

**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: Интеллектуальные системы защиты, автоматики и управления энергосистемами**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Моделирование и расчеты переходных процессов**

**Москва  
2021**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

|                                                                                   |                                                    |                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|                                                                                   | Владелец                                           | Васильев А.Н.                 |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | Rc0ffa710-VasilyevAN-436314d0 |

(подпись)

А.Н.

Васильев

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

|                                                                                   |                                                    |                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|                                                                                   | Владелец                                           | Волошин А.А.                  |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | Ra915003b-VoloshinAA-408ebd73 |

(подпись)

А.А.

Волошин

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

|                                                                                   |                                                    |                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|                                                                                   | Владелец                                           | Волошин А.А.                  |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | Ra915003b-VoloshinAA-408ebd73 |

(подпись)

А.А.

Волошин

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

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.

Формируемые у обучающегося компетенции:

- 1. ПК-3 Способен вести разработку автоматических систем в электроэнергетике
- ИД-2 Применяет специализированное программное обеспечение
- ИД-3 Способен производить расчеты параметров аварийных режимов

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

- 1. Основные положения метода симметричных составляющих (Тестирование)

Форма реализации: Устная форма

- 1. Однократная несимметрия в сети (Лабораторная работа)
- 2. Простая однократная несимметрия (Лабораторная работа)
- 3. Расчет сложного режима (Лабораторная работа)

## БРС дисциплины

1 семестр

| Раздел дисциплины                                                                                        | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|
|                                                                                                          | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|                                                                                                          | Срок КМ:                        | 4    | 8    | 12   | 16   |
| Основные положения метода симметричных составляющих                                                      |                                 |      |      |      |      |
| Основные положения метода симметричных составляющих                                                      |                                 | +    |      |      |      |
| Расчетные выражения для токов и напряжений при простейших несимметриях и в сложно-несимметричных режимах |                                 |      |      |      |      |
| Расчетные выражения для токов и напряжений при простейших несимметриях и в сложно-несимметричных режимах |                                 |      |      |      | +    |
| Схемы замещения в симметричных координатах для отдельных элементов электрической системы                 |                                 |      |      |      |      |
| Схемы замещения в симметричных координатах для отдельных элементов электрической системы                 |                                 |      | +    | +    | +    |
| Методы расчета на ПЭВМ токов и напряжений при коротких замыканиях в электрической системе                |                                 |      |      |      |      |
| Методы расчета на ПЭВМ токов и напряжений при коротких замыканиях в электрической системе                |                                 |      | +    |      | +    |
| Вес КМ:                                                                                                  |                                 | 25   | 25   | 25   | 25   |

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

| Индекс компетенции | Индикатор                                                                      | Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                               | Контрольная точка                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-3               | ИД-2 <sub>ПК-3</sub> Применяет специализированное программное обеспечение      | Уметь:<br>составлять расчетную модель на ПЭВМ и производить ее верификацию<br>производить анализ результатов расчета несимметрий при помощи ПЭВМ                                                                                                                                                | Простая однократная несимметрия (Лабораторная работа)<br>Расчет сложного режима (Лабораторная работа)                                                                                                                               |
| ПК-3               | ИД-3 <sub>ПК-3</sub> Способен производить расчеты параметров аварийных режимов | Знать:<br>реализацию метода симметричных составляющих<br>параметры отдельных элементов энергосистемы по последовательностям<br>принцип составления схем замещения по последовательностям<br>методы расчета простых и сложных несимметрий<br>Уметь:<br>производить расчет несимметричных режимов | Основные положения метода симметричных составляющих (Тестирование)<br>Простая однократная несимметрия (Лабораторная работа)<br>Однократная несимметрия в сети (Лабораторная работа)<br>Расчет сложного режима (Лабораторная работа) |

## **II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания**

### **КМ-1. Основные положения метода симметричных составляющих**

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится в период аудиторных занятий, продолжительность составляет 20 минут, задание выполняется индивидуально

