

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Инжиниринг в системах электроснабжения

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**АЛГОРИТМЫ РАСЧЕТОВ РЕЖИМОВ СИСТЕМ**  
**ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

|  |  |
|--|--|
| <b>Блок:</b>   | Блок 1 «Дисциплины (модули)»                             |
| <b>Часть образовательной программы:</b>                    | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| <b>№ дисциплины по учебному плану:</b>                     | Б2.Ч.10.02.01  |
| <b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>                   | 3 семестр - 5;   |
| <b>Часов (всего) по учебному плану:</b>                    | 180 часов  |
| <b>Лекции</b>  | 3 семестр - 16 часов;                                    |
| <b>Практические занятия</b>                                | 3 семестр - 16 часов;                                    |
| <b>Лабораторные работы</b>                                 | 3 семестр - 16 часов;                                    |
| <b>Консультации</b>  | 3 семестр - 18 часов;                                    |
| <b>Самостоятельная работа</b>                              | 3 семестр - 109,2 часов;                                 |
| <b>в том числе на КП/КР</b>                                | 3 семестр - 15,7 часов;                                  |
| <b>Иная контактная работа</b>                              | 3 семестр - 4 часа;                                      |
| <b>включая:</b><br>Проблемная лекция<br>Контрольная работа |  |
| <b>Промежуточная аттестация:</b>                           |  |
| <b>Защита курсовой работы</b>                              | 3 семестр - 0,3 часа;                                    |
| <b>Экзамен</b>   | 3 семестр - 0,5 часа;                                    |
|  | всего - 0,8 часа   |

**Москва 2023**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

|  |  |                                 |
|--|--|---------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                 |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                 |
|  | Владелец   | Шульженко С.В.                  |
|  | Идентификатор                                      | Rdc34181f-ShulzhenkoSV-c0af1cc3 |

(подпись)

С.В. Шульженко

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

|  |  |                              |
|--|--|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|  | Владелец   | Шведов Г.В.                  |
|  | Идентификатор                                      | Rdd042f00-ShvedovGV-637a98fb |

(подпись)

Г.В. Шведов

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

|  |  |                               |
|--|--|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|  | Владелец   | Шаров Ю.В.                    |
|  | Идентификатор                                      | R324da3b6-SharovYurV-0bb905bf |

(подпись)

Ю.В. Шаров

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Цель освоения дисциплины: изучение методики и алгоритмов расчетов режимов систем электроснабжения.

### Задачи дисциплины

- 1) Освоение современных математических методов для расчетов режимов работы электроэнергетических систем и систем электроснабжения (СЭС) в различных условиях, для выбора оптимальных (наилучших) решений при решении различных задач.;
- 2) Освоение современных математических методов для оптимального размещения компенсирующих устройств в распределительной сети.;
- 3) Освоение современных математических методов для получения наилучшей оценки режима СЭС по данным измерений.;
- 4) Освоение современных математических методов для оптимального распределения активной и реактивной нагрузки между всеми источниками..

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 участвовать в управлении проектами систем электроснабжения объектов | ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Разрабатывает компромиссные варианты структурных схем системы электроснабжения объекта      | знать:<br>- Современные методы расчетов установившихся режимов ЭЭС, методы поиска оптимальных решений в задачах электроэнергетики..<br><br>уметь:<br>- Применять методы и средства автоматизированных систем управления режимами СЭС.;;<br>- Планировать и ставить задачи для установления оптимальных режимов СЭС.. |
| ПК-1 Способен участвовать в управлении проектами систем электроснабжения объектов | ИД-5 <sub>ПК-1</sub> Участвует в управлении развитием систем электроснабжения объекта                            | уметь:<br>- Применять методы и алгоритмы, изученные в данной дисциплине, для поиска наилучших решений при оптимизации режимов и оценивании состояния СЭС.;;<br>- Использовать технические средства для определения основных параметров электроэнергетических объектов и систем и происходящих в них процессов..      |
| ПК-1 Способен участвовать в управлении проектами систем электроснабжения объектов | ИД-6 <sub>ПК-1</sub> Разрабатывает мероприятия по повышению энергоэффективности систем электроснабжения объектов | уметь:<br>- Использовать в практической деятельности новые знания и умения, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение, в том числе с помощью информационных технологий.;   |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения  |
|--------------------------------|--|--|
|                                |  | - Осуществлять поиск оптимального расположения компенсирующих устройств в распределительной электрической сети.. |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Инжиниринг в системах электроснабжения (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Теоретические основы электротехники
- знать Дифференциальное и интегральное исчисления, матричные преобразования
- уметь Использовать полученные ранее знания в ходе изучения дисциплины
- уметь Анализировать и представлять результаты расчетов по предлагаемым алгоритмам и программам для дальнейшего их исследования
- уметь Обладать опытом работы на компьютерах, в операционных системах, специализированных программах, что позволит студенту выполнять лабораторные работы в дисплейном классе, оформлять результаты расчетов по предлагаемым программам

