

**Министерство науки и высшего образования РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Филиал ФГБОУ ВО НИУ МЭИ в г. Волжском**

---

**Направление подготовки: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Наименование образовательной программы: Эксплуатация и управление режимами  
электроэнергетических систем**

**Уровень образования: магистратура**

**Форма обучения: очная**

**Рабочая программа дисциплины  
РЕЖИМЫ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ (2)**

|   |  |
|---|--|
| <b>Блок:</b>  | <b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>  |
| <b>Часть образовательной программы:</b>                       | <b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений, дисциплины (модули) по выбору 2</b> |
| <b>№ дисциплины по учебному плану:</b>                        | <b>Б1.В.ДВ.02.01</b>   |
| <b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>                      | <b>3 семестр – 3</b>   |
| <b>Часов (всего) по учебному плану:</b>                       | <b>108</b>   |
| <b>Лекции</b>   | <b>3 семестр – 16 часов</b>  |
| <b>Практические занятия</b>                                   | <b>3 семестр – 16 часов</b>  |
| <b>Лабораторные работы</b>                                    | <b>учебным планом не предусмотрены</b>   |
| <b>Аудиторные консультации по курсовым проектам (работам)</b> | <b>учебным планом не предусмотрены</b>   |
| <b>Самостоятельная работа</b>                                 | <b>3 семестр – 40 часов</b>  |
| <b>включая:<br/>РГР</b>                                       | <b>3 семестр – 10 часов</b>  |
| <b>Промежуточная аттестация:</b>                              |  |
| <b>включая:<br/>РГР</b>                                       | <b>3 семестр – 10 часов</b>  |
| <b>курсовые проекты (работы)</b>                              | <b>учебным планом не предусмотрены</b>   |
| <b>Промежуточная аттестация:<br/>экзамен</b>                  | <b>3 семестр – 2,5 часа</b>  |
| <b>Контроль:<br/>экзамен</b>                                  | <b>3 семестр – 33,5 часа</b>   |

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Доцент кафедры Энергетики, к.т.н.,  
доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

Л.Р. Куш

(расшифровка подписи)

Заведующий кафедрой Энергетики  
(название кафедры)

  
(подпись)

Е.Г. Зенина

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы: Эксплуатация и управление режимами электро-  
энергетических систем

Заведующий кафедрой Энергетики,  
к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

Е.Г. Зенина

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой Энергетики  
(название кафедры)

  
(подпись)

Е.Г. Зенина

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение основных закономерностей и режимов работы электрооборудования электростанций и подстанций

**Задачами дисциплины являются:**

- изучение режимов работы электрооборудования электрических станций и подстанций в стационарных режимах и переходных процессах,
- формирование умения и навыков расчета и анализа стационарных режимов работы электрооборудования станций и подстанций.

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 сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов, проведении расчетов и экспериментов в соответствии с типовыми методиками и средствами автоматизации, обработкой полученных результатов, соблюдении производственной и экологической безопасности, управлении, эксплуатации, обслуживании, доводке процессов и ремонте технологического оборудования | ПК-1.1. Осуществляет сбор и анализ исходных данных для исследования энергообъектов  | <b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- возможные режимы работы синхронных генераторов и синхронных компенсаторов;</li><li>- возможные режимы работы силовых трансформаторов;</li><li>- возможные режимы работы трехфазных электродвигателей;</li></ul> <b>уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- анализировать возможные режимы работы основного электрооборудования электростанций с использованием программного обеспечения</li></ul> |
|   | ПК-1.2. Проводит расчеты и эксперименты в соответствии с типовыми методиками и средствами автоматизации и обрабатывает полученные результаты, формирует предложения по их практическому использованию | <b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- схемы и режимы работы основного технологического оборудования электростанций</li><li>- методы моделирования и расчета параметров основного электрооборудования электростанций</li></ul>  |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения   |
|--------------------------------|--|---|
|                                |  | <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать стационарные режимы работы и определять допустимость их применения для работы электрооборудования в системе</li> <li>- проводить технико-экономическое обоснование для оптимизации и управления электроэнергетическими системами и сетями</li> </ul> |

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО**

Дисциплина базируется на дисциплинах: «Исследование режимов и энергетическая эффективность генерирующих систем».

