

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Цифровизация в тепловой и возобновляемой энергетике

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


**Рабочая программа дисциплины**  
**МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОВОЙ И ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ**  
**ЭНЕРГЕТИКИ**

<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.06.11
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	8 семестр - 4;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	144 часа
<b>Лекции</b>	8 семестр - 28 часа;
<b>Практические занятия</b>	8 семестр - 28 часа;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	8 семестр - 2 часа;
<b>Самостоятельная работа</b>	8 семестр - 85,5 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>Домашнее задание</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	8 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2024**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Очков В.Ф.
	Идентификатор	Rd91184b2-OchkovVF-1531e2ff

В.Ф. Очков


**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Очков В.Ф.
	Идентификатор	Rd91184b2-OchkovVF-1531e2ff

В.Ф. Очков

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Шацких Ю.В.
	Идентификатор	R6ca75b8e-ShatskikhYV-f045f12f

Ю.В. Шацких

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Получение навыков работы с компьютерными моделями и системами тепловой и возобновляемой энергетики

### Задачи дисциплины

- Изучить основы работы с компьютерными моделями и системами тепловой энергетики;
- Изучить основы работы с компьютерными моделями и системами возобновляемой энергетики;
- Изучить организацию процесса обработки информации, получаемой с функционирующих моделей;
- Изучить основы анализа информации, получаемой с функционирующих моделей.

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 Способность принимать участие в математическом и компьютерном моделировании в тепловой и возобновляемой энергетике	ИД-1 <sub>ПК-4</sub> Владеет навыками работы с компьютерными моделями системам тепловой и возобновляемой энергетики, и организации процесса обработки и анализа информации	знать: - Знать основы организации процесса обработки информации, получаемой с функционирующих моделей; - Принципы создания и работы с компьютерными моделями объектов и процессов тепловой и возобновляемой энергетики.  уметь: - Разрабатывать регуляторы в комплексных моделях тепловой и возобновляемой энергетики; - Разрабатывать компьютерные модели объектов и процессов тепловой и возобновляемой энергетики.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Цифровизация в тепловой и возобновляемой энергетике (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, 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 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 моделирования объектов и систем тепловой и возобновляемой энергетики	28	8	8	-	8	-	-	-	-	-	12	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по теме: "Основы моделирования объектов и систем тепловой энергетики"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], 67-84 [2], 12-36 [5], 18-42</p>
1.1	Моделируемые объекты и системы тепловой и возобновляемой энергетики.	7		2	-	2	-	-	-	-	-	3	-	
1.2	Принципы моделирования объектов и систем тепловой и возобновляемой энергетики.	7		2	-	2	-	-	-	-	-	3	-	
1.3	Основы моделирования объектов и систем тепловой и возобновляемой энергетики.	7		2	-	2	-	-	-	-	-	3	-	
1.4	Теплогидравлический код и программное обеспечение для моделирования.	7		2	-	2	-	-	-	-	-	3	-	
2	Моделирование	49		12	-	12	-	-	-	-	-	-	25	

	оборудования паротурбинной установки												<b><u>теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по теме: "Моделирование паротурбинной установки"
2.1	Постановка задачи и исходные данные	5	1	-	1	-	-	-	-	-	3	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
2.2	Моделирование проточной части паровой турбины	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	[4], 14-54
2.3	Моделирование конденсатора	5	1	-	1	-	-	-	-	-	3	-	
2.4	Моделирование подогревателей низкого давления	5	1	-	1	-	-	-	-	-	3	-	
2.5	Моделирование подогревателей высокого давления	5	1	-	1	-	-	-	-	-	3	-	
2.6	Моделирование деаэрата	7	2	-	2	-	-	-	-	-	3	-	
2.7	Моделирование питательного электронасоса	7	2	-	2	-	-	-	-	-	3	-	
2.8	Моделирование регуляторов	7	2	-	2	-	-	-	-	-	3	-	
3	Моделирование преобразователей автономных источников энергии	31	8	-	8	-	-	-	-	-	15	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по теме: "Моделирование преобразователей автономных источников энергии"
3.1	Структура автономного источника электроэнергии	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
3.2	Модель преобразователя аккумулятора	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	[3], 24-56
3.3	Модель преобразователя ветрогенератора	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
3.4	Моделирование системы управления	7	2	-	2	-	-	-	-	-	3	-	

