

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

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Цифровое проектирование объектов энергетики

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ УГЛЕВОДОРОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ИХ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СИСТЕМАХ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.01.02.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	1 семестр - 32 часа;
Практические занятия	1 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	1 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	1 семестр - 113,5 часов;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Контрольная работа Расчетно-графическая работа Проверочная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	1 семестр - 0,5 часа;

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Макеев А.Н.
	Идентификатор	Rde963724-MakeevAN-d54bbff2

А.Н. Макеев

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Геллер Ю.А.
	Идентификатор	Rd15fd2d3-GellerYA-54f8e43b

Ю.А. Геллер

Заведующий выпускающей
кафедрой

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

Ю.В. Шацких

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение возобновляемых углеводородных ресурсов (ВУР) и способов их использования в системах распределенной энергетики..

Задачи дисциплины

- Изучение видов и источников возобновляемых углеводородных ресурсов, способов их переработки и использования в системах распределенной энергетики.;
- Изучение принципов действия, конструкций, областей и возможностей применения энергетических установок, использующих возобновляемые углеводородные ресурсы.;
- Ознакомление с методами и оборудованием для экспериментального исследования физико-химических процессов, происходящих при термохимических методах конверсии возобновляемых углеводородных ресурсов..

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-5 Способность участвовать в принятии технологических и проектных решений при проектировании объектов профессиональной деятельности	ИД-5 _{ПК-5} Знает современные технологии использования возобновляемых источников энергии и вторичных энергоресурсов	знать: - основные физико-химические процессы, происходящие в устройствах по получению биотоплива (ПК-2.1); - конструкции и характеристики установок на базе ВУР, технологические схемы, показатели эффективности, методы их расчета и анализа (ПК-2.1); - существующие проблемы и решения в области использования ВУР в распределенной энергетике (ПК-2.1); - классификацию источников энергии, роль и место распределенной энергетики в мировом энергетическом балансе (ПК-2.1). уметь: - выполнять расчеты, связанные с проектированием устройств, использующих ВУР; - определять энергетический потенциал и другие теплотехнические характеристики ВУР (ПК-2.2).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Цифровое проектирование объектов энергетики (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Высшая математика», «Физика», «Химия», «Информационные технологии» в объеме программы бакалавриата.

- знать основы дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных, аналитической геометрии и линейной алгебры, теории обыкновенных дифференциальных уравнений, основы численных методов

- знать основные законы физики, законы сохранения и превращения энергии применительно к системам передачи и трансформации теплоты, термодинамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в энергетических установках

- уметь использовать математический аппарат и информационные технологии при изучении дисциплин; строить математические модели физических явлений, химических процессов, экологических систем; анализировать результаты решения конкретных задач с целью построения более совершенных моделей

- уметь читать чертежи и схемы

- уметь проводить базовый анализ рабочих процессов в тепловых машинах, определять основные параметры их работы, показатели тепловой эффективности

- уметь оценивать экологические преимущества и эффективность внедрения типовых мероприятий и энергосберегающих технологий

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	Распределенная энергетика	14	1	2	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 5-78 [4], 5-25 [5], 39-55	
1.1	Распределенная энергетика	14		2	-	2	-	-	-	-	-	10	-		
2	Свойства биомассы и методы ее переработки в энергетических целях	60		16	-	16	-	-	-	-	-	-	28	-	<u>Подготовка расчетных заданий:</u> В соответствии с выданным на руки заданием, студенты, работая в группах по 2-3 человека, должны обработать результаты экспериментальных исследований свойств биомассы и рассчитать характеристики топлива. <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов лекций и решение задач, выданных в качестве домашнего задания перед контрольной. Эти задания аналогичны тем, которые необходимо выполнить в ходе контрольной работы. Половина академического часа на ближайшем практическом занятии посвящается разбору решения этих задач. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 219-233 [2], 81-113 [6], 219-232
2.1	Биомасса как энергоресурс	12		2	-	2	-	-	-	-	-	-	8	-	
2.2	Свойства биомассы	26		8	-	8	-	-	-	-	-	-	10	-	
2.3	Методы конверсии биомассы	22		6	-	6	-	-	-	-	-	-	10	-	

