

**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: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Наименование образовательной программы: Электроэнергетические системы и сети**

**Уровень образования: магистратура**

**Форма обучения: очная**

**Рабочая программа по дисциплине**  
**ИССЛЕДОВАНИЕ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ И УСТОЙЧИВОСТИ ЭЭС**

|   |   |
|---|---|
| <b>Блок:</b>  | <b>Блок 1. Дисциплины (модули)</b>  |
| <b>Часть образовательной программы:</b>                       | Дисциплина блока 1 части, формируемой участниками образовательных отношений |
| <b>Индекс дисциплины по учебному плану:</b>                   | Б1.В.08   |
| <b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>                      | 3 семестр - 3   |
| <b>Часов (всего) по учебному плану:</b>                       | 108   |
| <b>Лекции</b>   | 3 семестр - 16 часов  |
| <b>Практические занятия</b>                                   | 3 семестр - 16 часов  |
| <b>Лабораторные работы</b>                                    | Учебным планом не предусмотрены   |
| <b>Аудиторные консультации по курсовым проектам (работам)</b> | Учебным планом не предусмотрены   |
| <b>Самостоятельная работа</b>                                 | 3 семестр – 40 часов  |
| <b>включая:</b>   |   |
| <b>РГР</b>  | 3 семестр – 20 часов  |
| <b>Промежуточная аттестация:</b>                              |   |
| <b>включая:</b>   |   |
| <b>РГР</b>  | 3 семестр – 20 часов  |
| <b>курсовые проекты (работы)</b>                              | учебным планом не предусмотрены   |
| <b>экзамен</b>  | 3 семестр – 2,5 часа  |
| <b>Контроль:</b>  |   |
| <b>экзамен</b>  | 3 семестр – 33,5 часа   |

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Доцент кафедры Энергетики,

к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Е.Г. Зенина

(расшифровка подписи)

И.о. заведующего кафедрой

Энергетики, д.т.н., доцент

(название кафедры)



(подпись)

М.С. Иваницкий

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы: Электроэнергетические системы и сети

Доцент кафедры Энергетики,

к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Е.Г. Зенина

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

И.о. заведующего кафедрой Энергетики

(название кафедры)



(подпись)

М.С. Иваницкий

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью освоения дисциплины является** изучение практических методов расчета сложных видов повреждений в электрических сетях и динамической устойчивости в электроэнергетических системах (ЭЭС) при различных повреждениях.

**Задачами дисциплины являются:**

- приобретение навыков анализа сложных режимов и их последствий в ЭЭС;
- приобретение навыков определения параметров схем замещения при расчете сложных электромагнитных переходных процессов;
- освоение методики расчета сложных аварийных режимов ЭЭС;
- приобретение навыков анализа динамической устойчивости в ЭЭС при различных повреждениях.

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 расчета и проектирования энергообъектов   | <b>знать:</b><br>– причины появления симметричных и несимметричных повреждений в ЭЭС<br><b>уметь:</b><br>– изображать элементы электроэнергетических систем графически в виде схем замещения и проводить их эквивалентные преобразования;<br>– определять параметры элементов при расчете переходных процессов  |
|  | ПК-1.2 Проводит расчеты и эксперименты в соответствии с типовыми методиками и средствами автоматизации и обрабатывает полученные результаты | <b>знать:</b><br>– соотношения и параметры, описывающие различные виды повреждений в ЭЭС<br>– методы расчета аварийных режимов в электроэнергетических системах<br><b>уметь:</b><br>– изображать графически в виде векторных диаграмм расчетные токи и напряжения в заданной точке электроэнергетической системы и угловые характеристики генераторов при динамическом переходе из нормального в аварийный и послеаварийный режимы; |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения  |
|--------------------------------|--|--|
|                                |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– пользоваться методикой для расчета электромагнитных переходных процессов</li> <li>– пользоваться методикой для оценки устойчивости системы при переходном процессе</li> </ul> |

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

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока дисциплин 1 по направлению подготовки Магистр 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль: Электроэнергетические системы и сети).

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах бакалавриата: «Высшая математика», «Теоретические основы электротехники», «Переходные процессы», «Релейная защита электроэнергетических систем», «Режимы работы и эксплуатация электрических систем» и магистратуры: «Проектирование релейной защиты и системной автоматики».