	преобразователя												
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	28	-	28	-	2	-	-	0.5	52	33.5	
	Итого за семестр	144.0	28	-	28		2		-	0.5		85.5	

**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. Основы моделирования объектов и систем тепловой и возобновляемой энергетики

##### 1.1. Моделируемые объекты и системы тепловой и возобновляемой энергетики.

Виды математического моделирования. Основные этапы математического моделирования. Преимущества и недостатки использования математической модели элементов теплоэнергетических систем. Примеры применения метода моделирования.

##### 1.2. Принципы моделирования объектов и систем тепловой и возобновляемой энергетики.

Сущность метода моделирования. Системный подход к моделированию. Классификация видов моделирования. Классификация математических моделей. Свойства математических моделей и требования к ним.

##### 1.3. Основы моделирования объектов и систем тепловой и возобновляемой энергетики.

Моделирование технических устройств и процессов. Выявление обобщенных переменных из математической формулировки задачи. Выявление обобщенных переменных на основе анализа размерностей. Погрешность определения величин-функций.

##### 1.4. Теплогидравлический код и программное обеспечение для моделирования.

Создания и отладки моделей теплогидравлического оборудования и теплогидравлических систем. Изучение принципов структурного моделирования. Знакомство с библиотекой блоков расчета теплогидравлических процессов, редактором функционально-блочных схем, редактором базы данных. Изучение принципов формирования расчетной схемы для моделирования теплогидравлических систем на базе теплогидравлического кода. Принцип «от простого к сложному» для создания моделей сложных объектов. База данных сигналов.

#### 2. Моделирование оборудования паротурбинной установки

##### 2.1. Постановка задачи и исходные данные

Структурная схема паротурбинной установки включает следующие элементы. Основные параметры, обеспечивающие требуемые режимы работы ПТУ..

##### 2.2. Моделирование проточной части паровой турбины

Система уравнений, описывающую процессы в системе ПТУ. Система уравнений, описывающих внешнюю среду. Уравнения отдельных элементов, связанные уравнениями балансов системы. Прямая и обратная задача моделирования. Исходные данные для прямой задачи. Исходные данные для обратной задачи.

##### 2.3. Моделирование конденсатора

Система уравнения, описывающих теплообмен и гидродинамику в конденсаторе. Система балансовых уравнений. Геометрическое описание конденсатора. Моделирование параметров пара в паровом пространстве конденсатора. Расчет массовой концентрации пара в паровоздушной смеси. Расчет парциального давления воздуха. Расчет параметров конденсата в конденсаторосборнике конденсатора. Моделирование состояния охлаждающей воды в трубной части конденсатора. Расчет коэффициента теплоотдачи от стенки трубки ПТО к охлаждающей воде. Коэффициент теплоотдачи от паровоздушной смеси к стенке трубок ПТО. Моделирование динамики схемы циркуляционного водоснабжения.

##### 2.4. Моделирование подогревателей низкого давления

Система уравнения, описывающих теплообмен и гидродинамику в ПНД. Система балансовых уравнений. Геометрическое описание ПНД. Моделирование параметров пара в паровом пространстве ПНД. Моделирование состояния питательной воды. Расчет коэффициента теплоотдачи от стенки трубки ПНД к питательной воде. Коэффициент теплоотдачи от пара к стенке трубок ПНД..

#### 2.5. Моделирование подогревателей высокого давления

Система уравнения, описывающих теплообмен и гидродинамику в ПВД. Система балансовых уравнений. Геометрическое описание ПВД. Моделирование параметров пара в паровом пространстве ПВД. Моделирование состояния питательной воды. Расчет коэффициента теплоотдачи от стенки трубки ПВД к питательной воде. Коэффициент теплоотдачи от пара к стенке трубок ПВД..

#### 2.6. Моделирование деаэрата

Система уравнения, описывающих тепломассообмен и гидродинамику в деаэраторе. Система балансовых уравнений. Геометрическое описание деаэрата. Моделирование параметров пара в паровом пространстве деаэрата. Моделирование состояния добавочной воды, основного конденсата. Расчет коэффициента теплоотдачи и массоотдачи в деаэраторе..