3	Энергетические установки, использующие биотопливо	40	8	-	8	-	-	-	-	-	24	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов лекций и решение задач, выданных в качестве домашнего задания перед контрольной. Эти задания аналогичны тем, которые необходимо выполнить в ходе контрольной работы. Половина академического часа на ближайшем практическом занятии посвящается разбору решения этих задач. <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u>
3.1	Типы установок, работающих на биотопливе	12	2	-	2	-	-	-	-	-	8	-	
3.2	Газопоршневые технологии в распределенной энергетике	16	4	-	4	-	-	-	-	-	8	-	
3.3	Газотурбинные технологии в распределенной энергетике	12	2	-	2	-	-	-	-	-	8	-	
4	Энергетическая эффективность в распределенной энергетике	30	6	-	6	-	-	-	-	-	18	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], Глава 10
4.1	Оптимизация состава оборудования и режимов работы энергетических комплексов	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
4.2	Оптимизация передачи электроэнергии	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
4.3	Моделирование энергетических нагрузок	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0	32	-	32	-	2	-	-	0.5	80	33.5	
	Итого за семестр	180.0	32	-	32	2		-		0.5	113.5		

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. Распределенная энергетика

1.1. Распределенная энергетика

Возобновляемая энергетика. Виды возобновляемых источников энергии, их достоинства и недостатки. Основные предпосылки для развития распределенной энергетики в РФ. Ресурсная база распределенной энергетики в РФ. Роль и способы резервирования и аккумулирования для возобновляемой энергетики..

2. Свойства биомассы и методы ее переработки в энергетических целях

2.1. Биомасса как энергоресурс

Виды биомассы. Возможности ее использования в энергетике. Достоинства и недостатки биомассы как энергоресурса. Состав растительной биомассы. Характеристики ее основных составляющих..

2.2. Свойства биомассы

Свойства биомассы. Технический и элементный анализ. Способы представления характеристик биомассы. Теплота сгорания топлива и методы ее определения. Диаграммы Ван Кревелена и Тернера. Физические принципы измерения температуры и давления. Принцип работы газового хроматографа. Термогравиметрический анализ и его возможности. Принцип работы калориметра сжигания..

2.3. Методы конверсии биомассы

Показатели, характеризующие процесс конверсии. Использование биомассы в качестве твердого топлива. Достоинства и недостатки. Пиролиз биомассы. Виды пиролиза и целевые продукты. Кинетические модели, используемые для описания термической деструкции биомассы, их достоинства и недостатки. Газификация биомассы. Основные типы реакций при газификации. Типы газификаторов. Влияние типа газификатора и газифицирующего агента на свойства получаемого газа. Принцип работы противоточного газогенератора (прямой процесс). Принцип работы прямоточного газогенератора (обращенный процесс). Принцип работы газогенератора с псевдоожиженным кипящим и циркулирующим слоем. Двухстадийная пиролитическая конверсия биомассы. Торрефикация. Зависимость характеристик торрефицированного биотоплива от режимных параметров процесса. Типы реакторов торрефикации, их достоинства и недостатки. Технологии получения биоугля, их сопоставление по выходу конечного продукта. Гидротермальная карбонизация. Достоинства и недостатки. Виды жидкого топлива из биомассы, способы его получения и области применения..

3. Энергетические установки, использующие биотопливо

3.1. Типы установок, работающих на биотопливе

Типы установок, работающих за счет сжигания топлива. Установки со внутренним и внешним сгоранием. Сфера применения и возможность использования биотоплива..

3.2. Газопоршневые технологии в распределенной энергетике

Газопоршневые электроагрегаты, достоинства и недостатки. Основные области применения газопоршневых технологий. Типы газовых двигателей, особенности организации рабочего процесса в газовых двигателях разных типов. Факторы, влияющие на энергетические и экономические показатели газового двигателя. Газомоторные топлива,

проблемы использования водорода в качестве газомоторного топлива. Циклы газопоршневых установок..