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.

| №<br>п/п | Раздел дисциплины.<br>Форма промежуточной аттестации<br><i>(по семестрам)</i> | Всего часов на раздел | Семестр  | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы |           |          |          |          |            |           |             | СР   | Контроль   | Содержание самостоятельной работы |
|----------|---|-----------------------|----------|--|-----------|----------|----------|----------|------------|-----------|-------------|------|--|-----------------------------------|
|          |   |                       |          | Контактная   |           |          |          |          |            | ПА        |             |      |  |                                   |
|          |   |                       |          | Лек  | Пр        | Лаб      | КПР      | ИККП     |            |           |             |      |  |                                   |
| 1        | Режимы работы синхронных генераторов и компенсаторов                          | 22                    | 3        | 6  | 8         | -        |          |          |            |           | 8           |      | [1], с 30-66<br>[2], с 10-30   |                                   |
| 2        | Режимы работы силовых трансформаторов   | 20                    | 3        | 6  | 4         | -        |          |          |            |           | 10          |      | [1], с 67-95<br>[2], с 32-46   |                                   |
| 3        | Режимы работы электродвигателей собственных нужд                              | 20                    | 3        | 4  | 4         |          |          |          |            |           | 12          |      | [1], с 253-263<br>[2], с 47-70   |                                   |
| 4        | РГР   | 10                    | 3        |  |           |          |          |          |            |           | 10          |      | [2], с 47-70   |                                   |
|          | Экзамен   | 36                    | 3        |  |           | -        |          |          |            | 2,5       |             | 33,5 | Экзамен проводится в устной форме по билетам согласно программе экзамена |                                   |
|          | <b>Итого:</b>   | <b>108</b>            | <b>3</b> | <b>16</b>  | <b>16</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>2,5</b> | <b>40</b> | <b>33,5</b> |      |  |                                   |

Примечание: Лек – лекции; Пр – практические занятия; Лаб – лабораторные работы; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ПА – промежуточная аттестация; СР – самостоятельная работа студента.

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### **3 семестр**

##### **1. Режимы работы синхронных генераторов**

Работа генератора при разных активных нагрузках и постоянных значениях тока возбуждения и напряжения. Работа генератора при разных токах возбуждения и постоянных значениях активной нагрузки и напряжения. Работа синхронных генераторов при нагрузках, токах, коэффициентах мощности и напряжениях, отличных от номинальных. Работа синхронных компенсаторов при разных токах возбуждения. Перегрузки генераторов. Асинхронный режим работы генераторов. Несимметричные режимы работы генераторов. Системы возбуждения генераторов. Технико-экономическое обоснование для оптимизации и управления электроэнергетическими системами и сетями.

##### **2. Режимы работы силовых трансформаторов**

Работа силовых трансформаторов под нагрузкой. Режим перегрузки силового трансформатора. Регулирование напряжения трансформаторов под нагрузкой. Особенности работы трехобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов. Работа силовых трансформаторов при коротких замыканиях. Работа силовых трансформаторов при отключении одной фазы.

##### **3. Режимы работы электродвигателей собственных нужд**

Механические характеристики электродвигателей. Выбор электродвигателей собственных нужд. Влияние частоты и напряжения питающей сети на характеристики вращающего момента. Пуск и самозапуск электродвигателей собственных нужд. Влияние напряжения на длительность пуска и нагрев обмоток.