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     | Автоматизированные системы диспетчерского управления  | 4                     | 3       | 2  | -   | -  | -            | - | -   | -  | -  | 2                 | -                                 | <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Назначение автоматизированных систем диспетчерского управления (АСДУ), их основные функции. Структура АСДУ. Информация, необходимая для управления ЭЭС.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[2], 4-8</p>   |
| 1.1   | Назначение автоматизированных систем диспетчерского управления (АСДУ), их основные функции. | 4                     |         | 2  | -   | -  | -            | - | -   | -  | -  | 2                 | -                                 |   |
| 2     | Информация в АСУ  | 18                    |         | 2  | 4   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 10                                |   |
| 2.1   | Классификация информации в АСУ. Измерение информации.                                       | 18                    |         | 2  | 4   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | 10                | -                                 | <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Классификация информации в АСУ. Измерение информации. Кодирование информации. Повышение помехоустойчивости передаваемой информации: код с обнаружением ошибки, код с исправлением ошибки, код Хэмминга. Модуляция сигналов, виды модуляции. Каналы передачи информации в электрических сетях. Многоканальные системы передачи информации. Временное, кодовое и частотное разделение информации в многоканальной системе передачи информации. Помехи при передаче информации, их источники и характеристики. Способы повышения помехоустойчивости при передаче</p> |

|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |  |
|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|--|
|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   | информации.<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], 3-13<br>[2], 8-25  |
| 3   | Оптимизация установившихся режимов ЭЭС  | 16 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 12 | - | <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Постановка задачи оптимизации установившихся режимов ЭЭС. Критерии оптимальности. Ограничения, накладываемые на физические параметры и условия работы основного энергетического оборудования. Узловые уравнения установившегося режима ЭЭС. Зависимые и независимые параметры. Целевые функции и ограничения при решении задач расчета и оптимизации установившихся режимов ЭЭС.<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[2], 25-31  |
| 3.1 | Постановка задачи оптимизации установившихся режимов ЭЭС. Критерии оптимальности. Ограничения, накладываемые на физические параметры и условия работы основного энергетического оборудования. | 16 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 12 | - |  |
| 4   | Оптимальное распределение активной и реактивной нагрузки между источниками  | 24 | 2 | 6 | 4 | - | - | - | - | - | 12 | - | <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Характеристики графиков нагрузки. Характеристики электростанций различных типов. Постановка задачи оптимального распределения активной нагрузки между ТЭС. Принимаемые допущения. Анализ получаемых критериев. Оптимальное распределение активной нагрузки с учетом потерь активной мощности в электрических сетях. Методы определения оптимальных режимов в смешанных ЭЭС, содержащих гидроэлектростанции (ГЭС). Понятие оптимального распределения реактивной нагрузки между источниками реактивной мощности. Комплексная оптимизация установившегося режима ЭЭС. Допущения, сводящие эту задачу к раздельной |
| 4.1 | Постановка задачи оптимального распределения активной нагрузки между ТЭС, между ТЭС и ГЭС.  | 24 | 2 | 6 | 4 | - | - | - | - | - | 12 | - |  |