#### **Краткое содержание задания:**

Тестирование ориентировано на проверку знаний студента по основным положениям метода симметричных составляющих

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                     |                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: методы расчета простых и сложных несимметрий | 1. Почему короткие замыкания при расчете принимаются удаленными<br>2. Как в методе учитываются несимметричные элементы         |
| Знать: реализацию метода симметричных составляющих  | 1. Ограничения метода симметричных составляющих<br>2. К каким электрическим величинам применим метод симметричных составляющих |

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

### **КМ-2. Простая однократная несимметрия**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Процедура защиты происходит побригадно в течение 20 минут

#### **Краткое содержание задания:**

Устный опрос происходит по полученным в ходе лабораторной работы и обработанным результатам

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: принцип составления схем замещения по последовательностям        | 1.Как влияет соотношение сопротивлений обратной к нулевой последовательности на угол между напряжениями неповрежденных фаз при К(1)<br>2.Почему при равенстве уравнений описывающих продольную и поперечную несимметрию результат решения получается разным |
| Уметь: составлять расчетную модель на ПЭВМ и производить ее верификацию | 1.При аналогичных условиях рассчитать К(1,1)                                                                                                                                                                                                                |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

**КМ-3. Однократная несимметрия в сети**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Процедура защиты происходит побригадно в течение 20 минут

**Краткое содержание задания:**

Устный опрос происходит по полученным в ходе лабораторной работы и обработанным результатам

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                  |                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: принцип составления схем замещения по последовательностям | 1.Как наличие грозотроса влияет на сопротивление нулевой последовательности линии электропередач |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

#### **КМ-4. Расчет сложного режима**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Процедура защиты происходит побригадно в течение 20 минут

#### **Краткое содержание задания:**

Устный опрос происходит по полученным в ходе лабораторной работы и обработанным результатам

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: параметры отдельных элементов энергосистемы по последовательностям | 1.Как происходит расчет несимметрии с переходным сопротивлением                                                                                                                                                                   |
| Уметь: производить анализ результатов расчета несимметрий при помощи ПЭВМ | 1.Смоделировать простейшую электрическую систему, состоящую из генератора, ВЛ и нагрузки, в программном комплексе PSCAD. С помощью фильтра Фурье зафиксировать фазные токи, токи последовательностей в точке короткого замыкания. |
| Уметь: производить расчет несимметричных режимов                          | 1.Уметь составлять расчетные выражения для токов и напряжений сложного режима при металлическом КЗ<br>2.Уметь производить моделирование электрической системы для расчета токов и напряжений при коротких замыканиях в ней        |

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 70

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 1 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

Вопрос №1: Схемы замещения синхронных и асинхронных машин

Вопрос №2: Схемы замещения электрической сети для расчёта несимметричных режимов: составление комплексных схем замещения, последовательность расчёта несимметричных режимов

Задача: Выполнить расчёт двухфазного короткого замыкания на землю с использованием метода симметричных составляющих

### Процедура проведения

Зачёт проводится в устной форме: Обучающийся выбирает случайный билет (два теоретических вопроса и одна задача); готовится к ответу, письменно оформляя основные положения ответа и решение задачи; даёт ответ преподавателю; отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ПК-3</sub> Применяет специализированное программное обеспечение

### Вопросы, задания

1. Рассчитать параметры схем замещения для прямой, обратной и нулевой последовательности с использованием паспортных данных оборудования (задача)
2. Составить комплексные схемы замещения для несимметричных КЗ в заданных точках сети (задача)
3. Выполнить расчёт однофазного короткого замыкания с использованием метода симметричных составляющих (задача)
4. Выполнить расчёт двухфазного короткого замыкания с использованием метода симметричных составляющих (задача)
5. Выполнить расчёт двухфазного короткого замыкания на землю с использованием метода симметричных составляющих (задача)

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Выберите правильные утверждения

Ответы:

- а) схема обратной последовательности по структуре аналогична схеме прямой последовательности;
- б) схема нулевой последовательности по структуре аналогична схемам прямой и обратной последовательностей;
- в) схема нулевой последовательности в значительной степени определяется соединением обмоток участвующих в ней трансформаторов и автотрансформаторов;
- г) схемы замещения всех последовательностей в значительной степени определяются соединением обмоток участвующих в них трансформаторов и автотрансформаторов.