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

#### **3 семестр**

1. Проверка допустимости несинхронного включения генератора по возникающему току (2 часа).
2. Проверка допустимости несинхронного включения генератора в сеть (2 часа).
3. Расчет предела передаваемой мощности станции и коэффициента запаса устойчивости электрической системы (4 часа).
4. Определение допустимой величины и длительности систематической перегрузки трансформатора (2 часа).
5. Расчет неполнофазного режима, возникающего на трансформаторе, питающемся по тупиковой ВЛ 110 кВ (2 часа).
6. Выбор электродвигателя собственных нужд энергоблока (4 часа)

### **3.4. Темы лабораторных работ**

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

### **3.5. РГР**

#### **Тематика расчетных заданий**

Определение возможности самозапуска асинхронных двигателей

### **3.6. Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Учебным планом не предусмотрены

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

| Наименование результатов обучения по дисциплине<br>(в соответствии с разделом 3)   | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины<br>(в соответствии с п.4.1) |   |   | Формы текущего контроля успеваемости  |
|--|------------------|--|---|---|---|
|  |                  | 1  | 2 | 3 |   |
| <b>Знать:</b>  |                  |  |   |   |   |
| возможные режимы работы синхронных генераторов   | ПК-1.1           | X  |   |   | Тест 1. Режимы работы синхронных генераторов  |
| возможные режимы работы силовых трансформаторов  | ПК-1.1           |  | X |   | Тест 2. Режимы работы силовых трансформаторов   |
| возможные режимы работы трехфазных электродвигателей   | ПК-1.1           |  |   | X | Тест 3. Режимы работы трехфазных электродвигателей  |
| схемы и режимы работы основного технологического оборудования электростанций   | ПК-1.2           |  |   | X | Тест 4. Влияние частоты и напряжения питающей сети на характеристики электродвигателей собственных нужд |
| основные соотношения между параметрами основного электрооборудования электростанций  | ПК-1.2           | X  |   |   | Контрольная работа 1. Режимы работы синхронных генераторов  |
| методы моделирования и расчета параметров основного электрооборудования электростанций                                       | ПК-1.2           | X  |   |   | Контрольная работа 1. Режимы работы синхронных генераторов  |
| <b>Уметь:</b>  |                  |  |   |   |   |
| анализировать возможные режимы работы основного электрооборудования электростанций с использованием программного обеспечения | ПК-1.2           | X  |   |   | Контрольная работа 1. Режимы работы синхронных генераторов  |
| рассчитывать стационарные режимы работы и определять допустимость их применения для работы электрооборудования в             | ПК-1.2           |  |   | X | РГР. Определение возможности самозапуска асинхронных двигателей   |

|  |        |   |  |  |  |
|--|--------|---|--|--|--|
| системе  |        |   |  |  |  |
| проводить технико-экономическое обоснование для оптимизации и управления электроэнергетическими системами и сетями | ПК-1.2 | X |  |  | Контрольная работа 1. Режимы работы синхронных генераторов |

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

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине:**

**3 семестр**

– тестирование:

1. Тест 1. Режимы работы синхронных генераторов
2. Тест 2. Режимы работы силовых трансформаторов
3. Тест 3. Режимы работы трехфазных электродвигателей
4. Тест 4. Влияние частоты и напряжения питающей сети на характеристики электродвигателей собственных нужд

– контрольные работы:

1. Режимы работы синхронных генераторов

– РГР. Определение возможности самозапуска асинхронных двигателей

##### **4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине (части дисциплины):**

**3 семестр**

Экзамен.

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

В приложение к диплому выносится оценка за 3 семестр.

