

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: Электромеханика, электрические и электронные аппараты

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.09.03.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	8 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	8 семестр - 14 часов;
Практические занятия	8 семестр - 28 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	8 семестр - 16 часов;
Самостоятельная работа	8 семестр - 117,4 часов;
в том числе на КП/КР	8 семестр - 75,4 часа;
Иная контактная работа	8 семестр - 4 часа;
включая: Контрольная работа Кейс (решение конкретных производственных ситуаций) Перекрестный опрос	
Промежуточная аттестация:	
Защита курсового проекта	8 семестр - 0,3 часа;
Зачет с оценкой	8 семестр - 0,3 часа;
	всего - 0,6 часа

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Качалина Е.В.
	Идентификатор	R5bd572ca-KachalinaYV-02a9e99f

Е.В. Качалина

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кузнецова Е.А.
	Идентификатор	fe7bf1ad9-KuznetsovaYA-c9331b9

Е.А. Кузнецова

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Киселев М.Г.
	Идентификатор	R572ca413-KiselevMG-f37ee096

М.Г. Киселев

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение конструкции, физических принципов работы, методов расчёта и проектирования, характеристик и особенностей использования электрических машин и трансформаторов для специальных применений, лежащих за пределами силовых трансформаторов и общепромышленных синхронных, асинхронных машин и машин постоянного тока.

Задачи дисциплины

- изучение основных видов специальных электрических машин и трансформаторов, а также новых типов электрических машин;
- изучение особенностей функционирования специальных электрических машин и трансформаторов и их характеристик;
- освоение методов анализа и проектирования вентильно-индукторных машин;
- приобретение навыков обоснованного выбора электрических машин и трансформаторов для специальных применений.

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-4 Способен принимать участие в проектировании, анализировать конкурентоспособные варианты технических решений и обосновывать выбор целесообразных проектных решений в соответствии с требованиями технического задания в области электрических машин и аппаратов	ИД-5 _{ПК-4} Применяет приближенные методы расчета и выбора основных элементов электрических машин и аппаратов	знать: - методы проектирования вентильно-индукторных машин; - виды специальных электрических машин и принципы их работы, особенности характеристик специальных электрических машин. уметь: - самостоятельно разбираться в методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи; - обоснованно выбирать типы электрических машин и трансформаторов для решения поставленных задач.
ПК-5 Способен осуществлять поиск научно-технической информации и участвовать в составлении типовой сопроводительной документации	ИД-2 _{ПК-5} Формирует элементы технической документации	знать: - Чертежи, эскизы схемы, виды характеристик электрических машин. уметь: - грамотно представлять и обоснованно подтверждать результаты исследований.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электромеханика, электрические и электронные аппараты (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Электрические машины», «Основы проектирования силовых трансформаторов»

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 5 зачетных единиц, 180 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	Нетрадиционные электрические машины	24	8	4	-	8	-	-	-	-	-	12	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Нетрадиционные электрические машины" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Нетрадиционные электрические машины"</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Нетрадиционные электрические машины"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], глава 8 стр. 656-667</p>
1.1	Нетрадиционные электрические машины	24		4	-	8	-	-	-	-	-	12	-	
2	Специальные исполнения электрических машин	36		6	-	12	-	-	-	-	-	18	-	
2.1	Специальные исполнения электрических машин	36		6	-	12	-	-	-	-	-	18	-	

														Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Вентильно-индукторные двигатели" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], глава 63, стр. 223-262, глава 65, 66, стр. 342-366, глава 49, стр. 611-626, глава 16, стр. 172-179 [5], глава 65 стр. 342-360, глава 66 стр. 361-366, глава 67 стр. 367-383, глава 68 стр. 384-411
3	Вентильно-индукторные двигатели	24	4	-	8	-	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Вентильно-индукторные двигатели"
3.1	Вентильно-индукторные двигатели	24	4	-	8	-	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Вентильно-индукторные двигатели" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Вентильно-индукторные двигатели" <u>Изучение материалов литературных источников:</u>

													[2], глава 1; глава 2, стр. 4-37 [3], стр.1-70
	Зачет с оценкой	2.3	-	-	-	-	2	-	-	0.3	-	-	
	Курсовой проект (КП)	93.7	-	-	-	14	-	4	-	0.3	75.4	-	
	Всего за семестр	180.0	14	-	28	14	2	4	-	0.6	117.4	-	
	Итого за семестр	180.0	14	-	28	16		4		0.6	117.4		

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. Нетрадиционные электрические машины

1.1. Нетрадиционные электрические машины

Место электрических машин в энергетике и промышленности, прогресс в электромеханике. Индуктивные и емкостные электрические машины; принципы работы, области применения. Современные реализации емкостных машин. Авиационные электрические машины. Судовые электрические машины. Высокоскоростные электрические машины: генераторы мегаваттного класса; микротурбины; компрессоры; асинхронные двигатели. Электрические машины с поперечным потоком: конструкция, принцип действия, примеры реализации. Машины с дисковым ротором. Машины с зубцовой обмоткой. Машины с криогенным охлаждением. Пьезоэлектрические (ультразвуковые) двигатели. Гистерезисные двигатели с подмагничиванием. Безопорные двигатели. Беспазовые двигатели. Двигатели без сердечника. Мехатронные модули..

