

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: Техногенная безопасность в электроэнергетике и электротехнике

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ОБЩАЯ ЭНЕРГЕТИКА

| | |
|--|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.04 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 6 семестр - 3; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 108 часов |
| Лекции | 6 семестр - 28 часа; |
| Практические занятия | 6 семестр - 14 часов; |
| Лабораторные работы | не предусмотрено учебным планом |
| Консультации | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| Самостоятельная работа | 6 семестр - 65,7 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: Тестирование Контрольная работа Проверочная работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Зачет с оценкой | 6 семестр - 0,3 часа; |

Москва 2021

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

| | | |
|--|---|-----------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Кулага М.А. |
| | Идентификатор | R92f1955c-KulagaMA-fa6c493d |

(подпись)

М.А. Кулага

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

| | | |
|--|---|---------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Кондратьева О.Е. |
| | Идентификатор | R4c792df8-KondratyevaOYe-7169b3 |

(подпись)

О.Е.

Кондратьева

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

| | | |
|--|---|---------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Кондратьева О.Е. |
| | Идентификатор | R4c792df8-KondratyevaOYe-7169b3 |

(подпись)

О.Е.

Кондратьева

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Формирование знаний о видах природных источников энергии и способах преобразования их в электрическую и тепловую энергии.

Задачи дисциплины

- Освоение технологических процессов производства тепловой и электрической энергий при использовании различных энергоресурсов;
- Овладение основами теплотехники;
- Изучение принципов построения энергетической и электроэнергетической систем.

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 применять знание особенностей и характеристик элементов электроэнергетических систем и электротехнических комплексов, способов производства и использования электроэнергии в профессиональной деятельности | ИД-1 _{ПК-4} Демонстрирует знание основных способов производства электроэнергии, структуры электроэнергетических систем | знать: - Основные природные источники энергии и способы их преобразования в другие виды энергии; - Технологические процессы производства тепловой и электрической энергий. уметь: - Разрабатывать структурную схему электростанции на основе ВИЭ и рассчитывать ее мощность, выработку электроэнергии и КПД; - Применять типовые решения при построении электроэнергетической системы. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Техногенная безопасность в электроэнергетике и электротехнике (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 3 зачетных единицы, 108 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 | Энергетические ресурсы и их использование | 16 | 6 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 10 | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Энергетические ресурсы и их использование"</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Энергетические ресурсы и их использование"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр..5-34 [2], стр. 5-25</p> | |
| 1.1 | Невозобновляемые энергоресурсы. | 8 | | 2 | - | 1 | - | - | - | - | - | 5 | - | | |
| 1.2 | Возобновляемые энергоресурсы | 8 | | 2 | - | 1 | - | - | - | - | - | 5 | - | | |
| 2 | Основы теплотехники | 12 | | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | 8 | - | <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы теплотехники"</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Основы теплотехники"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр.35-102 [2], стр. 26-90</p> |
| 2.1 | Термодинамика | 6 | | 1 | - | 1 | - | - | - | - | - | 4 | - | | |
| 2.2 | Теплообмен | 6 | 1 | - | 1 | - | - | - | - | - | 4 | - | | | |
| 3 | Тепловые электрические станции | 26 | 6 | - | 4 | - | - | - | - | - | - | 16 | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Тепловые электрические станции"</p> <p><u>Подготовка реферата:</u> В рамках</p> | |
| 3.1 | Тепловые | 7 | 2 | - | 1 | - | - | - | - | - | - | 4 | - | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|------|---|---|---|---|---|---|---|---|------|---|--|---|
| | | | | | | | | | | | | | | <p>энергетика". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения:</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Возобновляемая и альтернативная энергетика"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Возобновляемая и альтернативная энергетика" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Возобновляемая и альтернативная энергетика"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], стр.143-170 [2], стр. 123-149 [3], стр. 69-71</p> |
| 5 | Электроэнергетическая система как часть энергетической системы | 27.7 | 8 | - | 4 | - | - | - | - | - | 15.7 | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Электроэнергетическая система как часть энергетической системы"</p> | |
| 5.1 | Электроэнергетическая система | 27.7 | 8 | - | 4 | - | - | - | - | - | 15.7 | - | <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Электроэнергетическая система как часть энергетической системы и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Электроэнергетическая система как часть энергетической системы". Студенты необходимо повторить теоретический</p> | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|--------------|--|-----------|---|-----------|---|---|---|------------|------------|-------------|---|--|
| | | | | | | | | | | | | | | материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Электроэнергетическая система как часть энергетической системы" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр.315-402 [3], стр. 109-149 |
| | Зачет с оценкой | 0.3 | | - | - | - | - | - | - | - | 0.3 | - | - | |
| | Всего за семестр | 108.0 | | 28 | - | 14 | - | - | - | - | 0.3 | 65.7 | - | |
| | Итого за семестр | 108.0 | | 28 | - | 14 | - | - | - | 0.3 | | 65.7 | - | |

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. Энергетические ресурсы и их использование

1.1. Невозобновляемые энергоресурсы.

