянного и переменного тока, шаговых приводов. Системы позиционирования рабочего органа..

3. Контроль и автоматизация дуговых технологических установок

3.1. Контроль и автоматизация дуговых технологических установок

Электрическая дуга как объект управления. Условия устойчивости дуги. Требования к характеристикам источников питания дуговых установок. Способы регулирования тепловыделения в дуге. Дуговые установки переменного тока как объекты управления. Источники питания дуговых установок..

4. Контроль и автоматизация электронно-лучевых и лазерных технологических установок

4.1. Контроль и автоматизация электронно-лучевых и лазерных технологических установок

Электронно-лучевые установки (ЭЛУ) как объекты управления. Источники анодного питания, защита от перенапряжений и технологических коротких замыканий. Управление мощностью электронного пучка, отклонением и разверткой в ЭЛУ различного назначения (плавильных, для сварки и размерной обработки). Комплексное управление ЭЛУ с применением компьютерных и микропроцессорных средств. Задачи и алгоритмы управления сварочными, плавильными и испарительными ЭЛУ. Примеры. Управление технологическим процессом непрерывного нанесения процесса на рулонный материал.. Особенности контроля и автоматизации лазерных технологических процессов. Адаптивные системы управления лазерными установками. Источники питания твердотельных и газовых лазеров..

5. Контроль и автоматизация плазменных технологических установок

5.1. Контроль и автоматизация плазменных технологических установок

Устойчивость плазменной дуги, требования к источникам питания плазменных технологических установок. Задачи и алгоритмы контроля и управления промышленными плазмотронами. Особенности управления вакуумными плазменными установками с полым катодом. Характеристики разряда с полым катодом..

6. Компьютерные и микропроцессорные средства автоматизации

6.1. Компьютерные и микропроцессорные средства автоматизации

Цифровые средства автоматизации. Структура микропроцессорных систем контроля и автоматизации. Информационные и управляющие системы, режимы работы ЭВМ в системах управления. Иерархическая структура систем управления. Централизованные и распределенные системы. Обзор микропроцессорных средств управления, их области применения, функциональные возможности и основные характеристики..

3.3. Темы практических занятий

1. Дуга постоянного тока как объект управления. Устойчивость дугового разряда (2 часа).;
2. Микропроцессорные средства управления (2 часа).;
3. Источники питания дуговых установок (2 часа).;
4. Структура систем контроля и автоматизации обработки КПЭ. Управление по косвенным параметрам (2 часа).;
5. Регуляторы переменного тока и преобразователи постоянного тока (2 часа).;
6. Исполнительные электроприводы постоянного тока (2 часа).;
7. Исполнительные электроприводы переменного тока и шаговый привод (2 часа).;
8. Управляемые системы электропитания электронно-лучевых установок (ЭЛУ) (2 часа).;
9. Дуговые установки переменного тока как объекты управления (2 часа).;
10. Цифровые средства автоматизации. Структура микропроцессорных информационных и управляющих систем. Микропроцессорные средства управления (2 часа).;
11. Управление мощностью пучка, фокусировкой, отклонением и разверткой в ЭЛУ (2 часа).;
12. Примеры контроля и автоматизации электронно-лучевой обработки материалов (2 часа).;
13. Контроль и автоматизация лазерной обработки материалов (2 часа).;
14. Устойчивость плазменной дуги. Управляемые источники питания плазменных установок (2 часа).;
15. Преобразователи частоты (2 часа).;
16. Контроль и автоматизация плазменных технологических установок, включая вакуумные плазменные печи с полым катодом (2 часа)..

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	3	4	5	6	
Знать:								
функциональные возможности и области применения компьютерных и микропроцессорных средств контроля и автоматизации	ИД-2ПК-2		+					Тестирование/Тестирование "Исполнительные устройства систем автоматического управления"
состав, функциональные возможности и основные технические характеристики исполнительных устройств систем автоматического управления	ИД-2ПК-2						+	Тестирование/Тестирование "Контроль и автоматизация плазменных технологических установок; Компьютерные и микропроцессорные средства автоматизации»
основные характеристики дуговых, плазменных, электронно-лучевых и лазерных технологических установок как объектов управления, основные задачи и алгоритмы управления ими	ИД-2ПК-2			+	+	+		Тестирование/Тестирование «Контроль и автоматизация дуговых технологических установок» Тестирование/Тестирование "Контроль и автоматизация плазменных технологических установок; Компьютерные и микропроцессорные средства автоматизации» Тестирование/Тестирование "Контроль и автоматизация электронно-лучевых и лазерных технологических установок"
Уметь:								
идентифицировать технологические процессы и установки как объекты управления, выбирать средства контроля и автоматизации	ИД-2ПК-2	+	+	+	+	+		Контрольная работа/Контрольная работа "Исполнительные устройства систем автоматического управления" Контрольная работа/Контрольная работа "Контроль и автоматизация дуговых технологических установок"

								<p>Контрольная работа/Контрольная работа "Контроль и автоматизация электронно-лучевых, лазерных и плазменных технологических установок"</p> <p>Тестирование/Тестирование «Основные понятия и определения»</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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: Письменная работа