2. Специальные исполнения электрических машин

2.1. Специальные исполнения электрических машин

Магнитотвердые материалы. Конструкции и характеристики синхронных машин с ПМ. Синхронные машины с гибридным возбуждением. Синхронная машина с когтеобразными полюсами. Синхронный реактивный двигатель. Индукторные машины: высокочастотный генератор и тихоходный двигатель. Работа разноименнополюсной / униполярной машины. Синхронный двигатель двойного питания. Асинхронизированная синхронная машина. Машины постоянного тока. ДПП с ПМ. Генератор с продольным комбинированным возбуждением. Генератор с двойной полюсной системой. Генератор с поперечным возбуждением. Электромашинный усилитель продольного поля. Одноякорный электромагнитный усилитель с поперечным возбуждением. Униполярные машины постоянного тока. Магнитогидродинамический двигатель, генератор. Электромашинные преобразователи: двух- и одноякорные. Вентильный двигатель, вентильный генератор. Коллекторные машины переменного тока. Репульсионные двигатели. Регулирование частоты вращения асинхронного двигателя с помощью ЭДС с частотой скольжения. Трехфазный коллекторный двигатель Шраге-Рихтера. Современный генератор на базе машины двойного питания. Асинхронная машина с заторможенным ротором: преобразователь числа фаз; преобразователь частоты. Асинхронный двигатель с массивным ротором, с полым ротором. Индукционный насос. Линейный и дугостаторные асинхронные машины. Электрические реакторы: шунтирующие, дугогасящие, токоограничивающие, фильтровые. Измерительные трансформаторы напряжения и тока. Трансформаторы с плавным регулированием напряжения. Сварочные трансформаторы. Печные трансформаторы. Выпрямительные трансформаторы. Пик-трансформаторы. Трансформаторы высокого напряжения. Трансформаторные преобразователи числа фаз, преобразователи частоты..

3. Вентильно-индукторные двигатели

3.1. Вентильно-индукторные двигатели

Вентильно-индукторный двигатель: функциональная схема; конструкция ротора и статора; силовой преобразователь; достоинства и недостатки. Принцип работы индукторной машины при одиночной коммутации фаз. Способы управления. Виды инверторов. Процессы при коммутации тока в фазе. Магнитное поле ВИД, проводимость воздушного зазора. Цикл коммутации фазы: напряжения, токи, момент. Проблемы проектирования ВИД. Способы анализа рабочих процессов в ВИД. Методы проектирования: энергетический, полевой, метод анализа переходных процессов. Эскизное проектирование ВИД. Расчетное задание..

3.3. Темы практических занятий

1. Погрешности измерительных трансформаторов напряжения и тока;
2. Электромашинный усилитель;
3. Синхронный реактивный двигатель: электромагнитный момент, угловая характеристика;
4. Методика эскизного проектирования вентильно-индукторного двигателя;
5. Электромашинный усилитель поперечного поля;
6. Индукторный генератор;
7. Исследование магнитного поля вентильно-индукторного двигателя;
8. Синхронные машины с гибридным возбуждением;
9. Синхронный двигатель двойного питания;
10. Генератор постоянного тока с поперечным возбуждением;
11. Униполярные машины постоянного тока;
12. Авиационные электрические машины;
13. Трехфазный коллекторный двигатель Шраге-Рихтера;
14. Электрические машины с поперечным потоком.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Вентильно-индукторные двигатели"

Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Вентильно-индукторные двигатели"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Нетрадиционные электрические машины"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Специальные исполнения электрических машин"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Вентильно-индукторные двигатели"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ 8 Семестр

Курсовой проект (КП)

Темы:

- Выбор компоновки ВИД
- Выбор чисел зубцов статора и ротора
- Выбор размеров активных частей ВИД, обеспечивающих получение заданной мощности при номинальной частоте вращения при сохранении допустимого уровня насыщения сердечника
- Электромагнитный расчет, построение характеристик
- Оформление расчетно-пояснительно записки, чертежей статора и ротора

График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 4	5 - 8	9 - 12	13 - 14	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	4	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	10	40	20	30	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	10	50	70	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Особенности проектирования вентильно-индукторных двигателей
2	Выбор главных размеров, оптимизация зубцовой зоны
3	Расчет характеристик
4	Оформление графической части и расчетно-пояснительной записки