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

### **знать:**

- основы электротехники;
- принципы действия основных РЗ электроэнергетических систем;

### **уметь:**

- анализировать режимы электроэнергетических систем;
- рассчитывать нормальные и аварийные режимы электроэнергетических 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                    | Всего<br>часов на<br>раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела<br>(в часах) по видам учебной работы |     |      |     |      |     |    |          | Содержание самостоятельной<br>работы  |
|----------|---|-----------------------------|---------|---|-----|------|-----|------|-----|----|----------|---|
|          |   |                             |         | Контактная  |     |      |     |      |     | СР | Контроль |   |
|          |   |                             |         | Лк.   | Пр. | Лаб. | КПР | ИККП | ПА  |    |          |   |
| 1        | Расчет токов и напряжений при<br>сложных несимметричных<br>повреждениях | 31                          | 3       | 8   | 11  | -    | -   | -    | -   | 12 | -        | [1] стр. 163-193<br>[4] стр. 62-68; 312 -315; 318-<br>326; 327-333;<br>[6] стр. 11-34;            |
| 2        | Динамическая устойчивость ЭЭС<br>при различных повреждениях             | 21                          | 3       | 8   | 5   | -    | -   | -    | -   | 8  | -        | [2] стр. 92-104; 112-115<br>[3] стр. 46-58; 65-69<br>[4] стр. 62-68;<br>[6] стр. 236-242; 269-293 |
|          | РГР   | 20                          | 3       | -   | -   | -    | -   | -    | -   | 20 | -        | [5] стр. 48-76; 107-130<br>[7] стр. 21-30;  |
|          | Экзамен   | 36                          | 3       | -   | -   | -    | -   | -    | 2,5 |    | 33,5     | Согласно программе<br>экзамена  |
|          | Итого:  | 108                         | -       | 16  | 16  | -    | -   | -    | 2,5 | 40 | 33,5     |   |

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### **1. Расчет токов и напряжений при сложных несимметричных повреждениях**

Использование комплексных схем замещения при анализе сложных несимметричных повреждений. Двойные короткие замыкания на землю. Несимметрия при обрыве проводника одной фазы и однофазном коротком замыкании. Короткие замыкания на стороне низшего напряжения трансформатора.

#### **2. Динамическая устойчивость ЭЭС при различных повреждениях**

Метод площадей. Численное интегрирование уравнений движения ротора генератора. Обобщение метода последовательных интервалов. Поведение нагрузки при малых и больших возмущениях. Асинхронный ход в электрических сетях. Мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в ЭЭС.

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

1. Расчет параметров схем замещения электроэнергетических систем(1 час).
2. Двойные короткие замыкания на землю (4 часа).
3. Несимметрия при обрыве проводника одной фазы и однофазном коротком замыкании той же фазы(2 часа).
4. Несимметрия при обрыве проводника одной фазы и однофазном коротком замыкании другой фазы (2 часа).
5. Короткие замыкания на стороне низшего напряжения трансформатора, соединенного по схеме треугольник (1 час).
6. Контрольная работа 1 (1 час).
7. Характеристики и устойчивость двигательной нагрузки(1 час).
8. Расчет группового самозапуска и пуска асинхронных электродвигателей (1 час).
9. Проверка успешности прямого пуска АД с механической нагрузкой на валу (1 час).
10. Асинхронные режимы в ЭЭС (1 час.)
11. Контрольная работа 2 (1 час).

### **3.4. Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены**

### **3.5. Рефераты учебным планом не предусмотрены**

### **3.6. Темы расчетных заданий (РГР)**

Расчет электромагнитных переходных процессов и динамической устойчивости при сложных повреждениях в ЭЭС (по вариантам)