Верный ответ: а) схема обратной последовательности по структуре аналогична схеме прямой последовательности в) схема нулевой последовательности в значительной

степени определяется соединением обмоток участвующих в ней трансформаторов и автотрансформаторов

## 2. Выберите правильные утверждения

Ответы:

- а) сопротивление, через которое заземлена нейтраль трансформатора, генератора или нагрузки, должно быть введено в схему нулевой последовательности утроенной величиной;
- б) сопротивление, через которое заземлена нейтраль трансформатора, генератора или нагрузки, должно быть введено в схемы замещения всех последовательностей утроенной величиной;
- в) сопротивление, через которое заземлена нейтраль трансформатора, генератора или нагрузки, должно исключено из схемы нулевой последовательности;
- г) сопротивление, через которое заземлена нейтраль трансформатора, генератора или нагрузки, должно быть введено в схемы замещения прямой и обратной последовательностей.

Верный ответ: а) сопротивление, через которое заземлена нейтраль трансформатора, генератора или нагрузки, должно быть введено в схему нулевой последовательности утроенной величиной

## 3. Комплексная схема замещения это

Ответы:

- а) схема замещения, которая получается путем соответствующего соединения начал и концов исходных схем замещения различных последовательностей;
- б) схема замещения, которая получается путем учёта активной и реактивной составляющей сопротивлений исходных схем замещения различных последовательностей;
- в) схема замещения, учитывающая сложные (комплексные) несимметричные повреждения в электрической сети.

Верный ответ: а) схема замещения, которая получается путем соответствующего соединения начал и концов исходных схем замещения различных последовательностей

## 2. Компетенция/Индикатор: ИД-Зпк-3 Способен производить расчеты параметров аварийных режимов

### Вопросы, задания

1. Метод симметричных составляющих: понятие симметричных составляющих, применение метода для моделирования режимов электроэнергетических систем, расчёт трехфазных цепей с использованием метода симметричных составляющих
2. Составить схемы замещения элементов для прямой, обратной и нулевой последовательности, привести их изображения (задача)
3. Схемы замещения синхронных и асинхронных машин
4. Схемы замещения линий электропередачи
5. Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов
6. Схемы замещения электрической сети для расчёта несимметричных режимов: схемы замещения отдельных последовательностей
7. Схемы замещения электрической сети для расчёта несимметричных режимов: составление комплексных схем замещения, последовательность расчёта несимметричных режимов
8. Расчёт простых несимметричных режимов с использованием метода симметричных составляющих: двухфазное короткое замыкание, двухфазное короткое замыкание на землю

- 9.Расчёт простых несимметричных режимов с использованием метода симметричных составляющих: однофазное короткое замыкание  
10.Расчёт сложных несимметричных режимов: общий применяемый подход  
11.Расчёт сложных несимметричных режимов: однофазное короткое замыкание с разрывом фазы  
12.Расчёт сложных несимметричных режимов: двойное замыкание на землю

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1.Симметричной системой прямой последовательности называют систему, в которой электрические величины

Ответы:

- а) равны по модулю, сдвинуты друг относительно друга на угол 180 градусов и проходят через максимум в прямом порядке чередования фаз;
- б) равны по модулю, сдвинуты друг относительно друга на угол 120 градусов и проходят через максимум в обратном порядке чередования фаз;
- в) равны по модулю, сдвинуты друг относительно друга на угол 120 градусов и проходят через максимум в прямом порядке чередования фаз;
- г) равны по модулю, сдвинуты друг относительно друга на угол 90 градусов и проходят через максимум в обратном порядке чередования фаз.