3.3. Газотурбинные технологии в распределенной энергетике

Газотурбинные электроагрегаты, достоинства и недостатки. Основные области применения газотурбинных технологий. Типы газовых турбин. Факторы, влияющие на энергетические и экономические показатели газовой турбины. Возможности использования водорода в качестве топлива для ГТУ. Циклы газотурбинных установок..

4. Энергетическая эффективность в распределенной энергетике

4.1. Оптимизация состава оборудования и режимов работы энергетических комплексов

Обобщенная математическая модель энергетического комплекса. Критерии эффективности работы энергетических комплексов. Типы оптимизационных задач, решаемых применительно к малой распределенной энергетике. Целевая функция оптимизации..

4.2. Оптимизация передачи электроэнергии

Проблема оптимизации производства и транспортировки электроэнергии в распределительных сетях. Концепции умной энергосети (smart grid) и виртуальной электростанции (virtual power plant). Оптимизация структуры сети при объединении объектов малой энергетики в распределительную сеть..

4.3. Моделирование энергетических нагрузок

Проблема моделирования энергетических нагрузок. Существующие подходы к моделированию электрических нагрузок. Электрические нагрузки коммунальных потребителей. Применение искусственных нейронных сетей для моделирования электрических нагрузок. Проблемы и преимущества метода..

3.3. Темы практических занятий

1. 14. Основные тренды в развитии распределенной энергетике. Многофункциональные энерготехнологические комплексы, преимущества комбинированных технологий.;
2. 16. Контрольное занятие №4. Тестирование по теме "Энергетическая эффективность в распределенной энергетике".;
3. 15. Критерии эффективности схемных решений. Анализ энергетических и массовых потоков. Задачи оптимизации схем энергетических комплексов. Моделирование энергетических нагрузок.;
4. 1. Роль и место распределенной энергетике в мире и РФ. Потенциал энергоресурсов.;
5. 12. Контрольное занятие №3. Защита расчетных работ по теме "Экспериментальные исследования свойств биомассы".;
6. 2. Свойства биомассы. Технический и элементный анализ. Способы представления характеристик биомассы.;
7. 5. Технологии получения биогаза.;
8. 8. Контрольное занятие №2. Контрольная работа по теме "Энергетические установки, использующие биотопливо".;
9. 7. Технологии получения электроэнергии при сжигании биомассы. Газопоршневые установки.;
10. 14. Основные тренды в развитии распределенной энергетике. Многофункциональные энерготехнологические комплексы, преимущества комбинированных технологий.;

11. 9. Экспериментальные методы исследования биомассы и процессов, протекающих про ее переработку, а также свойств конечный продуктов.;
12. 10. Термогравиметрический анализ биомассы. Калориметрия.;
13. 11. Элементный анализ биомассы. Двухстадийная пиролизическая конверсия.;
14. 3. Методы использования биомассы в энергетике, технологии конверсии биомассы и показатели их эффективности.;
15. 13. Производство жидких топлив из биомассы.;
16. 6. Технологии получения электроэнергии при сжигании биомассы. Газотурбинные установки.;
17. 4. Контрольное занятие №1. Контрольная работа по теме "Свойства биомассы"..

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Один академический час посвящается консультации по написанию расчетного задания и обработке результатов экспериментов, выданных студентам.