### **3.7. Курсовой проект (курсовая работа) учебным планом не предусмотрен**

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

| Номер и наименование результатов образования по дисциплине<br>(в соответствии с разделом 1)  | Коды компетенции и индикаторов | Номер раздела дисциплины<br>(в соответствии с п.3.1) |    |    |    | Формы контроля                                   |
|--|--------------------------------|--|----|----|----|--|
|  |                                | 1  | 2  | 3  | 4  |  |
| <b>Знать:</b>  |                                |  |    |    |    |  |
| – причины появления симметричных и несимметричных повреждений в ЭЭС  | ПК-1.1                         | X  |    | X  | X  | Тест №1, 2<br>Контрольная работа № 1<br>РГР      |
| – соотношения и параметры, описывающие различные виды повреждений в ЭЭС  | ПК-1.2                         | X  |    | X  | X  | Тест №1, 2<br>Контрольная работа № 1<br>РГР      |
| – методы расчета аварийных режимов в электроэнергетических системах  |                                | X  | X  | X  | X  | Тест №1, 2, 3<br>Контрольная работа № 1,2<br>РГР |
| <b>Уметь:</b>  |                                |  |    |    |    |  |
| – изображать элементы электроэнергетических систем графически в виде схем замещения и проводить их эквивалентные преобразования  | ПК-1.1                         | X  | X  | X  | X  | Тест №1, 2, 3<br>Контрольная работа № 1,2<br>РГР |
| – определять параметры элементов при расчете переходных процессов  |                                | X  | X  | X  | X  | Тест №1, 2,3<br>Контрольная работа № 1,2<br>РГР  |
| – изображать графически в виде векторных диаграмм расчетные токи и напряжения в заданной точке электроэнергетической системы и угловые характеристики генераторов при динамическом переходе из нормального в аварийный и послеаварийный режимы | ПК-1.2                         | X  | X  | X  | X  | Тест №1, 2, 3<br>Контрольная работа № 1,2<br>РГР |
| – пользоваться методикой для расчета электромагнитных переходных процессов   |                                | X  |    | X  | X  | Тест №1, 2<br>Контрольная работа № 1<br>РГР      |
| – пользоваться методикой для оценки устойчивости системы при переходном процессе   |                                |  | X  | X  | X  | Тест №3<br>Контрольная работа № 2<br>РГР         |
| Всего часов на раздел дисциплины (в соответствии с п.3.1)  |                                | 31   | 21 | 20 | 36 |  |



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

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

Для контроля результатов образования проводятся:

– тесты:

Тест 1 «Составление схем замещения и определение параметров элементов при расчете переходных процессов»

Тест 2 «Сложные переходные процессы»

Тест 3 «Поведение нагрузки при больших возмущениях»

– контрольные работы:

Контрольная работа 1 «Расчет токов и напряжений при сложных несимметричных повреждениях»

Контрольная работа 2 «Динамическая устойчивость ЭЭС при различных повреждениях»

– оценки хода и правильности выполнения РГР.

##### **4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине:**

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (модуля) – экзамен;

В приложение к диплому выносится оценка за освоение дисциплины.

Оценка за освоение дисциплины, определяется на основании учебного рейтинга студента по модулю:

Оценка «отлично» - от 90 до 100 баллов.

Студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученного модуля, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. В процессе обучения студент проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученного модуля (дисциплины), в полном объеме выполнил все виды предусмотренного программой контроля, безупречно ответил не только на все основные Тесты билета, но и на дополнительные Тесты зачета/ экзамена в рамках основной программы модуля, правильно выполнил практическое задание.

Оценка «хорошо» - от 76 до 89 баллов.

Студент обнаружил полное знание материалов изученного модуля, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, предусмотренную программой. Студент показал систематический характер знаний по модулю, выполнил более половины видов предусмотренного программой контроля, ответил на все Тесты билета зачета/ экзамена, правильно выполнил практическое задание, но допустил при этом не принципиальные ошибки.

Оценка «удовлетворительно» - от 60 до 75 баллов.

Студент обнаружил знание материала изученного модуля в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Студент выполнил не менее половины видов предусмотренного программой контроля, допустил погрешность в ответе на теоретические Тесты и/ или при выполнении практических заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо

неправильно выполнил практическое задание, но по указанию экзаменатора выполнил другие практические задания из того же раздела модуля.

Оценка «неудовлетворительно» - менее 60 баллов.

Студент обнаружил серьезные пробелы в знаниях основного материала изученного модуля, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Студент выполнил менее половины видов предусмотренного программой контроля, не ответил на все Тесты билета зачета/ экзамена и дополнительные Тесты, и неправильно выполнил практическое задание.

