

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: Электрический транспорт

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТЯГИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.08.06
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр - 7;
Часов (всего) по учебному плану:	252 часа
Лекции	7 семестр - 32 часа;
Практические занятия	7 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	7 семестр - 32 часа;
Консультации	7 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	7 семестр - 153,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Контрольная работа Лабораторная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	7 семестр - 0,5 часа;

Москва 2021

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Комаров В.Г.
	Идентификатор	Rbfa2851c-KomarovVG-b07f6fea

(подпись)

В.Г. Комаров

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Глушенков В.А.
	Идентификатор	R5e5809b4-GlushenkovVA-5aef358

(подпись)

В.А. Глушенков

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Румянцев М.Ю.
	Идентификатор	R4b7b75d7-RumyantsevMY-eafe308

(подпись)

М.Ю. Румянцев

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Целью освоения дисциплины является изучение методов целенаправленного выбора математического описания устройств электрической тяги, необходимого для их моделирования при исследовании и разработке, а также оптимальных способов и инструментов экспериментального определения количественных характеристик выбранного описания

Задачи дисциплины

- приобретение навыков математического описания устройств электрической тяги и выбора модели в зависимости от цели исследования или разработки;
- освоение приёмов и инструментов экспериментального построения моделей устройств электрической тяги.

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 учитывать экологические факторы при решении профессиональных задач	ИД-1 _{ПК-1} Демонстрирует умение учитывать требования экологического законодательства при решении задач профессиональной деятельности	знать: - виды моделей, которые применяются в исследованиях и разработках устройств электрической тяги. уметь: - создавать модели исследуемых и проектируемых устройств электрической тяги для оценки параметров, характеристик и функционирования этих объектов.
ПК-5 Способен учитывать параметры и характеристики основных элементов, применяемых в устройствах тягового электроснабжения	ИД-1 _{ПК-5} Демонстрирует знание характеристик и режимов работы основного оборудования тяговых подстанций	знать: - характеристики и режимы работы основного оборудования устройств электрической тяги. уметь: - строить характеристики основного оборудования устройств электрической тяги.
ПК-5 Способен учитывать параметры и характеристики основных элементов, применяемых в устройствах тягового электроснабжения	ИД-2 _{ПК-5} Демонстрирует понимание принципов построения и функционирования систем тягового электроснабжения	знать: - принципы построения и функционирования систем тягового электроснабжения. уметь: - разбираться в функционировании систем тягового электрооборудования.
ПК-6 Способен рассчитывать и обеспечивать требуемые режимы работы тягового электрооборудования	ИД-1 _{ПК-6} Демонстрирует знание ограничений допустимых режимов работы электроподвижного состава и способы их обеспечения	знать: - ограничения допустимых режимов работы ЭПС. уметь:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		- определять ограничения режимов работы подвижного состава.
ПК-6 Способен рассчитывать и обеспечивать требуемые режимы работы тягового электрооборудования	ИД-2ПК-6 Демонстрирует способность производить расчет требуемых режимов работы тягового электрооборудования	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способы расчетов требуемых режимов работы тягового электрооборудования. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определять режимы работы устройств электрической тяги; - рассчитывать требуемые режимы работы тягового электрооборудования.
ПК-6 Способен рассчитывать и обеспечивать требуемые режимы работы тягового электрооборудования	ИД-3ПК-6 Демонстрирует способность производить расчет элементов тягового электрооборудования	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способы расчетов элементов тягового электрооборудования. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - осуществлять расчеты тягового электрооборудования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

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

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	Понятие модели и её роль в процессе познания и предметно практической деятельности человека. Цели моделирования. Классификация моделей	38	7	6	6	6	-	-	-	-	-	20	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Что такое математическая модель? Что такое физическая модель? Отличие материальных и абстрактных моделей. Процедура формирования эффективной модели. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 3-7</p>		
1.1	Понятие модели и её роль в процессе познания и предметно практической деятельности человека. Цели моделирования. Классификация моделей	38		6	6	6	-	-	-	-	-	-	20		-	
2	Теоретические основы моделирования	42		6	6	6	-	-	-	-	-	-	24		-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Освоить правила составления математических моделей. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 8-16</p>
2.1	Теоретические основы моделирования	42		6	6	6	-	-	-	-	-	-	24		-	
3	Компьютерные системы моделирования	46		6	6	8	-	-	-	-	-	-	26		-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Компьютерные системы моделирования" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u></p>
3.1	Компьютерные	46	6	6	8	-	-	-	-	-	-	26	-			