|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |   |
|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|
|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   | оптимизации. Прямые методы оптимизации установившегося режима ЭЭС по активной мощности.<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], 2540<br>[2], 31-60  |
| 5   | Оценивание состояния ЭЭС  | 24 | 4 | 6 | 2 | - | - | - | - | - | 12 | - | <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Введение в оценивание состояния ЭЭС. Погрешности оценивания состояния ЭЭС. Методы построения целевой функции для оценивания состояния ЭЭС. Алгоритм метода обобщенной нормальной оценки. Понятие наблюдаемости ЭЭС. Определение наблюдаемости ЭЭС по данным измерений. Метод сопряженных градиентов для оценивания состояния ЭЭС. Метод Ньютона 2-го порядка для оценивания состояния ЭЭС. Раздельный метод Ньютона 2-го порядка для оценивания состояния ЭЭС. Сопоставление метода сопряженных градиентов и метода Ньютона 2-го порядка. Метод максимального правдоподобия в оценивании состояния ЭЭС. Динамическое оценивание состояния ЭЭС. |
| 5.1 | Введение в оценивание состояния ЭЭС. Погрешности оценивания состояния ЭЭС. Используемые методы. | 24 | 4 | 6 | 2 | - | - | - | - | - | 12 | - | <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], 13-24<br>[2], 74-93  |
| 6   | Экономически целесообразная компенсация реактивной мощности в распределительных сетях           | 12 | 2 | - | 4 | - | - | - | - | - | 6  | - | <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Понятие об экономически целесообразной компенсации реактивной мощности в распределительных сетях. Выбор мощности компенсирующих устройств в магистральных  |
| 6.1 | Понятие об экономически целесообразной  | 12 | 2 | - | 4 | - | - | - | - | - | 6  | - | распределительных сетях. Выбор мощности компенсирующих устройств в радиальных распределительных сетях. Выбор мощности   |

|     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
|     | компенсации реактивной мощности в распределительных сетях.  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | компенсирующих устройств в радиально-магистральных распределительных сетях. Оптимальное размещение батарей конденсаторов в распределительных сетях с учетом изменения напряжения.<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[2], 98-106   |
| 7   | Применение накопителей электроэнергии в электрических сетях   | 6 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 4 | - | <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Типы накопителей электроэнергии. Схемы и математические модели элементов энергосистем с использованием индуктивных, батарейных и конденсаторных накопителей электроэнергии. Особенности режимов работы накопителей электроэнергии в составе энергосистемы. Алгоритм расчета установившегося режима энергосистемы с накопителями электроэнергии.<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], 53-63<br>[2], 113-119   |
| 7.1 | Типы накопителей электроэнергии. Схемы и математические модели элементов энергосистем с использованием индуктивных, батарейных и конденсаторных накопителей электроэнергии. | 6 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 4 | - |  |
| 8   | Проектирование распределительной сети 6-10 кВ транспортным методом.   | 4 | - | - | 2 | - | - | - | - | - | 2 | - | <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Понятие о транспортном методе. Метод минимальной стоимости перевозки. Метод аппроксимации Фогеля. Метод потенциалов. Использование транспортного метода в целочисленном программировании. Использование транспортного метода в электроэнергетике. Алгоритм проектирования магистрально-радиальной электрической сети методом "транспортная задача".<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], 41-53<br>[3], 21-34 |
| 8.1 | Понятие о транспортном методе. Использование транспортного метода в целочисленном программировании. Использование транспортного метода в электроэнергетике.                 | 4 | - | - | 2 | - | - | - | - | - | 2 | - |  |

|  |                         |              |           |           |           |           |          |          |          |            |              |             |  |            |
|--|-------------------------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|------------|--------------|-------------|--|------------|
|  |                         |              |           |           |           |           |          |          |          |            |              |             |  | [4], 48-66 |
|  | Экзамен                 | 36.0         | -         | -         | -         | -         | 2        | -        | -        | 0.5        | -            | 33.5        |  |            |
|  | Курсовая работа (КР)    | 36.0         | -         | -         | -         | 16        | -        | 4        | -        | 0.3        | 15.7         | -           |  |            |
|  | <b>Всего за семестр</b> | <b>180.0</b> | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>2</b> | <b>4</b> | <b>-</b> | <b>0.8</b> | <b>75.7</b>  | <b>33.5</b> |  |            |
|  | <b>Итого за семестр</b> | <b>180.0</b> | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>18</b> |          | <b>4</b> |          | <b>0.8</b> | <b>109.2</b> |             |  |            |

**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. Автоматизированные системы диспетчерского управления

1.1. Назначение автоматизированных систем диспетчерского управления (АСДУ), их основные функции.

Назначение автоматизированных систем диспетчерского управления (АСДУ), их основные функции.. Структура АСДУ. Информация, необходимая для управления ЭЭС..

### 2. Информация в АСУ

2.1. Классификация информации в АСУ. Измерение информации.