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

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

1. Короткие замыкания и выбор электрооборудования [Электронный ресурс] : учеб.пособие для вузов / И. П. Крючков [и др.] ; под ред. И. П. Крючкова, В. А. Старшинова. – Электрон.текстовые дан. – М. :Издат. дом МЭИ, 2012. - Режим доступа: [https://e.lanbook.com/book/72231#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/72231#book_name)

2. Строев, В. А. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах. Курс лекций [Электронный ресурс] : учеб.пособие / В. А. Строев, О. В. Кузнецов. – Электрон.текстовые дан. - М. : МЭИ, 2013. -120 с. - Режим доступа: [https://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5688](https://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5688)

3. Кобелев, А. В. Режимы работы электроэнергетических систем [Электронный ресурс] : учеб.пособие / А. В. Кобелев. - Электрон.текстовые дан. - Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. - 81 с. - Режим доступа: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=444929&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=444929&sr=1)

4. Переходные процессы в электроэнергетических системах : учебник для студентов вузов / И. П. Крючков [и др.] ; под ред. И. П. Крючкова. – М. :Издат. дом МЭИ , 2008.

5. Котова, Е. Н. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / Е. Н. Котова, Т. Ю. Паниковская. - Электрон.текстовые дан. - Екатеринбург : Изд-во Урал.ун-та, 2014. - 217 с. - Режим доступа: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=275810&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=275810&sr=1)

6. Переходные процессы в электрических системах [Электронный ресурс] : сборник задач / Д. В. Армеев [и др.]. – Электрон.текстовые дан. - Новосибирск : НГТУ, 2014. - 331 с. - Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436254>

7. Зенина, Е. Г. Расчет токов короткого замыкания в программном комплексе RastrWin3 : метод.пособие / Е. Г. Зенина, А. В. Стрижиченко, В. О. Гончарук. - Волжский : Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском, 2017. – 20 с.

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

MicrosoftOfficeWord, ExcelиPowerPoint.

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

1. Полнотекстовые внутривузовские издания НТБ МЭИ:<http://opac.mpei.ru/>
2. ЭБС Издательства "Лань": <http://e.lanbook.com/>
3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <http://biblioclub.ru>
4. Информационно-справочная система ГАРАНТ

#### **5.4 Лицензионное программное обеспечение:**

1. Mathcad 15
2. RastrWin 3
3. Пакет Microsoft Office

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

Для обеспечения освоения дисциплины используются мультимедийные средства и компьютерный класс кафедры.

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Исследование аварийных режимов и устойчивости ЭЭС

(название дисциплины)

#### 3 семестр

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

- КМ-1 Тест «Составление схем замещения и определение параметров элементов при расчете переходных процессов»
- КМ-2 Тест «Сложные переходные процессы»
- КМ-3 Тест «Поведение нагрузки при больших возмущениях»
- КМ-4 Контрольная работа «Расчет токов и напряжений при сложных несимметричных повреждениях»
- КМ-5 Контрольная работа «Динамическая устойчивость ЭЭС при различных повреждениях»
- КМ-6 РГР «Расчет электромагнитных переходных процессов и динамической устойчивости при сложных повреждениях в ЭЭС»

**Вид промежуточной аттестации – экзамен.**

| Номер раздела | Раздел дисциплины   | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 | КМ-6 | Экз |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|------|------|-----|
| 1             | Расчет токов и напряжений при сложных несимметричных повреждениях |            | +    | +    |      | +    |      | +    | +   |
| 2             | Динамическая устойчивость ЭЭС при различных повреждениях          |            |      |      | +    |      | +    | +    | +   |
|               | Минимальный балл за КМ  |            | 2    | 2    | 2    | 8    | 8    | 18   | 20  |
|               | Максимальный балл за КМ   |            | 3    | 3    | 3    | 10   | 10   | 21   | 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: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Магистерская программа: Электроэнергетические системы и сети