	системы моделирования												Освоить компьютерные инструменты моделирования. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 3-25 [4], 32-46
4	3D-моделирование и САПР	44	6	8	6	-	-	-	-	-	24	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> 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 "3D-моделирование и САПР" материалу.
4.1	3D-моделирование и САПР	44	6	8	6	-	-	-	-	-	24	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "3D-моделирование и САПР" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 3-27
5	Событийное и физическое моделирование	46	8	6	6	-	-	-	-	-	26	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> 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 "Событийное и физическое моделирование" материалу.
5.1	Событийное и физическое моделирование	46	8	6	6	-	-	-	-	-	26	-	<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Событийное и физическое моделирование и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Событийное и физическое моделирование" подготовка к выполнению заданий на

														практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Событийное и физическое моделирование" <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Событийное и физическое моделирование". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач, провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 17-26
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5		
	Всего за семестр	252.0	32	32	32	-	2	-	-	0.5	120	33.5		
	Итого за семестр	252.0	32	32	32		2		-	0.5		153.5		

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. Понятие модели и её роль в процессе познания и предметно практической деятельности человека. Цели моделирования. Классификация моделей

1.1. Понятие модели и её роль в процессе познания и предметно практической деятельности человека. Цели моделирования. Классификация моделей

Понятие модели и её роли в познании, предметно-практической деятельности и процессах управления. Соотношение детерминированных и вероятностных процессов и моделей. Моделирование как метод научного исследования, модель как инструмент, разработки, наладки и эксплуатации технического объекта и средство для его управления. Классификации моделей по способу описания объекта и реализации модели.

2. Теоретические основы моделирования

2.1. Теоретические основы моделирования

Процесс создания модели. Подобие разнородных по физическим свойствам технических объектов как метод математического моделирования. Критерии подобия. Системы физических величин как отражение законов природы и анализ размерности. Физическое моделирование как экспериментальная модель объекта. Компьютерные технологии как инструмент математического и физического моделирования. Функции цели и факторы..

3. Компьютерные системы моделирования

3.1. Компьютерные системы моделирования

Компьютерная система моделирования, как совокупность программных и аппаратных средств для реализации численно-событийной математической модели. Преимущества компьютерного моделирования. Базовые средства и основные этапы компьютерного моделирования. Имитационное (ситуационное) моделирование. Практическое применение..

4. 3D-моделирование и САПР

4.1. 3D-моделирование и САПР

3D-моделирование как технология создания виртуальных объёмных изображений объектов конструирования в САПР. Основные приёмы работы в САПР по созданию объёмных моделей. Принципы безбумажной технологии конструирования и технологической подготовки производства. Дополнительные средства моделирования конструктивных параметров изделий в САПР. Перенос разработанных 3D-моделей в другие системы моделирования..

5. Событийное и физическое моделирование

5.1. Событийное и физическое моделирование

Моделирование и симуляция комбинаторной и последовательной логики, основанной на машинах состояний и блок-схемах, реагирующих на события. Физическое моделирование механических, гидравлических, электрических, электронных и электромеханических систем. Моделирование систем управления, разработка управляющих кодов для встроенных микроконтроллерных систем управления на основе модели системы..

3.3. Темы практических занятий

1. Выбор типа модели компонентов электротехнических устройств;
2. Математическое подобие и анализ размерности;

3. Основы работы с компьютерными системами моделирования;
4. Создание математических моделей объектов с помощью блок-схем компьютерной системы моделирования;
5. Основы 3D-моделирования в САПР;
6. Основы событийного моделирования;
7. Основы физического моделирования с помощью компьютерной системы моделирования.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Построение 3D-модель детали для УЭТ в САПР «FreeCAD»;
2. Построение модель конечного автомата для УЭТ с помощью системы Scilab;
3. Построение компьютерной модели движения транспортного средства с помощью системы Scilab;
4. Построение компьютерной модели электрической цепи для УЭТ с помощью системы Xcos Scilab;
5. Построение компьютерной модели электропривода для УЭТ с помощью Xcos системы Scilab.

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Понятие модели и её роль в процессе познания и предметно практической деятельности человека. Цели моделирования. Классификация моделей"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Теоретические основы моделирования"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Компьютерные системы моделирования"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "3D-моделирование и САПР"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Событийное и физическое моделирование"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Компьютерные системы моделирования"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "3D-моделирование и САПР"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Событийное и физическое моделирование"