#### 2.7. Моделирование питательного электронасоса

Математическое описание напорнорасходной характеристики насоса. Динамическая характеристика насоса с учетом переходных процессов в нем. Математическая модель системы ПЧ – АД с обратной связью по скорости – центробежный насос.

#### 2.8. Моделирование регуляторов

Структурная схема системы регулирования энергетической турбины. Математическая модель системы регулирования энергетической турбины. Уравнение движения ротора. Камеры в проточной части. Система регулирования турбины.

### 3. Моделирование преобразователей автономных источников энергии

#### 3.1. Структура автономного источника электроэнергии

Структурная схема автономного источника электроэнергии. Основные элементы схемы, их характеристики..

#### 3.2. Модель преобразователя аккумулятора

Расчетная модель преобразователя аккумулятора. Устройства, включенные в модель. Учет влияния погодных условий..

#### 3.3. Модель преобразователя ветрогенератора

Расчетная модель преобразователя ветрогенератора. Определение генерируемой мощности ветрогенератора по мгновенным характеристикам скорости ветра, параметрам окружающей среды и конструктивным характеристикам..

#### 3.4. Моделирование системы управления преобразователя

Принципы распределения нагрузки по агрегатам. Максимально возможная выработка электроэнергии ветрогенератором и фотоэлектрическими элементами. Выходная мощность ВЭУ и ФЭП с учетом регулирования мощности. Условие включения дизельной электростанции как резервного источника электроэнергии..



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

1. Моделирование системы управления;
2. Модель преобразователя ветрогенератора;
3. Модель преобразователя аккумулятора;
4. Структура автономного источника электроэнергии;
5. Моделирование регуляторов;
6. Теплогидравлический код и программное обеспечение для моделирования.;
7. Моделирование деаэратора;
8. Моделирование конденсатора, подогревателей низкого давления, подогревателей высокого давления;
9. Моделирование проточной части паровой турбины;
10. Принципы моделирования объектов и систем тепловой и возобновляемой энергетики.;
11. Моделируемые объекты и системы тепловой и возобновляемой энергетики.;
12. Моделирование питательного электронасоса;
13. Основы моделирования объектов и систем тепловой и возобновляемой энергетики..

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### *Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)*

1. Проведение консультаций на тему: "Основы моделирования объектов и систем тепловой энергетики"

### **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>					
Принципы создания и работы с компьютерными моделями объектов и процессов тепловой и возобновляемой энергетики	ИД-1ПК-4	+			Домашнее задание/Разработка расчетно-технологической схемы теплоэнергетической системы
Знать основы организации процесса обработки информации, получаемой с функционирующих моделей	ИД-1ПК-4	+			Домашнее задание/Предварительный анализ моделируемого объекта
<b>Уметь:</b>					
Разрабатывать компьютерные модели объектов и процессов тепловой и возобновляемой энергетики	ИД-1ПК-4		+	+	Домашнее задание/Разработка алгоритма реализации математической модели и параметрической оптимизации системы Домашнее задание/Разработка математической модели теплотехнической системы макроуровня
Разрабатывать регуляторы в комплексных моделях тепловой и возобновляемой энергетики	ИД-1ПК-4		+		Домашнее задание/Численное исследование моделируемого объекта

## **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: Обмен электронными документами

1. Предварительный анализ моделируемого объекта (Домашнее задание)
2. Разработка алгоритма реализации математической модели и параметрической оптимизации системы (Домашнее задание)
3. Разработка математической модели теплотехнической системы макроуровня (Домашнее задание)
4. Разработка расчетно-технологической схемы теплоэнергетической системы (Домашнее задание)
5. Численное исследование моделируемого объекта (Домашнее задание)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Экзамен (Семестр №8)*

Итоговая оценка по дисциплине выставляется с учетом семестровой и экзаменационной составляющих согласно Положению о балльно-рейтинговой системе для студентов ФГБОУ ВО "НИУ "МЭИ"

