



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт Механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Кафедра Электроснабжение и электротехника имени академика И.А. Будзко

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института механики и  
энергетики имени В.П. Горячкина

Ю.В. Катаев

« 20 » / 01 / 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.08 «ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ  
СИСТЕМАХ»**

для подготовки бакалавров  
(академический бакалавриат)

ФГОС ВО

Направление: 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника  
Направленность: Электроснабжение

Курс 3  
Семестр 6

Форма обучения: Очно-заочная

Год начала подготовки: 2018

Регистрационный номер \_\_\_\_\_

Москва, 2019

Разработчик: Стушкина Н.А., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Стушкина Н.А. «11» 12 2019 г.

Рецензент Рудобашта С.П., д.т.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Рудобашта С.П. (подпись)  
«11» 12 2019 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры ЭС и ЭТ им. акад. И.А. Будзко протокол № 4 от «11» 12 2019 г.

Зав. кафедрой Стушкина Н.А., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Стушкина Н.А. (подпись)  
«11» 12 2019 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии института механики и энергетики имени В.П. Горячкина

Парлюк Е.П., к.э.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Парлюк Е.П.

протокол № 9 от «20» 04 2020 г.

«20» 04 2020 г.

Заведующий выпускающей кафедрой Стушкина Н.А., к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Стушкина Н.А. (подпись)  
«11» 12 2019 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

Иванова Л.Л. (подпись) Л.Л. Иванова

**Бумажный экземпляр РПД, копии электронных вариантов РПД и оценочных материалов дисциплины:**

Методический отдел УМУ

«\_\_» \_\_\_\_ 2019 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	4
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>5</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....</b>	<b>6</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>6</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>8</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ..... В СЕМЕСТРЕ.....	8
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	9
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....	11
4.4 САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ .....	14
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....</b>	<b>15</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>16</b>
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....	17
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	20
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>21</b>
7.1 Основная литература.....	21
7.2 Дополнительная литература.....	21
7.3 Нормативные правовые акты.....	22
7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....	22
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕР- НЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>22</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИ- СТЕМ.....</b>	<b>22</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕ- НИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>23</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>23</b>
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>24</b>

## Аннотация

Рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.08 «Переходные процессы в электроэнергетических системах» для подготовки бакалавра по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электроснабжение

**Цель освоения дисциплины:** освоение студентами основных сведений о процессах, происходящих в электрических системах при коротких замыканиях (к.з.) обрывах фаз и других повреждениях ВЛ, основ расчетов токов и напряжений в аварийных режимах, а также расчетов токов короткого замыкания, нужных при выборе электрооборудования. Дисциплина «Переходные процессы в электроэнергетических системах» является в своей основе теоретической и способствует развитию у студентов логического и абстрактного мышления с практической реализацией ее содержания, развитие способности:

- к самоорганизации и самообразованию;
- применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;
- принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования.
- готовность к участию в испытаниях вводимого в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в вариативную часть учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОК-7, ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-9.

### **Краткое содержание дисциплины:**

#### **Раздел 1. Переходные процессы в простейших трехфазных цепях**

**Тема 1.** Общие сведения об электромагнитных процессах в системах электроснабжения.

#### **Раздел 2. Начальный момент внезапного нарушения режима**

**Тема 1.** Переходный электромагнитный процесс при симметричном к.з. в трехфазной цепи, подключенной к источнику неограниченной мощности.

#### **Раздел 3. Установившийся режим трехфазного к.з.**

**Тема 1.** Переходный процесс при трехфазном к.з. за силовым трансформатором.

#### **Раздел 4. Уравнение электромагнитного переходного процесса синхронной машины.**

##### **Внезапное к.з. синхронной машины.**

**Тема 1.** Переходный процесс при трехфазном к.з. на зажимах синхронного генератора.

**Тема 2.** Влияние АРВ на переходный процесс трехфазного к.з.

#### **Раздел 5. Практические методы расчета тока трехфазного к.з.**

**Тема 1.** Выбор расчетных условий. Системы единиц.

**Тема 2.** Аналитический метод расчета начального и ударного токов трехфазного к.з.

#### **Раздел 6. Особенности и методика расчета несимметричных переходных процессов.**

**Тема 1.** Нарушение симметрии трехфазной цепи.

**Тема 2.** Использование метода симметричных составляющих при расчетах несимметричных режимов.

#### **Раздел 7. Расчет несимметричных к.з.**

**Тема 1.** Расчет несимметричных к.з. в системах с заземленной и изолированной нейтралью.

#### **Раздел 8. Переходные процессы при особых условиях.**

**Тема 1.** Расчет токов к.з. в установках напряжением до 1000 В.

#### **Раздел 9. Термическое и электродинамическое действие токов к.з.**

**Тема 1.** Термическое и электродинамическое действие токов к.з.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 3 зач. единицы (108 часов).