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Форма обучения: очная

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

**Б1.В.08 ИССЛЕДОВАНИЕ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ И УСТОЙЧИВОСТИ ЭЭС**

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>  |   |  |
| – причины появления симметричных и несимметричных повреждений в ЭЭС  | ПК-1.1.                                 | Тест №1, 2<br>Контрольная работа № 1<br>РГР      |
| – соотношения и параметры, описывающие различные виды повреждений в ЭЭС  | ПК-1.2.                                 | Тест №1, 2<br>Контрольная работа № 1<br>РГР      |
| – методы расчета аварийных режимов в электроэнергетических системах  |   | Тест №1, 2, 3<br>Контрольная работа № 1,2<br>РГР |
| <b>Уметь:</b>  |   |  |
| – изображать элементы электроэнергетических систем графически в виде схем замещения и проводить их эквивалентные преобразования  | ПК-1.1.                                 | Тест №1, 2, 3<br>Контрольная работа № 1,2<br>РГР |
| – определять параметры элементов при расчете переходных процессов  |   | Тест №1, 2,3<br>Контрольная работа № 1,2<br>РГР  |
| – изображать графически в виде векторных диаграмм расчетные токи и напряжения в заданной точке электроэнергетической системы и угловые характеристики генераторов при динамическом переходе из нормального в аварийный и послеаварийный режимы | ПК-1.2.                                 | Тест №1, 2, 3<br>Контрольная работа № 1,2<br>РГР |
| – пользоваться методикой для расчета электромагнитных переходных процессов   |   | Тест №1, 2<br>Контрольная работа № 1<br>РГР      |
| – пользоваться методикой для оценки устойчивости системы при переходном процессе   |   | Тест №3<br>Контрольная работа № 2<br>РГР         |

### Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

#### А) Для текущего контроля успеваемости:

Тест №1. Составление схем замещения и определение параметров элементов при расчете переходных процессов.

Тест №2. Сложные переходные процессы.

Тест №3. Поведение нагрузки при больших возмущениях

#### Тест №1. Тема: Составление схем замещения и определение параметров элементов при расчете переходных процессов.

Тест состоит из 2 вопросов. Время выполнения 15 минут.

Пример варианта контрольных вопросов, выносимых на тестирование:

1. Какие допущения принимаются при расчете переходных процессов?
2. Какие методы расчета применяются для расчета переходных процессов?
3. В чем заключается отличие точного и приближенного метода приведения параметров электрической схемы?

4. Каковы основные приемы упрощения электрических схем замещения?
5. Какими параметрами характеризуется «система»?
6. Какова физическая сущность постоянной времени цепи?
7. Каковы условия возникновения ударного тока?
8. Каковы граничные условия возникновения однократных несимметрий?

По результатам тестирования выставляется:

- 3 балла, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 2 балла, если правильно выполнено не менее (60...80)% заданий;

#### **Тест №2. Тема: Сложные переходные процессы.**

Тест состоит из 2 вопросов. Время выполнения 15 минут.

Пример вариантов контрольных вопросов, выносимых на тестирование:

1. Сформулируйте методику расчета двойных коротких замыканий на землю.
2. Сформулируйте методику расчета несимметрии при обрыве проводника одной фазы и однофазном коротком замыкании той же фазы
3. Сформулируйте методику расчета несимметрии при обрыве проводника одной фазы и однофазном коротком замыкании другой фазы
4. Сформулируйте методику расчета коротких замыканий для случая разземления нейтрали трансформатора в системе с эффективно заземленной нейтралью.

По результатам тестирования выставляется:

- 3 балла, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 2 балла, если правильно выполнено не менее (60...80)% заданий;

#### **Тест №3. Тема: Поведение нагрузки при больших возмущениях.**

Тест состоит из 2 вопросов. Время выполнения 15 минут.

Пример вариантов контрольных вопросов, выносимых на тестирование:

1. Какие способы ограничения мощностей и токов короткого замыкания можно использовать при проектировании ЭЭС?
2. Какие технические средства применяются для ограничения токов короткого замыкания?
3. Как включаются токоограничивающие реакторы (одноцепные и сдвоенные) в СЭС?
4. В чем суть постановки задачи оптимизации уровня токов короткого замыкания при проектировании и эксплуатации СЭС? Какие технические средства и способы ограничения токов короткого замыкания при этом используются?
5. Как влияют мощность и ток короткого замыкания на технико-экономические показатели элементов СЭС и качество электрической энергии?
6. Почему токоограничивающие реакторы не имеют стального магнитопровода?
7. Каково назначение секционных и линейных реакторов?
8. Каковы преимущества и недостатки сдвоенных реакторов?
9. Что такое падение и потеря напряжения? Как они определяются?
10. Что понимают под остаточным напряжением на шинах? Как его определяют?
11. Почему в сдвоенных линейных реакторах меньше потеря напряжения?
12. В каком режиме сдвоенный реактор оказывает наибольшее сопротивление току КЗ? Почему?
13. Что такое коэффициент связи сдвоенного реактора?
14. Что такое коэффициент расщепления?
15. В каком режиме трансформатор с расщепленной обмоткой оказывает наибольшее сопротивление току КЗ?
16. Назовите области применения реактора и трансформаторов с расщепленной обмоткой в схемах электрических станций и подстанций.