Классификация информации в АСУ. Измерение информации.. Кодирование информации.. Повышение помехоустойчивости передаваемой информации: код с обнаружением ошибки, код с исправлением ошибки, код Хэмминга.. Модуляция сигналов, виды модуляции.. Каналы передачи информации в электрических сетях. Многоканальные системы передачи информации. Временное, кодовое и частотное разделение информации в многоканальной системе передачи информации.. Помехи при передаче информации, их источники и характеристики. Способы повышения помехоустойчивости при передаче информации..

### 3. Оптимизация установившихся режимов ЭЭС

3.1. Постановка задачи оптимизации установившихся режимов ЭЭС. Критерии оптимальности. Ограничения, накладываемые на физические параметры и условия работы основного энергетического оборудования.

Постановка задачи оптимизации установившихся режимов ЭЭС. Критерии оптимальности. Ограничения, накладываемые на физические параметры и условия работы основного энергетического оборудования.. Узловые уравнения установившегося режима ЭЭС. Зависимые и независимые параметры. Целевые функции и ограничения при решении задач расчета и оптимизации установившихся режимов ЭЭС..

### 4. Оптимальное распределение активной и реактивной нагрузки между источниками

4.1. Постановка задачи оптимального распределения активной нагрузки между ТЭС, между ТЭС и ГЭС.

Характеристики графиков нагрузки. Характеристики электростанций различных типов.. Постановка задачи оптимального распределения активной нагрузки между ТЭС. Принимаемые допущения. Анализ получаемых критериев.. Оптимальное распределение активной нагрузки с учетом потерь активной мощности в электрических сетях.. Методы определения оптимальных режимов в смешанных ЭЭС, содержащих гидроэлектростанции (ГЭС).. Прямые методы оптимизации установившегося режима ЭЭС по активной мощности.. Понятие оптимального распределения реактивной нагрузки между источниками реактивной мощности.. Комплексная оптимизация установившегося режима ЭЭС. Допущения, сводящие эту задачу к отдельной оптимизации..

### 5. Оценка состояния ЭЭС

5.1. Введение в оценку состояния ЭЭС. Погрешности оценивания состояния ЭЭС. Используемые методы.

Введение в оценку состояния ЭЭС. Погрешности оценивания состояния ЭЭС.. Методы построения целевой функции для оценивания состояния ЭЭС.. Алгоритм метода

обобщенной нормальной оценки.. Понятие наблюдаемости ЭЭС. Определение наблюдаемости ЭЭС по данным измерений.. Метод сопряженных градиентов для оценивания состояния ЭЭС. Метод Ньютона 2-го порядка для оценивания состояния ЭЭС. Раздельный метод Ньютона 2-го порядка для оценивания состояния ЭЭС. Сопоставление метода сопряженных градиентов и метода Ньютона 2-го порядка.. Метод максимального правдоподобия в оценивании состояния ЭЭС. Динамическое оценивание состояния ЭЭС..

#### 6. Экономически целесообразная компенсация реактивной мощности в распределительных сетях

6.1. Понятие об экономически целесообразной компенсации реактивной мощности в распределительных сетях.

Понятие об экономически целесообразной компенсации реактивной мощности в распределительных сетях.. Выбор мощности компенсирующих устройств в магистральных распределительных сетях.. Выбор мощности компенсирующих устройств в радиальных распределительных сетях.. Выбор мощности компенсирующих устройств в радиально-магистральных распределительных сетях.. Оптимальное размещение батарей конденсаторов в распределительных сетях с учетом изменения напряжения..

#### 7. Применение накопителей электроэнергии в электрических сетях

7.1. Типы накопителей электроэнергии. Схемы и математические модели элементов энергосистем с использованием индуктивных, батарейных и конденсаторных накопителей электроэнергии.

Типы накопителей электроэнергии. Схемы и математические модели элементов энергосистем с использованием индуктивных, батарейных и конденсаторных накопителей электроэнергии.. Особенности режимов работы накопителей электроэнергии в составе энергосистемы. Алгоритм расчета установившегося режима энергосистемы с накопителями электроэнергии..

#### 8. Проектирование распределительной сети 6-10 кВ транспортным методом.

8.1. Понятие о транспортном методе. Использование транспортного метода в целочисленном программировании. Использование транспортного метода в электроэнергетике.