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

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

1. Старшинов, В. А. Электрическая часть электростанций и подстанций [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. А. Старшинов, М. В. Пираторов, М. А. Козина ; под ред. В. А. Старшинова. - Электрон. текстовые дан. - М. : Издат. дом МЭИ, 2019. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012611.html>
2. Коломиец, Н. В. Режимы работы и эксплуатация электрооборудования электрических станций [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н. В. Коломиец, Н. Р. Пономарчук, Г. А. Елгина. - Электрон. текстовые дан. - Томск : Изд-во Томского политех. ун-та, 2015. - 72 с. - Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=442113&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=442113&sr=1)

##### **5.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

*Microsoft Windows 7; Microsoft Office 2003/2007, Design Center 8*

##### **5.3. Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>  
Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>  
Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>  
База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>  
База данных Scopus <https://www.scopus.com>  
Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>  
База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>  
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>

Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>

База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>

Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>

Электронная библиотека МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекционные занятия проводятся в учебных аудиториях, снабженных оборудованием для показа обучающих материалов, средствами звуковоспроизведения, доской аудиторной, оборудованием для представления презентаций (плазменная панель, персональный компьютер). Практические занятия проводятся в компьютерных классах.

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### РЕЖИМЫ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ (2)

(название дисциплины)

#### 3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

|      |  |
|------|--|
| КМ-1 | Тест 1. Режимы работы синхронных генераторов   |
| КМ-2 | Контрольная работа 1 Режимы работы синхронных генераторов  |
| КМ-3 | Тест 2. Режимы работы силовых трансформаторов  |
| КМ-4 | Тест 3. Режимы работы трехфазных электродвигателей   |
| КМ-5 | Тест 4. Влияние частоты и напряжения питающей сети на характеристики электро-двигателей собственных нужд |
| КМ-6 | РГР. Определение возможности самозапуска асинхронных двигателей  |

Вид промежуточной аттестации – экзамен

Трудоемкость дисциплины = 3 з.е.

| Номер раздела | Раздел дисциплины                                    | Индекс КМ: | КМ -1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 | КМ-6 | Экзамен |
|---------------|--|------------|-------|------|------|------|------|------|---------|
|               |  | Неделя КМ: | 1     | 2    | 3    | 3    | 4    | 4    |         |
| 1             | Режимы работы синхронных генераторов и компенсаторов |            | +     | +    |      |      |      |      | +       |
| 2             | Режимы работы силовых трансформаторов                |            |       |      | +    |      |      |      | +       |
| 3             | Режимы работы электродвигателей собственных нужд     |            |       |      |      | +    | +    | +    | +       |
|               | Минимальный балл за КМ                               |            | 6     | 6    | 6    | 6    | 6    | 10   | 20      |
|               | Максимальный балл за КМ                              |            | 8     | 8    | 8    | 8    | 8    | 20   | 40      |

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное**  
**учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**  
**филиал ФГБОУ ВО НИУ МЭИ в г. Волжском**

---

Направление подготовки: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Тепловые электрические станции и энергетические системы: оборудование, режимы и качество управления

Уровень квалификации: магистр

Форма обучения: очная

Оценочные средства контроля усвоения знаний, умений и  
владения (опытом, навыком) по дисциплине

**Б1.В.ДВ.02.01 РЕЖИМЫ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ**  
**ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки:достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине  | Коды индикаторов достижения компетенции | Оценочное средство (тип и наименование)   |
|--|---|---|
| <b>Знать:</b>  |   |   |
| возможные режимы работы синхронных генераторов   | ПК-1.1.                                 | Контрольная работа 1.<br>Режимы работы синхронных генераторов<br>Тест 1. Режимы работы синхронных генераторов |
| возможные режимы работы силовых трансформаторов  | ПК-1.1.                                 | Тест 2. Режимы работы силовых трансформаторов   |
| возможные режимы работы трехфазных электродвигателей   | ПК-1.1.                                 | Тест 3. Режимы работы трехфазных электродвигателей  |
| основные соотношения между параметрами основного электрооборудования электростанций  | ПК-1.2.                                 | Тест 4. Влияние частоты и напряжения питающей сети на характеристики электродвигателей собственных нужд       |
| <b>Уметь:</b>  |   |   |
| - анализировать возможные режимы работы основного электрооборудования электростанций                                       | ПК-1.1.                                 | Контрольная работа 1.<br>Режимы работы синхронных генераторов   |
| - рассчитывать стационарные режимы работы и определять допустимость их применения для работы электрооборудования в системе | ПК-1.2.                                 | РГР. Определение возможности самозапуска асинхронных двигателей   |

## Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### Тест 1. Режимы работы синхронных генераторов

Тест состоит из 6 вопросов. Время выполнения 10 минут.