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. Алпатов, Ю. Н. Математическое моделирование производственных процессов : учебное пособие / Ю. Н. Алпатов . – 2-е изд., испр . – СПб. : Лань-Пресс, 2018 . – 136 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-3052-9 .;
2. Тарасик, В. П. Математическое моделирование технических систем : учебник для вузов по специальности 23.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства", по техническим специальностям / В. П. Тарасик . – Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2018 . – 591 с. – (Высшее образование . Бакалавриат) . - ISBN 978-5-16-011996-0 .;
3. Горбенко, В. А. Математическое моделирование тепловых процессов (Конспект лекций) : учебное пособие / В. А. Горбенко, А. Г. Илларионов ; ред. А. М. Бакластов ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : МЭИ, 1975 . – 87 с.;
4. Вульман, Ф. А. Математическое моделирование тепловых схем паротурбинных установок на ЭВМ / Ф. А. Вульман, А. В. Корягин, М. З. Кривошей . – М. : Машиностроение, 1985 . – 111 с.;
5. Авдюнин Е. Г.- "Моделирование и оптимизация промышленных теплоэнергетических установок", Издательство: "Инфра-Инженерия", Вологда, 2019 - (184 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/124637>.

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Ansys / CAE Fidesys;
3. SmathStudio.

## 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. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
6. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - [Http://proinfosoft.ru; http://docs.cntd.ru/](Http://proinfosoft.ru;http://docs.cntd.ru/)
7. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
8. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	В-209/14, Учебно-исследовательская лаборатория «Теплонасосные системы»; Учебно-демонстрационный пункт теплоснабжения; Компьютерный класс	рабочее место сотрудника, стул, шкаф для одежды, инвентарь специализированный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	В-209/14, Учебно-исследовательская лаборатория «Теплонасосные системы»; Учебно-демонстрационный пункт теплоснабжения; Компьютерный класс	рабочее место сотрудника, стул, шкаф для одежды, инвентарь специализированный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	В-209/14, Учебно-исследовательская лаборатория «Теплонасосные системы»; Учебно-демонстрационный пункт теплоснабжения; Компьютерный класс	рабочее место сотрудника, стул, шкаф для одежды, инвентарь специализированный
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	В-209/2, Кабинет сотрудников каф. "ТОТ"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф для документов, тумба, компьютерная

		сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-404/1а, Кладовая	

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Моделирование объектов тепловой и возобновляемой энергетики

(название дисциплины)

#### 8 семестр

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

- КМ-1 Предварительный анализ моделируемого объекта (Домашнее задание)
- КМ-2 Разработка расчетно-технологической схемы теплоэнергетической системы (Домашнее задание)
- КМ-3 Разработка математической модели теплотехнической системы макроуровня (Домашнее задание)
- КМ-4 Разработка алгоритма реализации математической модели и параметрической оптимизации системы (Домашнее задание)
- КМ-5 Численное исследование моделируемого объекта (Домашнее задание)

#### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	6	10	12	15
1	Основы моделирования объектов и систем тепловой и возобновляемой энергетики						
1.1	Моделируемые объекты и системы тепловой и возобновляемой энергетики.		+				
1.2	Принципы моделирования объектов и систем тепловой и возобновляемой энергетики.		+				
1.3	Основы моделирования объектов и систем тепловой и возобновляемой энергетики.			+			
1.4	Теплогидравлический код и программное обеспечение для моделирования.			+			
2	Моделирование оборудования паротурбинной установки						
2.1	Постановка задачи и исходные данные				+	+	
2.2	Моделирование проточной части паровой турбины				+	+	
2.3	Моделирование конденсатора				+	+	
2.4	Моделирование подогревателей низкого давления				+	+	
2.5	Моделирование подогревателей высокого давления				+	+	
2.6	Моделирование деаэратора				+	+	
2.7	Моделирование питательного электронасоса				+	+	

2.8	Моделирование регуляторов					+
3	Моделирование преобразователей автономных источников энергии					
3.1	Структура автономного источника электроэнергии			+	+	
3.2	Модель преобразователя аккумулятора			+	+	
3.3	Модель преобразователя ветрогенератора			+	+	
3.4	Моделирование системы управления преобразователя			+	+	
Вес КМ, %:		10	20	30	30	10