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	
Знать:					
виды специальных электрических машин и принципы их работы, особенности характеристик специальных электрических машин	ИД-5ПК-4	+	+		Кейс (решение конкретных производственных ситуаций)/Исследование индукторного генератора Кейс (решение конкретных производственных ситуаций)/Исследование электромашинного усилителя поперечного поля Контрольная работа/Номинальные данные электрических машин Перекрестный опрос/Применение специальных электрических машин
методы проектирования вентильно-индукторных машин	ИД-5ПК-4			+	Кейс (решение конкретных производственных ситуаций)/Исследование магнитного поля вентильно-индукторного двигателя Перекрестный опрос/Применение специальных электрических машин
Чертежи, эскизы схемы, виды характеристик электрических машин	ИД-2ПК-5			+	Кейс (решение конкретных производственных ситуаций)/Исследование магнитного поля вентильно-индукторного двигателя
Уметь:					
обоснованно выбирать типы электрических машин и трансформаторов для решения поставленных задач	ИД-5ПК-4	+	+		Кейс (решение конкретных производственных ситуаций)/Исследование индукторного генератора Кейс (решение конкретных производственных ситуаций)/Исследование электромашинного усилителя поперечного поля

					Контрольная работа/Номинальные данные электрических машин Перекрестный опрос/Применение специальных электрических машин
самостоятельно разбираться в методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи	ИД-5ПК-4			+	Кейс (решение конкретных производственных ситуаций)/Исследование магнитного поля вентильно-индукторного двигателя Перекрестный опрос/Применение специальных электрических машин
грамотно представлять и обоснованно подтверждать результаты исследований	ИД-2ПК-5			+	Кейс (решение конкретных производственных ситуаций)/Исследование магнитного поля вентильно-индукторного двигателя

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

8 семестр

Форма реализации: Выполнение задания

1. Исследование индукторного генератора (Кейс (решение конкретных производственных ситуаций))
2. Исследование магнитного поля вентильно-индукторного двигателя (Кейс (решение конкретных производственных ситуаций))
3. Исследование электромашинного усилителя поперечного поля (Кейс (решение конкретных производственных ситуаций))
4. Номинальные данные электрических машин (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Применение специальных электрических машин (Перекрестный опрос)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №8)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой составляющей.

Курсовой проект (КП) (Семестр №8)

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Иванов-Смоленский, А. В. Электрические машины. В 2 т. Т.1 : учебник для вузов по направлению подготовки дипломированных специалистов "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / А. В. Иванов-Смоленский . – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во МЭИ, 2004 . – 652 с. - ISBN 5-7046-0912-0 .;
2. Фисенко, В. Г. Проектирование вентильных индукторных двигателей : методическое пособие по курсу "Специальная электромеханика" по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / В. Г. Фисенко, А. Н. Попов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2005 . – 56 с.;
3. Кузнецов, В. А. Вентильно-индукторные двигатели : учебное пособие по курсу "Специальные электрические машины", по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / В. А. Кузнецов, В. А. Кузьмичев, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Издательский дом МЭИ, 2011 . – 72 с. - ISBN 978-5-383-00656-6 .;

4. Копылов, И. П. Электрические машины : учебник для бакалавров, для электромеханических и электроэнергетических специальностей вузов / И. П. Копылов ; Ред. И. П. Копылов . – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Юрайт, 2012 . – 675 с. – (Бакалавр) . - ISBN 978-5-9916-1501-3 .;

5. Иванов-Смоленский А.В.- "Электрические машины. В двух томах. Том 2", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012239.html>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

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. 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	Е-215, Лекционная аудитория	
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-215, Лекционная аудитория	
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-209, Лаборатория электромеханики	стол, стул, доска меловая, лабораторный стенд
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-215, Лекционная аудитория	
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	Е-215, Лекционная аудитория	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	ЭЭА-2б, Архив	стол, стул, документы

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Специальные электрические машины

(название дисциплины)

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Номинальные данные электрических машин (Контрольная работа)
 КМ-2 Исследование индукторного генератора (Кейс (решение конкретных производственных ситуаций))
 КМ-3 Исследование электромашинного усилителя поперечного поля (Кейс (решение конкретных производственных ситуаций))
 КМ-4 Исследование магнитного поля вентильно-индукторного двигателя (Кейс (решение конкретных производственных ситуаций))
 КМ-5 Применение специальных электрических машин (Перекрестный опрос)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	10	12	14
1	Нетрадиционные электрические машины						
1.1	Нетрадиционные электрические машины		+	+	+		+
2	Специальные исполнения электрических машин						
2.1	Специальные исполнения электрических машин		+	+	+		+
3	Вентильно-индукторные двигатели						
3.1	Вентильно-индукторные двигатели					+	+
Вес КМ, %:			10	15	15	15	45

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Специальные электрические машины

(название дисциплины)

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:

- КМ-1 Формулировка задания на проектирование
- КМ-2 Выбор главных размеров
- КМ-3 Расчет характеристик
- КМ-4 Разработка графической и текстовой части проекта

Вид промежуточной аттестации – защита КП.

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	14
1	Особенности проектирования вентильно-индукторных двигателей		+			
2	Выбор главных размеров, оптимизация зубцовой зоны			+		
3	Расчет характеристик				+	
4	Оформление графической части и расчетно-пояснительной записки					+
Вес КМ, %:			10	40	20	30