

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электропривод и автоматика

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ИНФОРМАЦИОННЫЕ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В**  
**ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ**


<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.Ч.06
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	2 семестр - 3; 3 семестр - 4; всего - 7
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	252 часа
<b>Лекции</b>	2 семестр - 16 часов; 3 семестр - 16 часов; всего - 32 часа
<b>Практические занятия</b>	2 семестр - 16 часов; 3 семестр - 32 часа; всего - 48 часа
<b>Лабораторные работы</b>	2 семестр - 16 часов; 3 семестр - 16 часов; всего - 32 часа
<b>Консультации</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>Самостоятельная работа</b>	2 семестр - 59,7 часа; 3 семестр - 77,5 часа; всего - 137,2 часа
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b>	
<b>Коллоквиум</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	2 семестр - 0,3 часа;
<b>Экзамен</b>	3 семестр - 2,5 часа; всего - 2,8 часа

Москва 2020

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рассудов Л.Н.
	Идентификатор	R85d4c709-RassudovLN-1738ec4f

(подпись)

Л.Н. Рассудов

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Анучин А.С.
	Идентификатор	Rc858e9d6-AnuchinAS-5e15edb3

(подпись)

А.С. Анучин

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Анучин А.С.
	Идентификатор	Rc858e9d6-AnuchinAS-5e15edb3

(подпись)

А.С. Анучин

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** формирование у студентов необходимых знаний и умений по применению информационных и компьютерных технологий в электротехнических системах автоматизации различного назначения

### Задачи дисциплины

- формирование представления о сферах применения и технических средствах реализации информационных и компьютерных технологий в электроприводе;
- изучение аппаратных и программных средств организации специализированных интерфейсов в электротехнических системах и информационных сетях;
- приобретение навыков конфигурирования, подключения, мониторинга и диагностики устройств в промышленных информационных сетях.

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-1 Способен самостоятельно планировать и выполнять необходимые исследования и разработки в области профессиональной деятельности с использованием современных методов и средств экспериментальной и проектной деятельности и интерпретировать и представлять результаты выполненных исследований и разработок	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Знает современные средства в области электропривода и методы их разработки	знать: - сферы применения и принципы объектно-ориентированного программирования, модельно-ориентированного проектирования и косимуляции; - принципы построения систем управления сервоприводов и типовые функциональные возможности программных средств проектирования электроприводов.  уметь: - использовать современные компьютерные и информационные технологии для поиска научно-технической информации в электронных ресурсах.
ПК-1 Способен самостоятельно планировать и выполнять необходимые исследования и разработки в области профессиональной деятельности с использованием современных методов и средств экспериментальной и проектной деятельности и интерпретировать и представлять результаты выполненных	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Умеет критически анализировать свойства и возможности современных средств в области электропривода и возможности методов их разработки	знать: - особенности выбора операционной системы для решения задач электропривода; - требования к сервоприводам и особенности настройки для работы в составе промышленных сетей.  уметь: - оценивать целесообразность применения технологий цифрового производства для решения задач автоматизации; - определять целесообразность использования промышленных сетей различных типов для решений с

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
исследований и разработок		последовательной и параллельной кинематикой; - анализировать целесообразность применения средств автоматизированного проектирования, использующих методы конечных элементов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электропривод и автоматика (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

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 7 зачетных единиц, 252 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	Базовые понятия и сферы применения информационных и компьютерных технологий. Информационные ресурсы	6	2	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-			
1.1	Базовые понятия и сферы применения информационных и компьютерных технологий. Информационные ресурсы	6		2	4	-	-	-	-	-	-	-	-		-	
2	Построение систем управления сервоприводов, принципы, ограничения	58		6	4	8	-	-	-	-	-	-	40		-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение материалов литературных источников: [1] Стр 12-29, 48-63, 189-230 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 12-29, 48-63, 189-230
2.1	Построение систем управления сервоприводов, принципы, ограничения	58		6	4	8	-	-	-	-	-	-	40		-	
3	Электропривод и промышленные сети	27		4	4	4	-	-	-	-	-	-	15		-	
3.1	Электропривод и промышленные сети	27	4	4	4	-	-	-	-	-	-	15	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение материалов литературных источников: [2] <b><u>Изучение материалов литературных</u></b>		