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	
Знать:						
классификацию источников энергии, роль и место распределенной энергетики в мировом энергетическом балансе (ПК-2.1)	ИД-5 _{ПК-5}	+				Проверочная работа/Энергетическая эффективность в распределенной энергетике
существующие проблемы и решения в области использования ВУР в распределенной энергетике (ПК-2.1)	ИД-5 _{ПК-5}	+			+	Проверочная работа/Энергетическая эффективность в распределенной энергетике
конструкции и характеристики установок на базе ВУР, технологические схемы, показатели эффективности, методы их расчета и анализа (ПК-2.1)	ИД-5 _{ПК-5}			+		Контрольная работа/Энергетические установки, использующие биотопливо
основные физико-химические процессы, происходящие в устройствах по получению биотоплива (ПК-2.1)	ИД-5 _{ПК-5}		+			Контрольная работа/Свойства биомассы
Уметь:						
определять энергетический потенциал и другие теплотехнические характеристики ВУР (ПК-2.2)	ИД-5 _{ПК-5}		+			Контрольная работа/Свойства биомассы Расчетно-графическая работа/Экспериментальные исследования свойств биомассы
выполнять расчеты, связанные с проектированием устройств, использующих ВУР	ИД-5 _{ПК-5}		+	+		Контрольная работа/Энергетические установки, использующие биотопливо

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Защита задания

1. Экспериментальные исследования свойств биомассы (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Свойства биомассы (Контрольная работа)
2. Энергетическая эффективность в распределенной энергетике (Проверочная работа)
3. Энергетические установки, использующие биотопливо (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №1)

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

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Лещинская, Т. Б. Оптимизация систем электроснабжения (в примерах и иллюстрациях) : Учебное пособие по курсу "Оптимизация систем электроснабжения" по специальности "Электроснабжение" / Т. Б. Лещинская, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ). – М. : Изд-во МЭИ, 2002. – 52 с. – ISBN 5-7046-0746-2.;
2. Семенов, Н. А. Вторичные энергоресурсы промышленности и энерготехнологическое комбинирование / Н. А. Семенов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергия, 1968. – 296 с.;
3. Двигатели внутреннего сгорания. Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей : учебник для вузов по специальности "Двигатели внутреннего сгорания" / В. П. Алексеев, [и др.] ; Ред. А. С. Орлин, М. Г. Круглов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1990. – 288 с.;
4. Алхасов, А. Б. Возобновляемая энергетика / А. Б. Алхасов ; Ред. В. Е. Фортов. – 2-е изд. перераб. и доп. – М. : Физматлит, 2012. – 256 с. – ISBN 978-5-9221-1244-4.;
5. Земсков, В. И. Возобновляемые источники энергии в АПК : учебное пособие для вузов по направлению "Агроинженерия" / В. И. Земсков. – СПб. : Лань-Пресс, 2014. – 368 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 978-5-8114-1647-9.;
6. Алхасов А.Б.- "Возобновляемые источники энергии", Издательство: "МЭИ", Москва, 2016 <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009604.html>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;

3. SmathStudio.

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

1. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
2. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
3. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.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-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	В-209/7, Кабинет сотрудников каф. "ТОТ"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-417, Помещение учебно-вспомогательного персонала каф. "ТОТ"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф для документов, шкаф для хранения инвентаря, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная,

		многофункциональный центр, компьютер персональный, принтер, кондиционер
--	--	--

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Возобновляемые углеводородные ресурсы и их использование в системах распределенной энергетики

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Свойства биомассы (Контрольная работа)

КМ-2 Энергетические установки, использующие биотопливо (Контрольная работа)

КМ-3 Экспериментальные исследования свойств биомассы (Расчетно-графическая работа)

КМ-4 Энергетическая эффективность в распределенной энергетике (Проверочная 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	Распределенная энергетика					
1.1	Распределенная энергетика					+
2	Свойства биомассы и методы ее переработки в энергетических целях					
2.1	Биомасса как энергоресурс		+		+	
2.2	Свойства биомассы		+	+	+	
2.3	Методы конверсии биомассы		+		+	
3	Энергетические установки, использующие биотопливо					
3.1	Типы установок, работающих на биотопливе			+		
3.2	Газопоршневые технологии в распределенной энергетике			+		
3.3	Газотурбинные технологии в распределенной энергетике			+		
4	Энергетическая эффективность в распределенной энергетике					
4.1	Оптимизация состава оборудования и режимов работы энергетических комплексов					+
4.2	Оптимизация передачи электроэнергии					+
4.3	Моделирование энергетических нагрузок					+
Вес КМ, %:			25	20	20	35