Общие сведения. Невозобновляемые источники энергии. Органические топлива (горючие). Состав продуктов сгорания при сжигании органических топлив. Неорганические топлива (горючие). Ядерная энергия и механизм тепловыделения..

1.2. Возобновляемые энергоресурсы

Возобновляемые источники энергии. Тепло недр Земли и толщи вод морей. Солнечная энергия. Энергия движения воздуха в атмосфере. Гидроэнергетические ресурсы..

2. Основы теплотехники

2.1. Термодинамика

Основные положения технической термодинамики. Внутренняя энергия, работа расширения. I закон термодинамики. Теплоемкость, энтальпия и энтропия. II закон термодинамики. Основные термодинамические процессы идеальных газов. Реальные газы, вода и водяной пар. Круговой процесс, цикл Карно..

2.2. Теплообмен

Основы теории теплообмена. Основные понятия и определения. Теплопроводность. Конвективный теплообмен. Лучистый теплообмен. Теплопередача (сложный теплообмен)..

3. Тепловые электрические станции

3.1. Тепловые электрические станции (КЭС, ТЭЦ)

Циклы основных тепловых электрических станций (ТЭС). Общие сведения и типы электростанций. Паротурбинные электрические станции (КЭС и ТЭЦ). Цикл газотурбинной установки (ГТУ). Парогазовые установки (ПГУ)..

3.2. Атомные электрические станции (АЭС)

Технологические схемы и принцип работы АЭС.

3.3. Основное оборудование ТЭС

Котельные установки ТЭС. Общие сведения. Назначение и классификация котлоагрегатов. Основные виды котельных агрегатов. Основные элементы котельного агрегата. Коэффициент полезного действия и расход топлива. Паровые турбины ТЭС. Основные сведения. Классификация и основные конструкции паровых турбин. Потери энергии и КПД турбины. Конденсационные установки паровых турбин..

3.4. Системы теплоснабжения

Классификация систем теплоснабжения. Тепловые системы источников тепла. Районные и промышленные отопительные котельные. Основное теплофикационное оборудование. Центральные тепловые пункты (ЦТП).

4. Возобновляемая и альтернативная энергетика

4.1. Гидроэлектрические станции (ГЭС).

Общие положения. Энергия речного водотока. Схемы создания напора и основное оборудование ГЭС. Напоры гидроэлектрических станций. Гидротурбины. Устройство и принцип работы ГЭС. Мощность, энергия и КПД ГЭС. Гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС). Приливные электростанции (ПЭС)..

4.2. Солнечные электростанции (СЭС).

Общие сведения. Типы, классификация. Способы преобразования солнечной энергии. Устройство и принцип работы СЭС. Мощность, энергия и КПД СЭС..

4.3. Ветровые электростанции (ВЭС).

Общие положения. Энергия и мощность воздушного потока. Классификация ВЭС. Устройство и принцип работы ВЭС. Мощность, энергия и КПД ВЭС..

4.4. Альтернативная энергетика.

Морские электростанции. Геотермальные электростанции. Электростанции на биогазе..

5. Электроэнергетическая система как часть энергетической системы

5.1. Электроэнергетическая система

Электроэнергетическая система (ЭЭС): основные понятия, термины и определения. Характеристика передачи электрической энергии переменным и постоянным током. Системы передачи и распределения электрической энергии.. Основное оборудование ЭЭС. Конструктивное исполнение линий электропередачи (ЛЭП). Общие требования к схемам и надежности электроснабжения..

3.3. Темы практических занятий

1. Энергетические ресурсы;
2. Основы теплотехники;
3. Тепловые электрические станции. Технологические циклы;
4. Основное оборудование электростанций;
5. Возобновляемая и альтернативная энергетика;
6. Электроэнергетическая система. Основное электрооборудование электростанций и подстанций.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