Верный ответ: в) равны по модулю, сдвинуты друг относительно друга на угол 120 градусов и проходят через максимум в прямом порядке чередования фаз

2.Симметричной системой обратной последовательности называют систему, в которой электрические величины

Ответы:

- а) равны по модулю, сдвинуты друг относительно друга на угол 90 градусов и проходят через максимум в обратном порядке чередования фаз;
- б) равны по модулю, сдвинуты друг относительно друга на угол 180 градусов и проходят через максимум в прямом порядке чередования фаз;
- в) равны по модулю, сдвинуты друг относительно друга на угол 120 градусов и проходят через максимум в прямом порядке чередования фаз;
- г) равны по модулю, сдвинуты друг относительно друга на угол 120 градусов и проходят через максимум в обратном порядке чередования фаз.

Верный ответ: г) равны по модулю, сдвинуты друг относительно друга на угол 120 градусов и проходят через максимум в обратном порядке чередования фаз

3.Симметричной системой нулевой последовательности называют систему, в которой электрические величины

Ответы:

- а) равны по модулю, сдвинуты друг относительно друга на угол 180 градусов и проходят через максимум в прямом порядке чередования фаз;
- б) равны по модулю, сдвинуты друг относительно друга на угол 0 градусов и проходят через максимум одновременно;
- в) равны по модулю, сдвинуты друг относительно друга на угол 120 градусов и проходят через максимум одновременно;
- г) равны по модулю, сдвинуты друг относительно друга на угол 120 градусов и проходят через максимум в обратном порядке чередования фаз.

Верный ответ: б) равны по модулю, сдвинуты друг относительно друга на угол 0 градусов и проходят через максимум одновременно

4.Выберите правильные утверждения

Ответы:

- а) для элементов, у которых отсутствует магнитная связь между фазами, сопротивления для всех последовательностей одинаковы;

- б) для элементов, у которых отсутствует магнитная связь между фазами, сопротивления прямой и обратной последовательностей одинаковы;
- в) для элементов, у которых магнитосвязанные цепи неподвижны друг относительно друга, сопротивления для всех последовательностей одинаковы;
- г) для элементов, у которых магнитосвязанные цепи неподвижны друг относительно друга, сопротивления прямой и обратной последовательностей одинаковы.

Верный ответ: а) для элементов, у которых отсутствует магнитная связь между фазами, сопротивления для всех последовательностей одинаковы г) для элементов, у которых магнитосвязанные цепи неподвижны друг относительно друга, сопротивления прямой и обратной последовательностей одинаковы

5. Выберите правильные утверждения

Ответы:

- а) сопротивления обратной последовательности трансформатора равны сопротивлениям прямой последовательности;
- б) сопротивления нулевой последовательности трансформатора равны сопротивлениям прямой и обратной последовательностей;
- в) сопротивления обратной последовательности трансформатора в значительной степени определяются конструкцией и схемой соединения обмоток трансформатора.

Верный ответ: а) сопротивления обратной последовательности трансформатора равны сопротивлениям прямой последовательности

6. Выберите правильные утверждения

Ответы:

- а) П-образная схема замещения линии электропередачи основана на допущении об отсутствии волновых процессов в линии;
- б) П-образная схема замещения линии электропередачи основана на положении о волновом характере процессов в линии;
- в) П-образная схема замещения линии электропередачи основана на допущении об отсутствии емкостной проводимости линии;
- г) П-образная схема замещения линии электропередачи основана на допущении об отсутствии активной проводимости линии.

Верный ответ: а) П-образная схема замещения линии электропередачи основана на допущении об отсутствии волновых процессов в линии

7. При двухфазном коротком замыкании фаз «А» и «В» на землю особой является

Ответы:

- а) фаза «А»;
- б) фаза «В»;
- в) фаза «С»;
- г) фаза «А» и фаза «В».

Верный ответ: в) фаза «С»

8. При однофазном коротком замыкании на землю фазы «А» особой является

Ответы:

- а) фаза «А»;
- б) фаза «В»;
- в) фаза «С»;
- г) фаза «В» и фаза «С».

Верный ответ: а) фаза «А»

## **II. Описание шкалы оценивания**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

### ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

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