Пример варианта теста:

1. Скорость увеличения нагрузки турбогенератора определяется
  - 1) временем, необходимым для постепенного нагрева турбины
  - 2) количеством подаваемого пара
  - 3) мощностью турбогенератора
2. Номинальный режим работы генератора характеризуется параметрами
  - 1) активной нагрузкой  $P_{\text{ном}}$
  - 2) напряжением  $U_{\text{ном}}$
  - 3) расчетным током статора  $I_{\text{расч}}$
  - 4) частотой  $f_{\text{ном}}$
  - 5) температурой нагрева станины генератора  $\nu_{\text{нагр}}$
3. Активная мощность турбогенератора прямо пропорциональна
  - 1) ЭДС
  - 2) Напряжению
  - 3) Току возбуждения
  - 4) Току статора
  - 5) Синхронному сопротивлению
4. Угол дельта  $\delta$  – это угол между
  - 1) Током и напряжением
  - 2) Током и ЭДС
  - 3) ЭДС и напряжением
5. При росте активной нагрузки и постоянных значениях тока возбуждения и напряжения ЭДС машины
  - 1) Не изменяется \*
  - 2) Изменяется
  - 3) Увеличивается
  - 4) Уменьшается
6. При росте активной нагрузки и постоянных значениях тока возбуждения и напряжения ток статора
  - 1) Возрастает, если  $\delta < \delta_{\text{max}}$  \*
  - 2) Убывает, если  $\delta < \delta_{\text{max}}$
  - 3) Возрастает, если  $\delta > \delta_{\text{max}}$  \*
  - 4) Убывает, если  $\delta > \delta_{\text{max}}$

По результатам тестирования выставляется:

- 8 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 7 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

### Тест 2: Режимы работы силовых трансформаторов

Тест состоит из 15 вопросов. Время выполнения 15 минут.

Пример варианта теста:

1. К нормальному режиму работы трансформаторов относятся
  - 1) режим холостого хода
  - 2) номинальный режим
  - 3) режим перегрузки
  - 4) параллельной работы
2. Режим, при котором трансформатор имеет максимальный КПД, называют
  - 1) оптимальным
  - 2) номинальным
  - 3) нормальным
3. В номинальном рабочем режиме трансформатора сосуществуют два магнитных потока – это поток ... и ... поток
4. Режим параллельной работы трансформаторов допускается при условиях
  - 1) группы соединений обмоток трансформатора должны быть одинаковы
  - 2) коэффициенты трансформации не должны отличаться более чем на 2,5%;

- 3) соотношение номинальных мощностей трансформаторов должно быть 1:3
- 4) напряжения короткого замыкания должны отличаться не более чем на 10%
5. Отклонение параметров трансформатора (нагрузка, температура) за пределы, установленные нормативными документами для нормального нагрузочного режима соответствует режиму
  - 1) аварийному
  - 2) перегрузки систематической \*
  - 3) перегрузки аварийной \*
6. Значительные отклонения параметров трансформатора от номинальных значений соответствует режиму
  - 1) аварийному \*
  - 2) перегрузки систематической
  - 3) перегрузки аварийной

По результатам тестирования выставляется:

- 8 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 7 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

### Тест 3: Режимы работы трехфазных электродвигателей

Тест состоит из 6 вопросов. Время выполнения 10 минут.