**Промежуточный контроль:** экзамен.

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целью изучения дисциплины «Переходные процессы в электроэнергетических системах» является освоение студентами основных сведений о процессах, происходящих в электрических системах при коротких замыканиях (к.з.) обрывах фаз и других повреждениях ВЛ. Приобретение умений и навыков для расчетов токов и напряжений в аварийных режимах, а также расчетов токов короткого замыкания, нужных при выборе электрооборудования. В результате изучения данной дисциплины студенты должны знать:

- методику расчета токов и напряжений в аварийных режимах;
- методы расчета величины токов к.з., нужные при выборе электрооборудования и расчета релейной защиты;
- основы выполнения расчета токов к.з. в сетях напряжением до 1 кВ;
- основы проверки защитного электрооборудования по термической и динамической стойкости.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Переходные процессы в электроэнергетических системах» включена в обязательный перечень дисциплин учебного плана вариативной части.

Изучение данной дисциплины позволяет специалистам, подготавливаемым по разным специальностям в рамках направления «Электроэнергетика и электротехника» получить основные сведения о процессах, происходящих в электрических системах при коротких замыканиях, обрывах фаз и других повреждениях ВЛ, позволяет понять сущность взаимодействия элементов электроэнергетической системы в различных режимах ее работы и получить навыки анализа этих режимов.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Переходные процессы в электроэнергетических системах» являются «Математика», «Физика», «Информатика», «Теоретические основы электротехники», «Электромеханика». График изучения указанных дисциплин приведен в рабочем учебном плане.

Дисциплина знакомит студентов с методами расчета токов к.з. в разных режимах. Знание этих вопросов необходимо всем специалистам-электроэнергетикам. Поэтому данная дисциплина является базовой для изучения всех специальных дисциплин направления «Электроэнергетика и электротехника».

Дисциплина «Переходные процессы в электроэнергетических системах» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем», «Электромеханические переходные процессы» в электроэнергетических системах и для выполнения выпускной квалификационной работы.

Особенностью дисциплины является наличие в её содержании физики, математики, информатики, теоретических основ электротехники, инженерных знаний и средств вычислительной техники.

Рабочая программа дисциплины «Переходные процессы в электроэнергетических системах» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			знать	уметь	владеть
1.	ОК-7	Способность к самоорганизации и самообразованию.	Современные инженерные и компьютерные технологии	Самостоятельно работать с технической литературой	Навыками самоорганизации и самообразования
2.	ПК-2	Способность обрабатывать результаты экспериментов.	Цели и принципы обработки результатов эксперимента в процессе электроснабжения предприятий и организаций	Предлагать решения по сбору и обработке экспериментальных данных по расчету переходных процессов в электроэнергетических системах	Методами сбора и обработки экспериментальных данных по расчету переходных процессов в электроэнергетических системах
3.	ПК-6	Способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности.	Режимы работы объектов профессиональной деятельности.	Рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности.	Методами расчета режимов работы объектов профессиональной деятельности.
4.	ПК-7	Готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике.	Требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса.	Обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса.	Методикой расчета режимов и параметров технологического процесса.
5.	ПК-9	Способность составлять и оформлять типовую техническую документацию.	Нормативную и типовую техническую документацию и современные методы поиска и обработки информации.	Составлять и оформлять типовую техническую документацию.	Навыками составления и оформления типовой технической документации.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ в семестре представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	семестр № 6
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>30,4</b>	<b>30,4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>30,4</b>	<b>30,4</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	8	8
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	10	10
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	10	10
<i>консультации перед экзаменом</i>	2	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>77,6</b>	<b>77,6</b>
<i>расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)</i>	20	20
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям)</i>	33	33
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	24,6	24,6
Вид промежуточного контроля:	Экзамен	



## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С	ЛР	ПКР	
<b>Раздел 1.</b> Переходные процессы в простейших трехфазных цепях.	6					6
<b>Раздел 2.</b> Начальный момент внезапного нарушения режима.	14	2	2	4		6
<b>Раздел 3.</b> Установившийся режим трехфазного к.з.	8		2			6
<b>Раздел 4.</b> Уравнение электромагнитного переходного процесса синхронной машины. Внезапное к.з. синхронной машины.	6					6
<b>Раздел 5.</b> Практические методы расчета тока трехфазного к.з.	10		2			8
<b>Раздел 6.</b> Особенности и методика расчета несимметричных переходных процессов.	10	2	2			6
<b>Раздел 7.</b> Расчет несимметричных к.з.	16	2	2	6		6
<b>Раздел 8.</b> Переходные процессы при особых условиях.	4					4
<b>Раздел 9.</b> Термическое и электродинамическое действие токов к.з.	7	2				5
<b>Консультации перед экзаменом</b>	2				2	
<b>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</b>	0,4				0,4	
<b>Всего за 6-й семестр</b>	83,4	8	10	10	2,4	53
<b>Экзамен</b>	24,6					24,6
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>2,4</b>	<b>77,6</b>

### **Раздел 1. Переходные процессы в простейших трехфазных цепях**

**Тема 1.** Общие сведения об электромагнитных процессах в системах электроснабжения.

Рассматриваемые вопросы.

Общие сведения об электромагнитных переходных процессах. Виды к.з. Основные причины возникновения к.з. Основные допущения.

### **Раздел 2. Начальный момент внезапного нарушения режима**

**Тема 1.** Переходный электромагнитный процесс при симметричном к.з. в трехфазной цепи, подключенной к источнику неограниченной мощности.

Рассматриваемые вопросы

Режим работы простейшей цепи в предшествующем режиме. Нарушение симметрии трехфазной цепи. Ударный ток.

### **Раздел 3. Установившийся режим трехфазного к.з.**

**Тема 1.** Переходный процесс при трехфазном к.з. за силовым трансформатором.

Рассматриваемые вопросы



Трехфазное к.з. за силовым трансформатором. Переходный процесс при включении силового трансформатора под напряжение.

#### **Раздел 4. Уравнение электромагнитного переходного процесса синхронной машины. Внезапное к.з. синхронной машины.**

**Тема 1.** Переходный процесс при трехфазном к.з. на зажимах синхронного генератора.

Рассматриваемые вопросы

Баланс магнитных потоков. Векторная диаграмма неявнополюсного генератора.

**Тема 2.** Влияние АРВ на переходный процесс трехфазного к.з.

Рассматриваемые вопросы

Определение установившегося тока к.з. генератора с АРВ.

#### **Раздел 5. Практические методы расчета тока трехфазного к.з.**

**Тема 1.** Выбор расчетных условий. Системы единиц.

Рассматриваемые вопросы

Составление схем замещения. Эквивалентные преобразования схем замещения.

**Тема 2.** Аналитический метод расчета начального и ударного токов трехфазного к.з.

Рассматриваемые вопросы

Расчет токов к.з. в начальный момент переходного процесса. Расчет токов к.з. для любого момента времени переходного процесса.

#### **Раздел 6. Особенности и методика расчета несимметричных переходных процессов.**

**Тема 1.** Нарушение симметрии трехфазной цепи.

Рассматриваемые вопросы

Основные положения метода симметричных составляющих.

**Тема 2.** Использование метода симметричных составляющих при расчетах несимметричных режимов.

Рассматриваемые вопросы

Однократная поперечная несимметрия.

#### **Раздел 7. Расчет несимметричных к.з.**

**Тема 1.** Расчет несимметричных к.з. в системах с заземленной и изолированной нейтралью.

Рассматриваемые вопросы

Двухфазное к.з. Однофазное к.з. Двухфазное к.з. на землю. Трансформация симметричных составляющих токов и напряжений. Однофазные замыкания на землю. Двойные замыкания на землю.

#### **Раздел 8. Переходные процессы при особых условиях.**

**Тема 1.** Расчет токов к.з. в установках напряжением до 1000 В.

Рассматриваемые вопросы

Особенности расчета токов к.з. в сельских сетях.