По результатам тестирования выставляется:

- 3 балла, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 2 балла, если правильно выполнено не менее (60...80)% заданий;

**Б) Для текущей аттестации:**

- Контрольная работа №1. Тема – Расчет токов и напряжений при сложных несимметричных повреждениях.
- Контрольная работа №2. Тема – Динамическая устойчивость ЭЭС при различных повреждениях.
- РГРпо теме – Расчет электромагнитных переходных процессов и динамической устойчивости при сложных повреждениях в ЭЭС (по вариантам).

**Контрольная работа №1. Тема: Расчет токов и напряжений при сложных несимметричных повреждениях.**

Время выполнения 25 минут.

Пример 1 варианта задания:

Для случая обрыва проводника одной фазы и однофазном коротком замыкании той же фазы в заданной точке КЗ (рис. К.1) необходимо:

- составить расчетные схемы замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей;
- написать уравнения граничных условий;
- составить систему уравнений для определения симметричных составляющих неизвестных токов и напряжений.

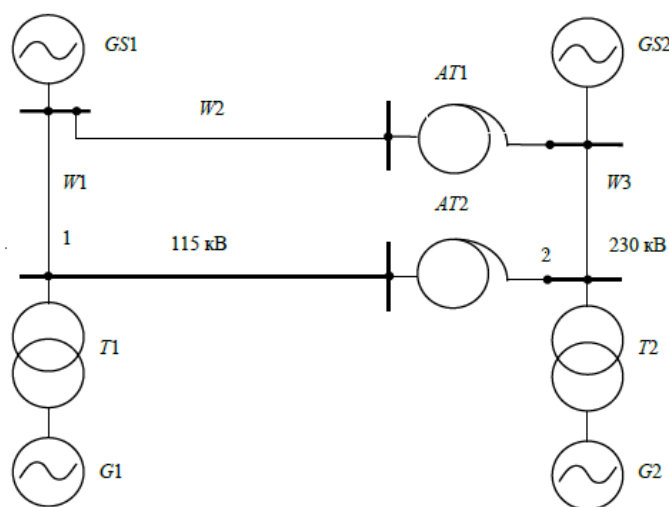


Рис. К.1

Время выполнения 20 минут.

Пример 2 варианта задания:

Для случая двойного короткого замыкания на землю в заданной точке КЗ (рис. К.2) необходимо:

- составить расчетные схемы замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей;
- написать уравнения граничных условий;
- составить систему уравнений для определения симметричных составляющих неизвестных токов и напряжений.



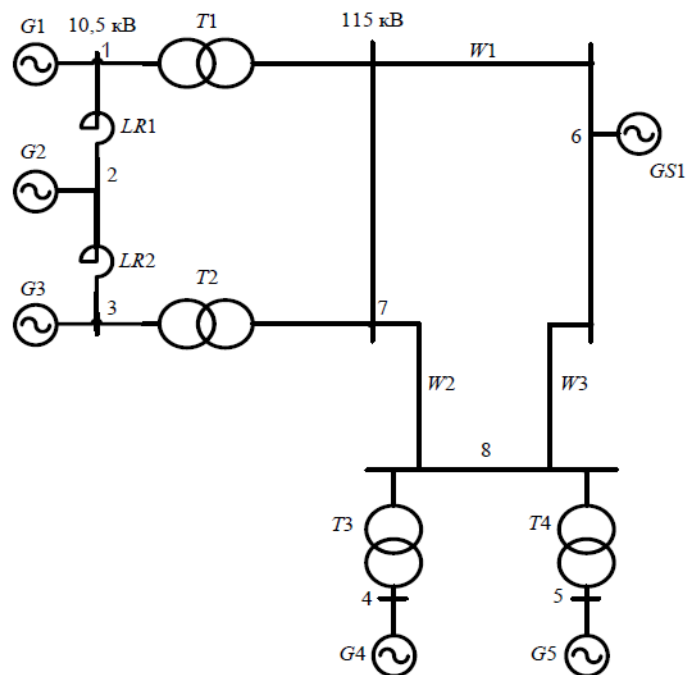


Рис. К.2

По результатам контрольной работы выставляется:

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

#### Контрольная работа №2. Тема: Динамическая устойчивость ЭЭС при различных повреждениях.

Время выполнения 45 минут.