Пример варианта теста:

1. Механическая характеристика механизма есть зависимость
  - 1) Электромагнитного момента от частоты вращения агрегата
  - 2) Электромагнитного момента от скольжения
  - 3) Момент сопротивления механизма от частоты вращения агрегата
  - 4) Момент сопротивления механизма от скольжения
2. Механическая характеристика механизма может иметь зависимость типа
  - 1) Линейной при  $p = 2$
  - 2) Вентиляторной при  $p = 0$
  - 3) Вертикальной при  $p = 1$
  - 4) Линейной при  $p = 1$
  - 5) Вентиляторной при  $p = 2$
3. Способы регулирования производительности механизмов
  - 1) Не изменяющие частоту вращения агрегата «двигатель-механизм»
  - 2) Изменяющие частоту вращения двигателя
  - 3) Любой вариант
  - 4) Оба варианта
4. Регулирование производительности механизмов изменением положения дроссельных задвижек относится к способу
  - 1) Не изменяющие частоту вращения агрегата
  - 2) Изменяющие частоту вращения двигателя
  - 3) изменяющий частоту вращения механизма без изменения частоты вращения двигателя
5. Способ переключения обмоток АД с различным числом пар полюсов относится к способу
  - 1) Не изменяющему частоту вращения агрегата
  - 2) Изменяющему частоту вращения двигателя
  - 3) изменяющему частоту вращения механизма без изменения частоты вращения двигателя
6. Электродвигатели собственных нужд для работы агрегата должны:
  - 1) Иметь мощность, равную номинальной
  - 2) Иметь вращающий момент, обеспечивающий пуск механизма
  - 3) Иметь вращающий момент, обеспечивающий номинальную частоту вращения механизма
  - 4) Иметь мощность, достаточную для работы агрегата с полной нагрузкой

По результатам тестирования выставляется:

- 8 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 7 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

### Тест 4. Влияние частоты и напряжения питающей сети на характеристики электродвигателей собственных нужд

Тест состоит из 6 вопросов. Время выполнения 10 минут.

Пример варианта теста:

1. Вращающий момент асинхронного электродвигателя
  - 1) пропорционален напряжению питающей сети в первой степени
  - 2) пропорционален напряжению питающей сети во второй степени \*
  - 3) обратно пропорционален напряжению питающей сети в первой степени
  - 4) обратно пропорционален напряжению питающей сети во второй степени
2. Вращающий момент асинхронного электродвигателя
  - 5) пропорционален частоте питающей сети в первой степени
  - 6) пропорционален частоте питающей сети во второй степени \*
  - 7) обратно пропорционален частоте питающей сети в первой степени
  - 8) обратно пропорционален частоте питающей сети во второй степени
3. Критическое скольжение асинхронного двигателя
  - 1) зависит от частоты \*
  - 2) не зависит от частоты
  - 3) зависит от напряжения
  - 4) не зависит от напряжения
4. Если частота в сети остается номинальной, а напряжение отличается от номинального, то для асинхронного двигателя
  - 1) вращающий момент обратно пропорционален напряжению питающей сети
  - 2) вращающий момент пропорционален напряжению питающей сети
  - 3) критическое скольжение остается неизменным \*
  - 4) критическое скольжение изменяется
5. При совместном снижении напряжения и частоты пусковой момент асинхронного электродвигателя
  - 1) остается неизменным
  - 2) убывает
  - 3) возрастает \*
6. Частота вращения асинхронного электродвигателя
  - 1) зависит от напряжения
  - 2) зависит от частоты сети \*
  - 3) зависит от скольжения
  - 4) все варианты верны

По результатам тестирования выставляется:

- 8 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 7 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

#### **Контрольная работа 1. «Режимы работы синхронных генераторов»**

Время выполнения 15 минут.