Понятие о транспортном методе. Метод минимальной стоимости перевозки. Метод аппроксимации Фогеля. Метод потенциалов. Использование транспортного метода в целочисленном программировании.. Использование транспортного метода в электроэнергетике. Алгоритм проектирования магистрально-радиальной электрической сети методом "транспортная задача"..

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

1. 1. Применение кодов Шеннона и Хэмминга для кодирования информации. (2 часа);
2. 2. Графическое распределение нагрузки ТЭС между ее агрегатами. (2 часа);
3. 3. Оптимальное распределение нагрузки СЭС между ТЭС, между ТЭС и ГЭС, применение прямого метода оптимального распределения нагрузки между ТЭС и ГЭС. (6 часов);
4. 4. Оценивание состояния ЭЭС по данным измерений параметров режима. (4 часов);
5. 5. Оптимальное размещение батарей конденсаторов в распределительных сетях с учетом изменения напряжения. (2 часа).

### 3.4. Темы лабораторных работ

1. 1. Расстановка устройств телемеханики в электрической сети с целью повышения ее наблюдаемости. (4 часов);
2. 2. Оценивание состояния электрической сети по данным телеизмерений активной мощности и выявление измерений с грубыми погрешностями. (6 часов);
3. 3. Оптимизация режима простейшей энергосистемы по активной мощности прямым методом. (6 часов).

### 3.5 Консультации

#### Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Ответы на вопросы студентов по ходу выполнения КР.

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Пояснение по АСДУ.
2. Пояснения по принципам работы АСУ. Подготовка к контрольной работе 1 и к выполнению ЛР 1.
3. Пояснения по разделу и подготовка к выполнению контрольной работы 2.
4. Пояснения по разделу, подготовка к контрольной работе 3,4 и к выполнению ЛР 3.
5. Пояснения по разделу, подготовка к контрольной работе 5,6 и к выполнению ЛР 2.
6. Пояснения по разделу, подготовка к контрольной работе 7.
7. Пояснения по разделу, подготовка к контрольной работе 8.

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

1. Проверка выполнения КР с объяснением ошибок.

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

#### 3 Семестр

Курсовая работа (КР)

Темы:

- Проектирование распределительной электрической сети 10 кВ транспортным методом. 1. Выбор начального графа сети любым способом. 2. Поиск оптимального графа сети методом потенциалов.

#### **График выполнения курсового проекта**

| Неделя                                  | 1 - 7 | 8 - 16 | Зачетная                 |
|---|-------|--------|--------------------------|
| Раздел курсового проекта                |       | 1      | Защита курсового проекта |
| Объем раздела, %                        | 10    | 90     | -                        |
| Выполненный объем нарастающим итогом, % | 10    | 100    | -                        |

| Номер раздела | Раздел курсового проекта  |
|---------------|---|
| 1             | Проектирование распределительной сети 10 кВ транспортным методом. |

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине<br>(в соответствии с разделом 1)  | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины<br>(в соответствии с п.3.1) |   |   |   |   |   |   |   | Оценочное средство<br>(тип и наименование)   |
|---|------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|--|
|   |                  | 1  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |  |
| <b>Знать:</b>   |                  |  |   |   |   |   |   |   |   |  |
| Современные методы расчетов установившихся режимов ЭЭС, методы поиска оптимальных решений в задачах электроэнергетики.                        | ИД-2ПК-1         |  |   | + |   |   |   |   |   | Контрольная работа/Характеристик турбоагрегатов<br><br>Контрольная работа/Целевые функции, критерии оптимальности, ограничения, которые применяются при оптимизации режима ЭЭС по активной, реактивной мощностям и в комплексной оптимизации |
| <b>Уметь:</b>   |                  |  |   |   |   |   |   |   |   |  |
| Планировать и ставить задачи для установления оптимальных режимов СЭС.  | ИД-2ПК-1         |  |   |   |   |   |   | + |   | Контрольная работа/Накопители электроэнергии   |
| Применять методы и средства автоматизированных систем управления режимами СЭС.  | ИД-2ПК-1         | +  | + |   |   |   |   |   |   | Контрольная работа/Кодирование информации в АСУ  |
| Использовать технические средства для определения основных параметров электроэнергетических объектов и систем и происходящих в них процессов. | ИД-5ПК-1         |  |   |   | + |   |   |   |   | Контрольная работа/Целевые функции, критерии оптимальности, ограничения, которые применяются при оптимизации режима ЭЭС по активной, реактивной мощностям и в комплексной оптимизации  |
| Применять методы и алгоритмы, изученные в данной дисциплине, для поиска наилучших решений при оптимизации режимов и оценивании состояния СЭС. | ИД-5ПК-1         |  |   |   |   | + |   |   |   | Контрольная работа/Два принципа линеаризации, которые применяются в оценивании состояния ЭЭС<br><br>Контрольная работа/Методы, применяемые при оценивании состояния ЭЭС  |
| Осуществлять поиск оптимального расположения компенсирующих устройств в распределительной электрической сети.                                 | ИД-6ПК-1         |  |   |   |   |   |   | + |   | Контрольная работа/Основные методы расстановки батарей статических конденсаторов в распределительной электрической сети  |