													<u>источников:</u> [2], 1-50	
4	Сервопривод с последовательной и параллельной кинематикой	16.7		4	4	4	-	-	-	-	-	4.7	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение материалов литературных источников: [1] Стр 30-34, 180-186
4.1	Сервопривод с последовательной и параллельной кинематикой	16.7		4	4	4	-	-	-	-	-	4.7	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 30-34, 180-186
	Зачет с оценкой	0.3		-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>108.0</b>		<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	-	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>59.7</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>108.0</b>		<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	-	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>59.7</b>	
5	Объектно-ориентированное программирование, модельно-ориентированное проектирование, разработка приложений	18	3	2	4	12	-	-	-	-	-	-	-	
5.1	Объектно-ориентированное программирование, модельно-ориентированное проектирование, разработка приложений	18		2	4	12	-	-	-	-	-	-	-	
6	Использование САПР МКЭ для задач электропривода	12		4	4	4	-	-	-	-	-	-	-	
6.1	Использование САПР МКЭ для задач электропривода	12		4	4	4	-	-	-	-	-	-	-	
7	Цифровое производство	78		10	8	16	-	-	-	-	-	44	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение материалов литературных источников: [3]
7.1	Операционные	54		2	4	4	-	-	-	-	-	44	-	

	системы													<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i>
7.2	Цифровое производство	24		8	4	12	-	-	-	-	-	-	-	[3], 1-207
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	-	-	2.5	-	33.5		
	Всего за семестр	144.0		16	16	32	-	-	-	2.5	44	33.5		
	Итого за семестр	144.0		16	16	32	-	-	-	2.5		77.5		
	<b>ИТОГО</b>	<b>252.0</b>	-	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>48</b>	-	-	-	<b>2.8</b>		<b>137.2</b>		

**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. Базовые понятия и сферы применения информационных и компьютерных технологий. Информационные ресурсы

1.1. Базовые понятия и сферы применения информационных и компьютерных технологий. Информационные ресурсы

Обзор курса. Информация, обработка данных основные понятия. Электронные ресурсы, типы, применение..

#### 2. Построение систем управления сервоприводов, принципы, ограничения

2.1. Построение систем управления сервоприводов, принципы, ограничения

Шаговый и вентильный режим работы электрических приводов, типовые конструкции электрических машин для шагового и вентильного режимов. Сервопривод. Типовые структуры управления. Электромеханические ограничения электропривода, классификация. Причины и способы учета ограничений в системах управления..

#### 3. Электропривод и промышленные сети

3.1. Электропривод и промышленные сети

Общая организация, классификация, свойства и характеристики интерфейсов. Семь уровней базовой эталонной модели взаимосвязи открытых систем ISO. Физический уровень: различные среды распространения сигнала, схемотехника приемо-передатчиков, способы представления сигналов в последовательных интерфейсах. Уровень канала передачи данных: структура и состав унифицированного набора шин, синхронизация обмена, селекция и арбитраж доступа к информационному каналу, контроль и исправление ошибок, фильтрация сообщений, дистанционный запрос данных, передача данных. Локальные сети Modbus, CANOpen, Ethernet и др. Технические средства создания сети и возможные конфигурации. Краткая характеристика подключаемых устройств. Режимы работы и процедуры взаимодействия. Взаимосвязь с другими типами сетей..

#### 4. Сервопривод с последовательной и параллельной кинематикой

4.1. Сервопривод с последовательной и параллельной кинематикой

Сервопривод с последовательной и параллельной кинематикой. Сферы применения, классификация. Требования и способы получения обратной связи по координатам многоосевого электропривода. Использование промышленных сетей.