1. Контрольная работа "Исполнительные устройства систем автоматического управления" (Контрольная работа)
2. Контрольная работа "Контроль и автоматизация дуговых технологических установок" (Контрольная работа)
3. Контрольная работа "Контроль и автоматизация электронно-лучевых, лазерных и плазменных технологических установок" (Контрольная работа)
4. Тестирование "Исполнительные устройства систем автоматического управления" (Тестирование)
5. Тестирование "Контроль и автоматизация плазменных технологических установок; Компьютерные и микропроцессорные средства автоматизации" (Тестирование)
6. Тестирование "Контроль и автоматизация электронно-лучевых и лазерных технологических установок" (Тестирование)
7. Тестирование «Контроль и автоматизация дуговых технологических установок» (Тестирование)
8. Тестирование «Основные понятия и определения» (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» 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. Автоматическое управление электротермическими установками : Учебник для вузов по специальности "Автоматизированные электротехнические установки и системы" / А. М. Кручинин, [и др.] ; ред. А. Д. Свенчанский . – М. : Энергоатомиздат, 1990 . – 416 с. - ISBN 5-283-00543-7 .;
2. Рубцов, В. П. Исполнительные элементы систем автоматического управления электротехнологическими установками : Учебное пособие по курсу "Автоматическое управление электротехнологическими установками" по специальности "Электротехнологические установки и системы" / В. П. Рубцов ; Ред. Е. В. Долбилин ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2001 . – 56 с. - ISBN 5-7046-0728-4 .;
3. Рубцов, В. П. Исполнительные приводы электротехнологических установок : Учебное пособие по курсу "Автоматическое управление электротехнологическими установками" по

- направлению "Электротехника, электромеханика, электротехнологии" / В. П. Рубцов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2002 . – 72 с. - ISBN 5-7046-0868-X .;
4. Электрические промышленные печи: Дуговые печи и установки специального нагрева : Учебник для вузов по специальности "Электротермические установки" / Ред. А. Д. Свенчанский . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергия, 1981 . – 296 с.;
5. Погребиский, М. Я. Микропроцессорные системы управления электротехнологическими установками : учебное пособие по курсу "Компьютерная и микропроцессорная техника в электротехнологии" по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / М. Я. Погребиский, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 92 с. - ISBN 978-5-383-00206-3 .;
6. Кулешов, А. О. Программируемые логические контроллеры для автоматизации электротехнологических установок : учебное пособие по курсу "Микропроцессорные средства автоматизации в электротехнологии" по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / А. О. Кулешов, М. А. Федин, М. Я. Погребиский, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2021 . – 72 с. - ISBN 978-5-7046-2502-5 .
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=11723>;
7. В. П. Рубцов, Л. А. Садовский, А. С. Филатов- "Электроприводы с полупроводниковым управлением. Системы с силовыми шаговыми двигателями для металлургической промышленности", Издательство: "Энергия", Москва, 1967 - (99 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=110733>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

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

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 Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elibr.mpei.ru/login.php>
9. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
10. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
11. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Б-418, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
	Б-411, Учебная	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая,

	аудитория	компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Б-412, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, 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-206, Учебная аудитория каф. "ЭППЭ"	кресло рабочее, стол преподавателя, стол учебный, стул, мультимедийный проектор, экран, доска магнитная, оборудование учебное, компьютер персональный
	ЭППЭ-21, Аудитория 21	стол, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
	ЭППЭ-22, Кабинет сотрудников	стол, стол для оргтехники, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, компьютер персональный, принтер
	ЭППЭ-25, Аудитория	стол преподавателя, стол, стол для оргтехники, стул, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	А-219/а, Кабинет сотрудников каф. "ЭППЭ"	кресло рабочее, стол для работы с документами, шкаф для одежды, шкаф для хранения инвентаря, тумба
	А-217, Кабинет сотрудников каф. "ЭППЭ"	кресло рабочее, стеллаж, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и автоматизация обработки КПЭ

(название дисциплины)

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тестирование «Основные понятия и определения» (Тестирование)
- КМ-2 Тестирование "Исполнительные устройства систем автоматического управления" (Тестирование)
- КМ-3 Контрольная работа "Исполнительные устройства систем автоматического управления" (Контрольная работа)
- КМ-4 Тестирование «Контроль и автоматизация дуговых технологических установок» (Тестирование)
- КМ-5 Контрольная работа "Контроль и автоматизация дуговых технологических установок" (Контрольная работа)
- КМ-6 Тестирование "Контроль и автоматизация электронно-лучевых и лазерных технологических установок" (Тестирование)
- КМ-7 Контрольная работа "Контроль и автоматизация электронно-лучевых, лазерных и плазменных технологических установок" (Контрольная работа)
- КМ-8 Тестирование "Контроль и автоматизация плазменных технологических установок; Компьютерные и микропроцессорные средства автоматизации» (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

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	5	8	8	8	12	16	16
1	Основные понятия и определения в области контроля и автоматизации обработки КПЭ									
1.1	Основные понятия и определения в области контроля и автоматизации обработки КПЭ		+		+		+		+	
2	Исполнительные устройства систем автоматического управления									
2.1	Исполнительные устройства систем автоматического управления		+	+	+		+		+	
3	Контроль и автоматизация дуговых технологических установок									
3.1	Контроль и автоматизация дуговых технологических установок		+		+	+	+	+	+	+

4	Контроль и автоматизация электронно-лучевых и лазерных технологических установок								
4.1	Контроль и автоматизация электронно-лучевых и лазерных технологических установок	+		+	+	+	+	+	+
5	Контроль и автоматизация плазменных технологических установок								
5.1	Контроль и автоматизация плазменных технологических установок	+		+	+	+	+	+	+
6	Компьютерные и микропроцессорные средства автоматизации								
6.1	Компьютерные и микропроцессорные средства автоматизации								+
Вес КМ, %:		10	10	10	10	10	10	20	20