Пример 1 варианта задания:

Для случая обрыва проводника одной фазы и однофазном коротком замыкании той же фазы в заданной точке КЗ (рис. К.3) необходимо:

- а) составить расчетные схемы замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей;
- б) написать уравнения граничных условий;
- в) составить систему уравнений для определения симметричных составляющих неизвестных токов и напряжений.

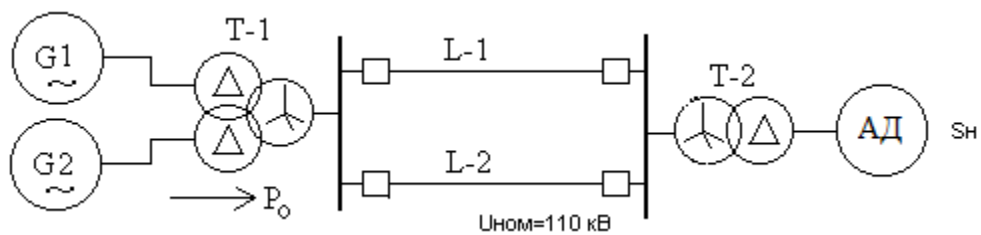


Рис. К.3

Время выполнения 45 минут.

Пример 2 варианта задания:

Для случая двойного короткого замыкания на землю в заданной точке КЗ (рис. К.4) необходимо:

- а) составить расчетные схемы замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей;
- б) написать уравнения граничных условий;
- в) составить систему уравнений для определения симметричных составляющих неизвестных токов и напряжений.

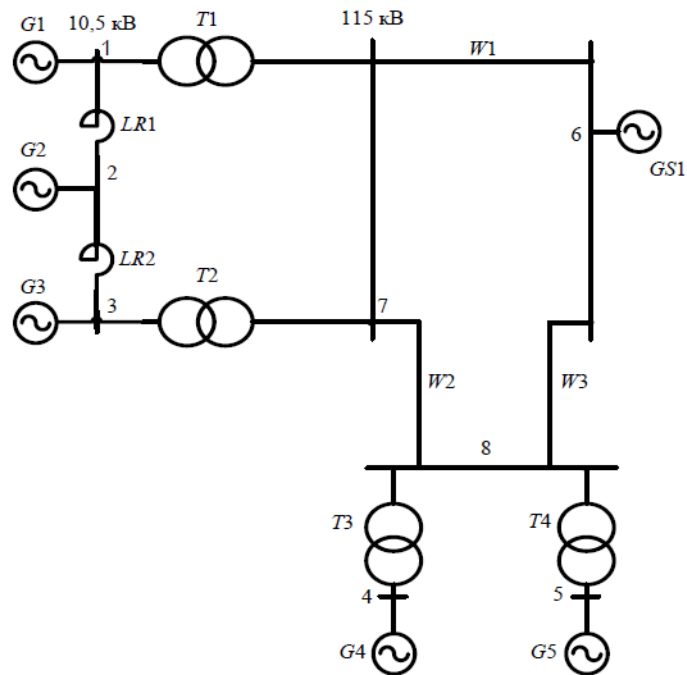


Рис. К.4

По результатам контрольной работы выставляется:

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

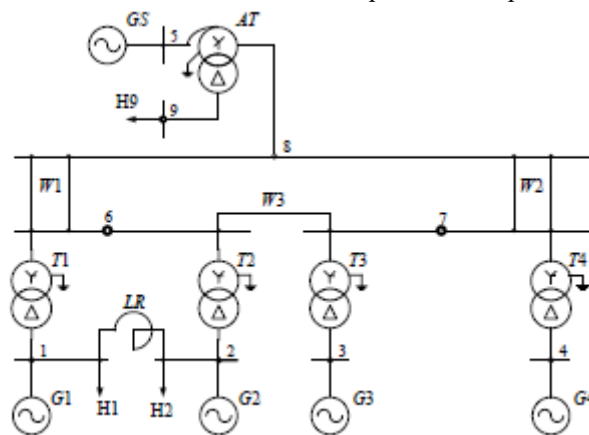
**РГР Тема:** Расчет электромагнитных переходных процессов и динамической устойчивости при сложных повреждениях в ЭЭС (по вариантам).