Пример 1 варианта задания:

1. Работа генератора при разных активных нагрузках и постоянных значениях тока возбуждения и напряжения
2. Работа генератора при разных токах возбуждения и постоянных значениях активной нагрузки и напряжения

По результатам тестирования выставляется:

- 8 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 7 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

#### **РГР. Определение возможности самозапуска асинхронных двигателей**

ЗАДАНИЕ:

1. Построить механические характеристики ЭД машинного агрегата и кривую разбега ЭД.
2. Построить кривую выбега машинного агрегата. Время перерыва электроснабжения принять 1,5 с.

3. Выполнить оценку успешности группового самозапуска трех ЭД от резервного источника питания. Схема питания ЭД показана на рис. 1. Напряжение источника питания равно  $U_c = 1,05$  о.е., отнесенное к 6 кВ. Напряжение на шинах источника питания постоянно во время процесса самозапуска.

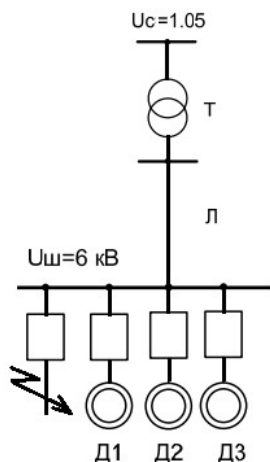


Рисунок 1 – Схема электроснабжения ЭД

По результатам защиты выставляется:

- 20 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий;
- 15 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 10 баллов, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

### Промежуточная аттестация

#### Экзамен

Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса и практическое задание.

Примеры теоретических вопросов билета:

1. Зависимость реактивной мощности от тока возбуждения: векторная диаграмма, график  $Q(i_v)$ .
2. Зависимость угла нагрузки от тока возбуждения: векторная диаграмма, график  $\delta(i_v)$ .
3. Зависимость коэффициента активной мощности от тока возбуждения: векторная диаграмма, график  $\cos\varphi(i_v)$ .
4. Зависимость тока статора от тока возбуждения: векторная диаграмма, график  $I(i_v)$ .

Примеры практических заданий:

1. Определить необходимую мощность синхронного компенсатора в режимах пере- и недовозбуждения, если  $x_2 = 0,52$  Ом;  $U_{ном} = 35$  Ом;  $U_{отв. нб} = 35,8$  кВ;  $U_{отв. нм} = 34,8$  кВ;  $U_{нб} = 35,4$  кВ;  $U_{нм} = 33,7$  кВ.
2. Построить векторную диаграмму неявнополюсного СГ в двух режимах при изменении  $\cos\varphi$ , если напряжение  $U$  и ток возбуждения  $I_v$  не меняются

Время подготовки ответа – 60 минут.

По результатам ответа на экзамене выставляется:

- 36-40 баллов, если правильно выполнено практическое задание, и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся показал, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных фактов или решения задач;
- 26-35, если правильно выполнено практическое задание или в нем допущено не более одной ошибки, которая была самостоятельно исправлена обучающимся, и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся допускает негрубые ошибки;
- 20-25 баллов, если в выполненном практическом задании допущены грубые ошибки, которые затем исправлены обучающимся при участии экзаменатора или практическое задание не выполнено в полном объеме, но обучающийся смог довести решение до конца при участии экзаменатора, и в ответах на вопросы экзаменационного билета допущены ошибки;

- 0 баллов, если практическое задание не выполнено или не даны ответы на вопросы экзаменационного билета и не выполнены критерии для категории 20-25 баллов.

Оценка по дисциплине определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов филиала НИУ «МЭИ» в г. Волжском по совокупности результатов текущего контроля успеваемости и экзаменационной составляющей.

В зависимости от количества баллов за дисциплину выставляется:

| <b>Оценка</b>                    | <b>Количество баллов</b> |
|----------------------------------|--------------------------|
| оценка 5 («отлично»)             | 90 – 100 баллов          |
| оценка 4 («хорошо»)              | 76 – 89 баллов           |
| оценка 3 («удовлетворительно»)   | 60 – 75 баллов           |
| оценка 2 («неудовлетворительно») | 0 – 59 баллов            |