|   |          |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |
|---|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---|
| Использовать в практической деятельности новые знания и умения, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение, в том числе с помощью информационных технологий. | ИД-6ПК-1 |  |  |  |  |  |  |  |  | + | Проблемная лекция/Проверка выполнения курсовой работы |
|---|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---|

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

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **3 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Два принципа линеаризации, которые применяются в оценивании состояния ЭЭС (Контрольная работа)
2. Кодирование информации в АСУ (Контрольная работа)
3. Методы, применяемые при оценивании состояния ЭЭС (Контрольная работа)
4. Накопители электроэнергии (Контрольная работа)
5. Основные методы расстановки батарей статических конденсаторов в распределительной электрической сети (Контрольная работа)
6. Характеристик турбоагрегатов (Контрольная работа)
7. Целевые функции, критерии оптимальности, ограничения, которые применяются при оптимизации режима ЭЭС по активной, реактивной мощностям и в комплексной оптимизации (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Проверка выполнения курсовой работы (Проблемная лекция)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

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

#### Экзамен (Семестр №3)

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

#### Курсовая работа (КР) (Семестр №3)

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

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

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

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Шульженко, С. В. Алгоритмы автоматизированных расчетов систем электроснабжения. Лабораторный практикум : методическое пособие по курсу "Алгоритмы автоматизированных расчетов систем электроснабжения" / С. В. Шульженко, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2014 . – 68 с.  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=7016](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=7016);
2. Шульженко, С. В. Алгоритмы автоматизированных расчетов систем электроснабжения : учебное пособие по курсу "Алгоритмы автоматизированных расчетов систем

- электрообеспечения" по направлению "Электроэнергетика" / С. В. Шульженко, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2015 . – 124 с. - ISBN 978-5-7046-1677-1 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=7693](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=7693);
3. Шульженко, С. В. Методы математической оптимизации : учебное пособие по курсу "Методы математической оптимизации" по направлению "Электроэнергетика и электротехника" модуль "Электроэнергетика" / С. В. Шульженко, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2013 . – 60 с. - ISBN 978-5-7046-1428-9 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5689](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5689);
4. Панов В. А.- "Математические основы теории систем. Методы оптимизации", (2-е изд., перераб. и доп.), Издательство: "ПНИПУ", Пермь, 2011 - (148 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/160852>.

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
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 | Д-26, Учебная аудитория каф. "ЭЭС"                 | кресло рабочее, стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф для хранения инвентаря, вешалка для одежды, экран интерактивный, мультимедийный проектор, доска маркерная, ноутбук, кондиционер, инвентарь специализированный, инвентарь учебный, учебно-наглядное пособие , канцелярский принадлежности, мел, маркер, стилус |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП          | Д-26, Учебная аудитория каф. "ЭЭС"                 | кресло рабочее, стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф для хранения инвентаря, вешалка для одежды, экран интерактивный, мультимедийный проектор, доска маркерная, ноутбук, кондиционер, инвентарь специализированный, инвентарь учебный, учебно-наглядное пособие , канцелярский принадлежности, мел, маркер, стилус |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий                   | Д-2/19, Учебная лаборатория "Вычислительный центр" | стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный,  |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   |  | принтер, телевизор  |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Д-26, Учебная аудитория каф. "ЭЭС"                 | кресло рабочее, стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф для хранения инвентаря, вешалка для одежды, экран интерактивный, мультимедийный проектор, доска маркерная, ноутбук, кондиционер, инвентарь специализированный, инвентарь учебный, учебно-наглядное пособие, канцелярский принадлежности, мел, маркер, стилус |
| Помещения для самостоятельной работы                      | Д-2/19, Учебная лаборатория "Вычислительный центр" | стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, телевизор  |
| Помещения для консультирования                            | Д-2/12(2), Кабинет сотрудников каф. "ЭЭС"          | кресло рабочее, стол для работы с документами, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, тумба, стол для совещаний, принтер, кондиционер, журналы, книги, учебники, пособия, канцелярский принадлежности   |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря  | НТБ-214, Кладовая "НТБ"                            |   |