#### 5. Объектно-ориентированное программирование, модельно-ориентированное проектирование, разработка приложений

5.1. Объектно-ориентированное программирование, модельно-ориентированное проектирование, разработка приложений

Базовые возможности среды MatLab, Объектно-ориентированное программирование на примере MatLab, Разработка приложений на примере MatLab, модельно-ориентированное проектирование.

#### 6. Использование САПР МКЭ для задач электропривода

6.1. Использование САПР МКЭ для задач электропривода



Аналитическое, численное решение задач в ЭП, базовые возможности САПР МКЭ, интеграция САПР МКЭ и MatLab, автоматизация расчетов на примере MATLAB и Comsol Multiphysics..

### 7. Цифровое производство

#### 7.1. Операционные системы

Операционные системы, аппаратные ресурсы, операционные системы, основные предпосылки и принципы разработки веб-приложений..

#### 7.2. Цифровое производство

Технологии цифрового производства, интернет вещей, большие данные, цифровые двойники, облачные технологии..

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Сервопривод с последовательной и параллельной кинематикой (4 часа);
2. Промышленные сети и электропривод (4 часа);
3. Измерение механических координат (2 часа);
4. Учёт ограничений на координаты электропривода (2 часа);
5. Базовые принципы реализации СУ (2 часа);
6. Вентильный и шаговый режимы работы ЭП (2 часа);
7. Базовые возможности среды MatLab (2 часа);
8. Объектно-ориентированное программирование на примере MatLab (2 часа);
9. Разработка приложений на примере MatLab (8 часов);
10. Интеграция САПР МКЭ и MatLab (4 часа);
11. Операционные системы (4 часа);
12. Цифровое производство (12 часов).

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Технологии цифрового производства (4 часа);
2. Операционные системы (4 часа);
3. Базовые возможности САПР МКЭ (4 часа);
4. Создание приложения с графическим интерфейса в MatLab (4 часа);
5. Электропривод и промышленные сети. (4 часа);
6. Программное обеспечение для учета ограничений электропривода (4 часа);
7. Учёт ограничений на координаты электропривода (4 часа);
8. Информационные ресурсы (4 часа).

### **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	7		
<b>Знать:</b>										
принципы построения систем управления сервоприводов и типовые функциональные возможности программных средств проектирования электроприводов	ИД-1ПК-1		+							Коллоквиум/Защита лабораторной работы «Учёт ограничений на координаты электропривода»
сферы применения и принципы объектно-ориентированного программирования, модельно-ориентированного проектирования и косимуляции	ИД-1ПК-1					+				Коллоквиум/Защита лабораторной работы «Создание приложения с графическим интерфейса в MATLAB»
требования к сервоприводам и особенности настройки для работы в составе промышленных сетей	ИД-2ПК-1			+						Коллоквиум/Защита лабораторной работы «Настройка цифровых сервоусилителей»
особенности выбора операционной системы для решения задач электропривода	ИД-2ПК-1							+		Коллоквиум/Защита лабораторной работы «Операционные системы»
<b>Уметь:</b>										
использовать современные компьютерные и информационные технологии для поиска научно-технической информации в электронных ресурсах	ИД-1ПК-1	+								Коллоквиум/Защита лабораторной работы «Информационные ресурсы»
анализировать целесообразность применения средств автоматизированного проектирования, использующих методы конечных элементов	ИД-2ПК-1							+		Коллоквиум/Защита лабораторной работы «Базовые возможности САПР МКЭ»
определять целесообразность использования промышленных сетей различных типов для решений с последовательной и параллельной кинематикой	ИД-2ПК-1				+					Коллоквиум/Защита лабораторной работы «Многоосевой сервопривод и промышленные сети»
оценивать целесообразность применения технологий цифрового производства для решения задач автоматизации	ИД-2ПК-1							+		Коллоквиум/Защита лабораторной работы «Технологии цифрового производства»

## **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: Устная форма

1. Защита лабораторной работы «Информационные ресурсы» (Коллоквиум)
2. Защита лабораторной работы «Многоосевой сервопривод и промышленные сети» (Коллоквиум)
3. Защита лабораторной работы «Настройка цифровых сервоусилителей» (Коллоквиум)
4. Защита лабораторной работы «Учёт ограничений на координаты электропривода» (Коллоквиум)