#### **Раздел 9. Термическое и электродинамическое действие токов к.з.**

**Тема 1.** Термическое и электродинамическое действие токов к.з.

Рассматриваемые вопросы

Термическое и электродинамическое действие токов к.з. Проверка электрических аппаратов и проводников на термическую стойкость. Проверка шинных конструкций и электрических аппаратов на электродинамическую стойкость при к.з.

### 4.3 Лекции/лабораторные/практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций/лабораторного практикума/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 2. Начальный момент внезапного нарушения режима</b>				8
	<b>Тема 1.</b> Переходный электромагнитный процесс при симметричном к.з. в трехфазной цепи, подключенной к источнику неограниченной мощности.	Лекция №1. Переходный процесс при трехфазном КЗ в простейшей цепи, питаемой от источника неограниченной мощности.	ОК-2, ПК-6, ПК-7		2
		Практическая работа №1. Системы единиц при расчете токов КЗ	ОК-2, ПК-6, ПК-7	Дискуссия Устный опрос	2
		Лабораторная работа №1. Определение начального значения тока трехфазного к.з. Расчет ударного тока	ОК-2, ПК-6, ПК-7	Защита лабораторной работы	4
2.	<b>Раздел 3. Установившийся режим трехфазного к.з.</b>				2
	<b>Тема 1.</b> Переходный процесс при трехфазном к.з. за силовым трансформатором	Практическая работа № 2. Расчет начального значения периодической составляющей тока трехфазного КЗ.	ОК-2, ПК-2, ПК-6, ПК-7	Дискуссия Устный опрос Решение задач	2
3.	<b>Раздел 5. Практические методы расчета тока трехфазного к.з.</b>				2
	<b>Тема 2.</b> Аналитический метод расчета начального и ударного токов трехфазного к.з.	Практическая работа № 3. Расчет начального и ударного тока трехфазного КЗ с учетом влияния нагрузки.	ОК-2, ПК-2, ПК-6, ПК-7	Дискуссия Устный опрос Решение задач	2
4.	<b>Раздел 6. Особенности и методика расчета несимметричных переходных процессов.</b>				4
	<b>Тема 1.</b> Нарушение симметрии трехфазной	Лекция №2. Переходные процессы при нарушении симметрии трехфазной цепи.	ОК-2, ПК-2, ПК-6, ПК-7		2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемы е компетенции	Вид контрольного о мероприятия	Кол- во часов
	цепи.				
	<b>Тема 2.</b> Использование метода симметричных составляющих при расчетах несимметричных режимов.	Практическая работа № 4. Расчет несимметричных КЗ.	ОК-2,ПК-2, ПК-6, ПК-7	Дискуссия Устный опрос Решение задач	2
7.	<b>Раздел 7. Расчет несимметричных к.з.</b>				<b>10</b>
5.	<b>Тема 1.</b> Расчет несимметричных к.з. в системах с заземленной и изолированной нейтралью.	Лекция №3. Двухфазное КЗ, однофазное КЗ, двухфазное КЗ на землю. Трансформация симметричных составляющих. Однофазное замыкание на землю. Двойное замыкание на землю.	ОК-2,ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-9		2
		Практическая работа № 5. Определение токов при несимметричных КЗ в произвольный момент времени	ОК-2,ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-9	Дискуссия Устный опрос Решение задач	2
		Лабораторная работа №2. Расчет токов при несимметричных КЗ: двухфазное КЗ	ОК-2,ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-9	Защита лабораторной работы	3
		Лабораторная работа №3. Расчет токов при несимметричных КЗ: однофазное КЗ	ОК-2,ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-9	Защита лабораторной работы	3
6.	<b>Раздел 9. Термическое и электродинамическое действие токов к.з.</b>				<b>2</b>
	<b>Тема 1.</b> Термическое и электродинамическое действие токов к.з.	Лекция №4. Термическое действие токов КЗ. Электродинамическое действие токов КЗ.	ОК-2,ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-9		2