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Алгоритмы расчетов режимов систем электроснабжения

(название дисциплины)

#### 3 семестр

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

- КМ-1 Проверка выполнения курсовой работы (Проблемная лекция)
- КМ-2 Кодирование информации в АСУ (Контрольная работа)
- КМ-3 Характеристик турбоагрегатов (Контрольная работа)
- КМ-4 Целевые функции, критерии оптимальности, ограничения, которые применяются при оптимизации режима ЭЭС по активной, реактивной мощностям и в комплексной оптимизации (Контрольная работа)
- КМ-5 Методы, применяемые при оценивании состояния ЭЭС (Контрольная работа)
- КМ-6 Два принципа линеаризации, которые применяются в оценивании состояния ЭЭС (Контрольная работа)
- КМ-7 Основные методы расстановки батарей статических конденсаторов в распределительной электрической сети (Контрольная работа)
- КМ-8 Накопители электроэнергии (Контрольная работа)

#### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины   | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 | КМ-6 | КМ-7 | КМ-8 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|               |   | Неделя КМ: | 16   | 2    | 4    | 6    | 8    | 10   | 12   | 14   |
| 1             | Автоматизированные системы диспетчерского управления  |            |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 1.1           | Назначение автоматизированных систем диспетчерского управления (АСДУ), их основные функции.   |            |      | +    |      |      |      |      |      |      |
| 2             | Информация в АСУ  |            |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 2.1           | Классификация информации в АСУ. Измерение информации.   |            |      | +    |      |      |      |      |      |      |
| 3             | Оптимизация установившихся режимов ЭЭС  |            |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 3.1           | Постановка задачи оптимизации установившихся режимов ЭЭС. Критерии оптимальности. Ограничения, накладываемые на физические параметры и условия работы основного энергетического оборудования. |            |      |      | +    | +    |      |      |      |      |
| 4             | Оптимальное распределение активной и реактивной нагрузки между источниками  |            |      |      |      |      |      |      |      |      |

|            |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
|------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 4.1        | Постановка задачи оптимального распределения активной нагрузки между ТЭС, между ТЭС и ГЭС.  |    |    |    | +  |    |    |    |    |
| 5          | Оценивание состояния ЭЭС  |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 5.1        | Введение в оценивание состояния ЭЭС. Погрешности оценивания состояния ЭЭС. Используемые методы.   |    |    |    |    | +  | +  |    |    |
| 6          | Экономически целесообразная компенсация реактивной мощности в распределительных сетях   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 6.1        | Понятие об экономически целесообразной компенсации реактивной мощности в распределительных сетях.   |    |    |    |    |    |    | +  |    |
| 7          | Применение накопителей электроэнергии в электрических сетях   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 7.1        | Типы накопителей электроэнергии. Схемы и математические модели элементов энергосистем с использованием индуктивных, батарейных и конденсаторных накопителей электроэнергии. |    |    |    |    |    |    |    | +  |
| 8          | Проектирование распределительной сети 6-10 кВ транспортным методом.   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 8.1        | Понятие о транспортном методе. Использование транспортного метода в целочисленном программировании. Использование транспортного метода в электроэнергетике.                 | +  |    |    |    |    |    |    |    |
| Вес КМ, %: |   | 16 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |

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

Алгоритмы расчетов режимов систем электроснабжения

(название дисциплины)

**3 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:**

КМ-1 Проверка выполнения курсовой работы

КМ-2 Выдача задания на выполнение курсовой работы.

**Вид промежуточной аттестации – защита КР.**

| Номер раздела | Раздел курсового проекта/курсовой работы                          | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 |
|---------------|---|------------|------|------|
|               |   | Неделя КМ: | 16   | 7    |
| 1             | Проектирование распределительной сети 10 кВ транспортным методом. |            | +    |      |
| Вес КМ, %:    |   |            | 90   | 10   |