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	
Знать:							
виды моделей, которые применяются в исследованиях и разработках устройств электрической тяги	ИД-1ПК-1			+	+	+	Контрольная работа/Компьютерные системы моделирования
характеристики и режимы работы основного оборудования устройств электрической тяги	ИД-1ПК-5			+		+	Контрольная работа/Компьютерные системы моделирования
принципы построения и функционирования систем тягового электроснабжения	ИД-2ПК-5		+	+			Лабораторная работа/Построение модели конечного автомата для УЭТ с помощью приложения Xcos Scilab
ограничения допустимых режимов работы ЭПС	ИД-1ПК-6	+		+			Лабораторная работа/Построение модели электрической цепи для УЭТ с помощью приложения Xcos Scilab
способы расчетов требуемых режимов работы тягового электрооборудования	ИД-2ПК-6		+	+			Лабораторная работа/Построение модели электрической цепи для УЭТ с помощью приложения Xcos Scilab
способы расчетов элементов тягового электрооборудования	ИД-3ПК-6		+	+			Контрольная работа/Теоретические основы моделирования
Уметь:							
создавать модели исследуемых и проектируемых устройств электрической тяги для оценки параметров, характеристик и функционирования этих объектов	ИД-1ПК-1	+	+		+		Контрольная работа/Теоретические основы моделирования
строить характеристики основного оборудования устройств электрической тяги	ИД-1ПК-5			+			Контрольная работа/Теоретические основы моделирования
разбираться в функционировании систем тягового электрооборудования	ИД-2ПК-5	+	+				Контрольная работа/Компьютерные системы моделирования
определять ограничения режимов работы подвижного состава	ИД-1ПК-6					+	Контрольная работа/Компьютерные системы моделирования

рассчитывать требуемые режимы работы тягового электрооборудования	ИД-2ПК-6			+			Контрольная работа/Компьютерные системы моделирования
определять режимы работы устройств электрической тяги	ИД-2ПК-6		+			+	Лабораторная работа/Построение модели электрической цепи для УЭТ с помощью приложения Xcos Scilab
осуществлять расчеты тягового электрооборудования	ИД-3ПК-6			+	+		Лабораторная работа/Построение модели конечного автомата для УЭТ с помощью приложения Xcos Scilab

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

7 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Компьютерные системы моделирования (Контрольная работа)
2. Построение модели конечного автомата для УЭТ с помощью приложения Xcos Scilab (Лабораторная работа)
3. Построение модели электрической цепи для УЭТ с помощью приложения Xcos Scilab (Лабораторная работа)
4. Теоретические основы моделирования (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №7)

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Ильинский, Н. Ф. Моделирование в технике : Учебное пособие по курсу "Моделирование в технике" по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / Н. Ф. Ильинский, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2004 . – 84 с. - ISBN 5-7046-1177-X .;
2. Ерин, С. В. Автоматизация инженерных расчетов с использованием пакета Scilab : практическое пособие / С. В. Ерин, Ю. Л. Николаев . – М. : Русайнс, 2018 . – 183 с. - ISBN 978-5-4365-1555-7 .;
3. Потемкин, А. Е. Твердотельное моделирование в системе Компас-3D / А. Е. Потемкин . – СПб. : БХВ-Петербург, 2004 . – 512 с. + CD-ROM . – (Мастер решений) . - ISBN 5-941574-72-X .;
4. А. А. Штанг, А. В. Мятаж, М. В. Ярославцев- "Моделирование тягового привода в MATLAB Simulink", Издательство: "Новосибирский государственный технический университет", Новосибирск, 2016 - (48 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575039>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Компас 3D;
2. Scilab;
3. KiCad;
4. ОС Debian;
5. AVR Studio.

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 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. База данных INSPEC на платформе компании EBSCO Publishing - <http://search.ebscohost.com>
12. Патентная база Orbit Intelligence компании Questel - <https://www.orbit.com/>
13. База данных диссертаций ProQuest Dissertations and Theses Global - <https://search.proquest.com/pqdtglobal/index>
14. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
15. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
16. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
17. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
18. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
19. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
20. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
21. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
22. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;>
<http://docs.cntd.ru/>
23. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
24. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
25. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
26. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
27. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки - <https://obrnadzor>
28. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
	отсутствует	

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование устройств электрической тяги

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Теоретические основы моделирования (Контрольная работа)
- КМ-2 Компьютерные системы моделирования (Контрольная работа)
- КМ-3 Построение модели конечного автомата для УЭТ с помощью приложения Xcos Scilab (Лабораторная работа)
- КМ-4 Построение модели электрической цепи для УЭТ с помощью приложения Xcos Scilab (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Понятие модели и её роль в процессе познания и предметно практической деятельности человека. Цели моделирования. Классификация моделей					
1.1	Понятие модели и её роль в процессе познания и предметно практической деятельности человека. Цели моделирования. Классификация моделей		+	+		+
2	Теоретические основы моделирования					
2.1	Теоретические основы моделирования		+	+	+	+
3	Компьютерные системы моделирования					
3.1	Компьютерные системы моделирования		+	+	+	+
4	3D-моделирование и САПР					
4.1	3D-моделирование и САПР		+	+	+	
5	Событийное и физическое моделирование					
5.1	Событийное и физическое моделирование			+		+
Вес КМ, %:			25	25	25	25