#### 4.4 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

Таблица 5

##### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Переходные процессы в простейших трехфазных цепях</b>		
1.	Тема 1. Общие сведения об электромагнитных процессах в системах электроснабжения.	Основная терминология. Последствия к.з. (ОК-2)
<b>Раздел 2. Начальный момент внезапного нарушения режима</b>		
2.	Тема 1. Переходный электромагнитный процесс при симметричном к.з. в трехфазной цепи, подключенной к источнику неограниченной мощности.	Простейшая трехфазная цепь. Работа простейшей цепи в предшествующем режиме, в режиме к.з. (ОК-2, ПК-6, ПК-7)
<b>Раздел 3. Установившийся режим трехфазного к.з.</b>		
3.	Тема 1. Переходный процесс при трехфазном к.з. за силовым трансформатором.	Схема замещения силового трансформатора. Определение параметров схемы замещения. Поведение и учет нагрузки в начальный момент к.з. (ОК-2, ПК-2, ПК-6, ПК-7)
<b>Раздел 4. Уравнение электромагнитного переходного процесса синхронной машины. Внезапное к.з. синхронной машины.</b>		
4.	Тема 1. Переходный процесс при трехфазном к.з. на зажимах синхронного генератора.	Магнитные потоки в синхронном генераторе (ОК-2, ПК-2, ПК-6, ПК-7)
5.	Тема 2. Влияние АРВ на переходный процесс трехфазного к.з.	Кривые изменения токов в генераторе при трехфазном к.з. (ОК-2, ПК-2, ПК-6, ПК-7)
<b>Раздел 5. Практические методы расчета тока трехфазного к.з.</b>		
6.	Тема 1. Выбор расчетных условий. Системы единиц.	Составление схем замещения для расчета тока трехфазного к.з. в начальный момент. Параметры элементов расчетной схемы. Преобразование схем замещения. (ОК-2, ПК-2, ПК-6, ПК-7)
7.	Тема 2. Аналитический метод расчета начального и ударного токов трехфазного к.з.	Решение в именованных единицах. Решение в относительных базисных единицах. Расчет тока трехфазного к.з. для любого момента времени переходного процесса. (ОК-2, ПК-2, ПК-6, ПК-7)
<b>Раздел 6. Особенности и методика расчета несимметричных переходных процессов.</b>		
8.	Тема 1. Нарушение симметрии трехфазной цепи.	Правило эквивалентности прямой последовательности. (ОК-2, ПК-2, ПК-6, ПК-7)

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 7. Расчет несимметричных к.з.</b>		
10.	Тема 1. Расчет несимметричных к.з. в системах с заземленной и изолированной нейтралью.	Определение токов при несимметричных к.з. в произвольный момент времени. Распределение напряжений отдельных последовательностей в системе при несимметричных к.з. (ОК-2, ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-9)
<b>Раздел 8. Переходные процессы при особых условиях.</b>		
11	Тема 1. Расчет токов к.з. в установках напряжением до 1000 В.	Основные факторы, влияющие на переходный процесс при к.з. Параметры элементов электроустановки переменного тока напряжением до 1000 В. (ОК-2, ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-9)
<b>Раздел 9. Термическое и электродинамическое действие токов к.з.</b>		
12	Тема 1. Термическое и электродинамическое действие токов к.з.	Расчет электродинамического действия токов к.з. Расчет термического действия токов к.з. (ОК-2, ПК-2, ПК-6, ПК-7, ПК-9)

## 5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Переходные процессы в электроэнергетических системах» в совокупности с традиционной (объяснительно-иллюстративной) технологией обучения используются элементы инновационных технологий.

Согласно учебному плану и графику учебного плана для организации процесса освоения студентами дисциплины используются следующие формы теоретического и практического обучения, соответствующие традиционной (объяснительно-иллюстративной) и инновационным технологиям:

- основные формы теоретического обучения: лекции, консультации, экзамен;
- основные формы практического обучения: практические занятия, лабораторные работы;
- дополнительные формы организации обучения: расчетно-графическая работа и самостоятельные работы студентов.

Занятия целесообразно проводить в интерактивной форме – дискуссии, решение типовых задач, совместная работа студентов в группе при проведении практических занятий и выполнения лабораторных работ, междисциплинарное обучение – подготовка студенческих докладов, разбор конкретных ситуаций. Визуализация лекционного материала с помощью мультимедийных средств.

## 6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

При изучении разделов дисциплины «Переходные процессы в электроэнергетических системах» в течение семестра используются следующие виды контроля:

- текущий,
- промежуточный.

**Текущий контроль** знаний предполагает посещение лекций, устные ответы студентов на вопросы на практических занятиях, защита лабораторных работ, решение типовых задач, проведение дискуссий, выполнение расчетно-графической работы.