#### **3 семестр**

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторной работы «Базовые возможности САПР МКЭ» (Коллоквиум)
2. Защита лабораторной работы «Операционные системы» (Коллоквиум)
3. Защита лабораторной работы «Создание приложения с графическим интерфейса в MATLAB» (Коллоквиум)
4. Защита лабораторной работы «Технологии цифрового производства» (Коллоквиум)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

#### *Зачет с оценкой (Семестр №2)*

Оценка за изучение дисциплины во 2ом семестре определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ "МЭИ" на основании семестровой составляющей

#### *Экзамен (Семестр №3)*

Итоговая оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих 3-го семестра.

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

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

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

1. Балковой А.П. , Цаценкин В.К. - "Прецизионный электропривод с вентильными двигателями", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2010 - (328 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72269](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72269);
2. Бычков, М. Г. Распределенные системы управления и промышленные информационные сети : Учебное пособие по курсу "Автоматизация технологических процессов" по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / М. Г. Бычков, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2003 . – 72 с. - ISBN 5-7046-1023-4 .;
3. Соломенчук, В. Г. Самоучитель Linux / В. Г. Соломенчук . – СПб. : Питер, 2006 . – 207 с. + DVD-ROM . - ISBN 5-469-01347-2 ..

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Matlab;
3. Multiphysics;
4. Майнд Видеоконференции;
5. ОС Ubuntu.

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

1. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
2. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
3. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

## 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	М-215, Учебная лаборатория "Машиновентильные системы"	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная, сервер, компьютер персональный, стенд учебный
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	М-215, Учебная лаборатория "Машиновентильные системы"	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная, сервер, компьютер персональный, стенд учебный
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	Е-200/3, Кабинет сотрудников каф. "АЭП"	стол, стул, шкаф, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-212, Аудитория каф. "АЭП"	стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, тумба

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Информационные и компьютерные технологии в электроприводе

(название дисциплины)

#### 2 семестр

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

- КМ-1 Защита лабораторной работы «Информационные ресурсы» (Коллоквиум)
- КМ-2 Защита лабораторной работы «Учёт ограничений на координаты электропривода» (Коллоквиум)
- КМ-3 Защита лабораторной работы «Настройка цифровых сервоусилителей» (Коллоквиум)
- КМ-4 Защита лабораторной работы «Многоосевой сервопривод и промышленные сети» (Коллоквиум)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Базовые понятия и сферы применения информационных и компьютерных технологий. Информационные ресурсы					
1.1	Базовые понятия и сферы применения информационных и компьютерных технологий. Информационные ресурсы		+			
2	Построение систем управления сервоприводов, принципы, ограничения					
2.1	Построение систем управления сервоприводов, принципы, ограничения			+		
3	Электропривод и промышленные сети					
3.1	Электропривод и промышленные сети				+	
4	Сервопривод с последовательной и параллельной кинематикой					
4.1	Сервопривод с последовательной и параллельной кинематикой					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25

#### 3 семестр

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

- КМ-5 Защита лабораторной работы «Создание приложения с графическим интерфейса в MATLAB» (Коллоквиум)
- КМ-6 Защита лабораторной работы «Базовые возможности САПР МКЭ» (Коллоквиум)
- КМ-7 Защита лабораторной работы «Операционные системы» (Коллоквиум)
- КМ-8 Защита лабораторной работы «Технологии цифрового производства» (Коллоквиум)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ- 5	КМ- 6	КМ- 7	КМ- 8
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Объектно-ориентированное программирование, модельно-ориентированное проектирование, разработка приложений					
1.1	Объектно-ориентированное программирование, модельно-ориентированное проектирование, разработка приложений		+			
2	Использование САПР МКЭ для задач электропривода					
2.1	Использование САПР МКЭ для задач электропривода			+		
3	Цифровое производство					
3.1	Операционные системы				+	
3.2	Цифровое производство					+
Вес КМ, %:			30	20	20	30