Задание:

I. Выполнить:

Для приведенной схемы электрической сети определить следующие расчетные величины:

1. начальные значения токов отдельных последовательностей для заданного вида несимметричного повреждения в заданной точке схемы;
2. начальное значение полного тока для заданного вида несимметричного повреждения в заданной точке схемы.



**II. Исходные данные для задания:**

Удельные сопротивления воздушных линий напряжением  
 110 кВ -  $X_{уд}=0,44$  Ом/км,  $R_{уд}=0,14$  Ом/км;  
 220 кВ -  $X_{уд}=0,42$  Ом/км,  $R_{уд}=0,08$  Ом/км;  
 330 кВ -  $X_{уд}=0,32$  Ом/км,  $R_{уд}=0,04$  Ом/км;  
 Молниезащита воздушных линий выполнена тросами марки АС.

**III. Технология выполнения задания:**

1. Составление расчетных схем для заданного вида несимметрии.
  - 1.1. Составление схемы замещения
  - 1.2. Определение параметров элементов схемы замещения

- 1.3. Свертывание схемы и определение параметров эквивалентной схемы.
2. Расчет несимметричного повреждения в заданной точке схемы
- 2.1. Составление уравнений граничных условий
- 2.2. Составление уравнений для нахождения тока прямой последовательности при несимметричном повреждении в заданной точке.
- 2.4. Определение полного тока несимметричного повреждения в начальный момент времени.
- 2.6. Для станции с генераторами 1 и 2, работающей на шины неизменного напряжения и частоты, провести расчет и оценить устойчивость динамического перехода при следующих условиях: в заданной точке рабочей цепи ЛЭП происходит рассчитанное сложное повреждение, которое отключается через  $\Delta t_{\text{кз}} = 0,2$  с и далее с интервалом  $\Delta t = 0,4$  с после отключения КЗ происходит успешное ОАПВ ранее поврежденной фазы.

Минимальный объем расчетного задания 20 страниц печатного текста шрифт 14 TimesNewRoman, интервал 1,5.

Минимальный объем расчетного задания 10-15 страниц печатного текста шрифт 14 TimesNewRoman, интервал 1,5.

По результатам расчетного задания выставляется:

- 21 балл, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 20 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 19 баллов, если правильно выполнено не менее 70% заданий;
- 18 баллов, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

### **Промежуточная аттестация**

#### **Экзамен**

Проводится в письменной форме по билетам в виде подготовки и изложения развернутого ответа. В билете 2 вопроса. Время на подготовку ответа – 60 минут.

Примерный перечень вопросов к экзаменационным билетам:

12. Использование комплексных схем замещения при анализе сложных несимметричных повреждений.
13. Методика расчета двойных несимметричных повреждений с использованием метода симметричных составляющих.
14. Методика расчета двойных коротких замыканий на землю.
15. Методика расчета несимметрии при обрыве проводника одной фазы и однофазном коротком замыкании той же фазы.
16. Методика расчета несимметрии при обрыве проводника одной фазы и однофазном коротком замыкании другой фазы.
17. Методика расчета коротких замыканий на стороне низшего напряжения трансформатора.
18. Последовательность расчета несимметричных коротких замыканий при наличии в схеме трансформаторов с разземленными нейтральными.
19. Сформулируйте методику расчета переходных процессов в длинной линии.
20. Методы и средства ограничения токов короткого замыкания.
21. Определение мест коротких замыканий на длинных линиях и линиях СВН.

#### **Критерии выставления оценки на письменном экзамене:**

За каждый ответ на вопрос билета

От 18 до 20 баллов выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

От 14 до 27 баллов выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

От 10 до 13 баллов выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины.

Менее 10 баллов выставляется студенту, который:

а) не ответил на вопросы экзаменационного билета и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из билета;

б) не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из экзаменационного билета и другой задачи на тот же раздел дисциплины, выданной взамен нее;

в) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела экзаменационной программы.

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            |