**Промежуточный контроль знаний:** экзамен.

Для допуска к экзамену по курсу необходимо выполнить учебный план по дисциплине, включающий в себя посещение лекций, практических занятий, выполнить и защитить

лабораторные работы, выполнить и защитить расчетно-графическую работу.

### 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

1). При изучении дисциплины «Переходные процессы в электроэнергетических системах» предусмотрена расчетно-графическая работа (РГР).

РГР выполняется студентом во внеурочное время с использованием любых информационных материалов. РГР носит расчетный характер и обязательно выполняется в электронных таблицах Excel. Оформляется РГР в текстовом редакторе Word.

Примерная тематика РГР:

Определить токи короткого замыкания в заданных точках расчетной схемы при симметричных и несимметричных к.з. в соответствии с вариантом.

2). Пример дискуссии для текущего контроля знаний обучающихся:

#### Темы дискуссий по разделу 1. Переходные процессы в простейших трехфазных цепях.

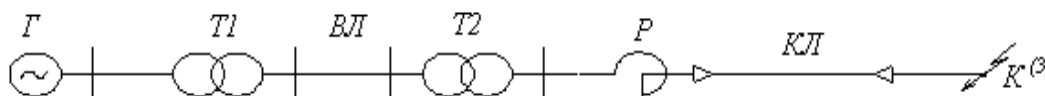
Вопросы дискуссии по теме 1. Общие сведения об электромагнитных процессах в системах электроснабжения.

1. Основные понятия и определения: система электроснабжения; электроустановка; электрическая система; электроэнергетическая система.
2. Что называют режимом системы? Чем он характеризуется?
3. Что такое короткое замыкание (к.з.)?
4. Какие виды коротких замыканий бывают?
5. Причины возникновения к.з.
6. Последствия к.з.
7. Назначение и методы расчетов токов к.з.
8. Допущения при расчетах токов к.з.

3). Пример типовых задач для текущего контроля знаний обучающихся:

#### Типовые задачи по разделу 3. Расчет начального значения периодической составляющей тока трехфазного к.з.

1. В точке «К» заданной расчетной схемы произошло трехфазное КЗ. Определить начальный, ударный и наибольший действующий ток в генераторе и в месте короткого замыкания.



4). Пример заданий и вопросов при защите лабораторной работы для текущего контроля знаний обучающихся.

Лабораторные работы по разделу 2. Начальный момент внезапного нарушения режима.

#### 1. Лабораторная работа № 1.

##### «Определение начального значения тока трехфазного к.з. Расчет ударного тока».

На защите лабораторной работы студент должен предъявить преподавателю отчет по лабораторной работе, содержащий:

1. Фамилию, имя, отчество студента и номер его группы.
2. Название лабораторной работы, краткое описание установки, используемой в работе, эскиз ее конструкции, электрическую схему.
3. Результаты исследования в виде таблиц и графиков.

## Выводы по полученным результатам

Задания и контрольные вопросы при защите лабораторной работы.

- 1). Чем отличается режим трехфазного короткого замыкания (к.з.) от нормального режима работы системы?
- 2). Какими параметрами вводятся в схему замещения начального момента к.з. генераторы?
- 3). Каково влияние нагрузки на ток к.з. в начальный момент времени?
- 4). Как учитывается нагрузка в расчетах?
- 5). Перечислите виды нагрузок в системе. Как влияет удаленность точки к.з. от шин нагрузки на режим ее работы?
- 6). Как определить сверхпереходные ЭДС генератора и нагрузки по параметрам предшествующего режима?
- 7). Какой ток называют ударным? Условия возникновения ударного тока.
- 8). Что такое ударный коэффициент? Его физический смысл?
- 9). Как определить величину ударного коэффициента?