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 | |
| Знать: | | | | | | | |
| Технологические процессы производства тепловой и электрической энергий | ИД-1пк-4 | | | + | | | Контрольная работа/Технологический цикл и основное оборудование тепловых электрических станций. Системы теплоснабжения |
| Основные природные источники энергии и способы их преобразования в другие виды энергии | ИД-1пк-4 | + | + | | | | Тестирование/Энергетические ресурсы. Теория теплообмена |
| Уметь: | | | | | | | |
| Применять типовые решения при построении электроэнергетической системы | ИД-1пк-4 | | | | + | + | Проверочная работа/Электроэнергетическая система |
| Разрабатывать структурную схему электростанции на основе ВИЭ и рассчитывать ее мощность, выработку электроэнергии и КПД | ИД-1пк-4 | | | | + | | Проверочная работа/Возобновляемая и альтернативная энергетика |

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

6 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Возобновляемая и альтернативная энергетика (Проверочная работа)
2. Технологический цикл и основное оборудование тепловых электрических станций. Системы теплоснабжения (Контрольная работа)
3. Энергетические ресурсы. Теория теплообмена (Тестирование)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Электроэнергетическая система (Проверочная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №6)

По совокупности КМ

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Быстрицкий, Г. Ф. Общая энергетика (производство тепловой и электрической энергии) : учебник для вузов по направлениям 140600 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии", 140200 "Электроэнергетика" / Г. Ф. Быстрицкий, Г. Г. Гасангаджиев, В. С. Кожиченков . – М. : КноРус, 2013 . – 408 с. – (Бакалавриат) . - ISBN 978-5-406-02742-4 .;
2. Быстрицкий, Г. Ф. Основы энергетика : учебник для вузов по направлениям 654500 "Электротехника, электромеханика и электротехнология" и 650900 "Электроэнергетика" / Г. Ф. Быстрицкий . – 2-е изд., испр. и доп . – М. : КноРус, 2011 . – 352 с. - ISBN 978-5-406-00343-5 .;
3. Л. В. Куликова, О. Н. Дробязко- "Общая энергетика: учебное пособие по дисциплине «Общая энергетика» для студентов, обучающихся по направлению «Электроэнергетика и электротехника», (Изд. 2-е, перераб.), Издательство: "Директ-Медиа", Москва, Берлин, 2020 - (179 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=595964>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Майнд Видеоконференции;
4. Acrobat Reader.

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 Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
9. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
10. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
11. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
12. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
13. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
14. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
15. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;>
<http://docs.cntd.ru/>
16. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
17. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
18. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
19. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
20. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки - <https://obrnadzor>
21. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

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 |
| | Д-401, Учебная аудитория | стол преподавателя, доска меловая, мультимедийный проектор, экран |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| | А-306, Учебная аудитория "А" | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| | Д-401, Учебная аудитория | стол преподавателя, доска меловая, мультимедийный проектор, экран |
| Помещения для самостоятельной работы | НТБ-303, Компьютерный | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, |

| | | |
|--|--|---|
| | читальный зал | компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер |
| Помещения для консультирования | ЭППЭ-21а, Комната сотрудников | кресло рабочее, стол преподавателя, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки, принтер |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | А-217, Кабинет сотрудников каф. "ЭППЭ" | кресло рабочее, стеллаж, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая энергетика

(название дисциплины)

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Энергетические ресурсы. Теория теплообмена (Тестирование)

КМ-2 Технологический цикл и основное оборудование тепловых электрических станций.
Системы теплоснабжения (Контрольная работа)

КМ-3 Возобновляемая и альтернативная энергетика (Проверочная работа)

КМ-4 Электроэнергетическая система (Проверочная работа)

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 | 14 |
| 1 | Энергетические ресурсы и их использование | | | | | |
| 1.1 | Невозобновляемые энергоресурсы. | | + | | | |
| 1.2 | Возобновляемые энергоресурсы | | + | | | |
| 2 | Основы теплотехники | | | | | |
| 2.1 | Термодинамика | | + | | | |
| 2.2 | Теплообмен | | + | | | |
| 3 | Тепловые электрические станции | | | | | |
| 3.1 | Тепловые электрические станции (КЭС, ТЭЦ) | | | + | | |
| 3.2 | Атомные электрические станции (АЭС) | | | + | | |
| 3.3 | Основное оборудование ТЭС | | | + | | |
| 3.4 | Системы теплоснабжения | | | + | | |
| 4 | Возобновляемая и альтернативная энергетика | | | | | |
| 4.1 | Гидроэлектрические станции (ГЭС). | | | | | + |
| 4.2 | Солнечные электростанции (СЭС). | | | | + | |

| | | | | | |
|------------|--|----|----|----|----|
| 4.3 | Ветровые электростанции (ВЭС). | | | + | |
| 4.4 | Альтернативная энергетика. | | | + | |
| 5 | Электроэнергетическая система как часть энергетической системы | | | | |
| 5.1 | Электроэнергетическая система | | | | + |
| Вес КМ, %: | | 20 | 30 | 25 | 25 |