5). Примерный перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен):

1. Короткое замыкание, виды, причины и последствия к.з. Назначение и методы расчетов токов к.з.
2. Составление и преобразование схем замещения при расчете трехфазного к.з. Определение коэффициентов распределения и взаимных сопротивлений.
3. Переходный процесс в простейшей цепи, питаемой от системы. Осциллограмма тока.
4. Переходный процесс при включении силового трансформатора под напряжение.
5. Условные стадии переходного процесса при трехфазном к.з. на зажимах синхронного генератора.
6. Поведение и учет нагрузки при различных видах к.з.
7. Приближенный метод расчета действующего значения периодической составляющей тока трехфазного к.з. в произвольный момент времени.
8. Приведение ЭДС и сопротивлений к одной ступени напряжения при расчете тока к.з. в именованных единицах. Шкала средних номинальных напряжений.
9. Расчетные выражения параметров элементов схемы в относительных базисных единицах.
10. Переходный процесс при трехфазном к.з. за силовым трансформатором.
11. Кривые изменения действующего значения тока трехфазного к.з. генератора с АРВ.
12. Баланс магнитных потоков в генераторе. Определение переходной ЭДС.
13. Влияние АРВ генераторов на переходный процесс трехфазного к.з.
14. Определение установившегося тока трехфазного к.з. генератора с АРВ.
15. Режимы работы генератора с АРВ в зависимости от удаленности точки к.з. Определение установившегося тока к.з. в этих режимах.
16. Порядок расчета тока трехфазного к.з. в произвольный момент времени с использованием расчетных кривых.
17. Упрощенная векторная диаграмма генератора до к.з., и определение его параметров для определения начального тока трехфазного к.з.
18. Определение эквивалентной постоянной времени и ударного коэффициента в расчетных схемах. Выражение для ударного тока к.з.
19. Расчет начального значения периодической составляющей и ударного тока трехфазного к.з. (порядок расчета, расчетные выражения и практические рекомендации).
20. Приближенный учет сопротивления системы при расчетах токов к.з.
21. Основные положения метода симметричных составляющих. Использование метода при расчетах несимметричных режимов.
22. Правило эквивалентности прямой последовательности и его использование.
23. Порядок расчета токов при несимметричных к.з.
24. Двухфазное к.з. Симметричные составляющие. Выражения для полных токов и напряжений. Векторная диаграмма.



25. Однофазное к.з. Симметричные составляющие. Выражения для полных токов и напряжений. Векторная диаграмма.
26. Двухфазное к.з. на землю. Симметричные составляющие. Выражения для полных токов и напряжений. Векторная диаграмма.
27. Учет переходного сопротивления в месте повреждения при несимметричных к.з. Векторная диаграмма двухфазного к.з. с учетом сопротивления электрической дуги.
28. Определение токов при несимметричных к.з. в произвольный момент времени.
29. Сопротивление элементов системы для токов обратной и нулевой последовательностей. Составление схемы замещения нулевой последовательности.
30. Распределение напряжений отдельных последовательностей в системе при несимметричных к.з.
31. Однофазное замыкание на землю. Соотношения между токами и напряжениями.
32. Комплексные схемы замещения при расчете несимметричных к.з.
33. Однофазное замыкание на землю в системе с резонансно-заземленной нейтралью. Режимы компенсации.
34. Двойное замыкание на землю.
35. Однофазное замыкание на землю через переходное сопротивление.
36. Сравнение токов по величине при различных видах к.з.
37. Особенности расчета токов к.з. в сельских сетях напряжением до 1000 В. Расчет тока трехфазного к.з. на шинах низшего напряжения ТП 10/0,4 кВ.
38. Назначение и особенности расчетов токов к.з. в сельских сетях напряжением до 1000 В. Расчет тока однофазного к.з. в конце линии 0,38 кВ, отходящей от подстанции ТП 10/0,4 кВ.
39. Трансформация симметричных составляющих токов и напряжений.
40. Проверка электрических аппаратов и шинных конструкций на электродинамическую стойкость.
41. Электродинамическое действие токов к.з.
42. Термическое действие токов к.з. Определение теплового импульса.
43. Практическая проверка термической стойкости проводников и электрических аппаратов.

**Пример экзаменационного билета для промежуточного контроля знаний обучающихся (экзамена):**



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –**  
**МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**  
**(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)**

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
 Кафедра «Электроснабжение и электротехника им. академика И.А. Будзко»  
 Дисциплина «Переходные процессы в электроэнергетических системах»  
 Курс 3 Семестр – 6, экзамен  
 Направление: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
**(академический бакалавриат)**  
 Направленность: «Электроснабжение»

**БИЛЕТ № 1**

1. Приближенный учет сопротивления системы при расчете токов к.з.
2. Переходный процесс при трехфазном к.з. в простейшей цепи, питаемой от системы. Осциллограмма тока.
3. Задача

Лектор курса, доцент \_\_\_\_\_ Н.А. Стушкина

Утверждаю:

заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Н.А. Стушкина

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201 \_\_\_\_ г.

## 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для допуска к экзамену по дисциплине «Переходные процессы в электроэнергетических системах» необходимо выполнить учебный план по дисциплине, включающий в себя посещение лекций, практических занятий, лабораторных работ, выполнение и защиту РГР.

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Переходные процессы в электроэнергетических системах» применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов.

Критерии оценки знаний устанавливаются в соответствии с требованиями к профессиональной подготовке, исходя из действующих учебных планов и программ с учетом характера конкретной дисциплины, а также будущей практической деятельности выпускника. Знания оцениваются по четырехбалльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Таблица 7

### Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку <b>«отлично»</b> заслуживает студент, глубоко и прочно освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, излагающий его исчерпывающе, последовательно, системно и логически стройно. Студент, выполнивший и защитивший расчетно-графическую работу на высоком качественном уровне; не затрудняется с ответом при видоизменении задания; справляется с нестандартными задачами, вопросами и другими видами применения знаний; при изложении материала владеет терминологией и символикой изучаемой дисциплины; показывает разносторонние знания основной и дополнительной литературы; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку <b>«хорошо»</b> заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и логически правильно излагающий теоретический материал, не допускающий существенных неточностей в ответе на вопрос; владеющий терминологией и символикой изучаемой дисциплины при изложении материала. Студент, выполнивший и защитивший расчетно-графическую работу; усвоивший основную литературу, рекомендованную программой дисциплины; обладающий основными профессиональными компетенциями; в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку <b>«удовлетворительно»</b> заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал только по обязательному минимуму содержания предмета, определенному программой дисциплины; выполнивший и защитивший расчетно-графическую работу; знания основной литературы, рекомендованной программой, отрывочны и не системны. Студент допускает неточности в ответе, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении материала, четкость и убедительность ответа выражена слабо, испытывает затруднения в выполнении типовых практических заданий, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку <b>«неудовлетворительно»</b> заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал; не показал правильного понимания существа экзаменационных вопросов; не

тельно)	знает значительной части основного материала; допускает принципиальные ошибки при выполнении типовых практических заданий. Студент, выполнивший и защитивший расчетно-графическую работу; основная литература по проблемам курса не усвоена, практические навыки не сформированы.
---------	---

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Крючков, И.П. Переходные процессы в электроэнергетических системах: учебник для вузов/ И.П. Крючков, В.А. Старшинов, Ю.П. Гусев, М.В. Пираторов; под ред. И.П. Крючкова.- М.: Изд. дом МЭИ, 2008.- 416 с.
2. Ульянов, С.А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах: учебник для вузов / С.А. Ульянов.- М.: Энергия, 1970.-520 с.
- 3.Сукманов, В.И.. Переходные процессы в системах электроснабжения [Текст] / В. И. Сукманов, Н. А. Стушкина. - М. : МГАУ, 2003. - 29 с.

### 7.2 Дополнительная литература

1. Лосев, С. Б. Расчет электромагнитных переходных процессов для релейной защиты на линиях большой протяженности [Текст] / С. Б. Лосев, Чернин А. Б. - М. : Энергия, 1972. - 145 с.
2. Рюденберг, Р. Переходные процессы в электроэнергетических системах [Текст] / Р. Рюденберг ; ред. В.Ю. Ломоносов - [Б. м.] : Изд. иностр. лит., 1955. - 715 с.

### 7.3 Нормативные правовые акты

Правила устройства электроустановок: 7-е издание (ПУЭ)/ Главгосэнергонадзор России. М.: Изд-во ЗАО «Энергосервис», 2007. 610 с.

### 7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Формами организации учебного процесса по дисциплине «Переходные процессы в электроэнергетических системах» являются лекции, лабораторные и практические занятия, консультации, самостоятельная работа студентов. Лекции проводятся на потоке, практические занятия в группах, лабораторные занятия в подгруппах. По курсу предусмотрено выполнение расчетно-графической работы. На лекциях излагается теоретический материал, лабораторные и практические занятия проводятся для закрепления теоретических знаний.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Программы: Microsoft Office (Word, Excel, Power Point), Интернет, электронные ресурсы технических библиотек.

- a) Каталоги электрооборудования и трансформаторов, изготавливаемых заводами России, etc. (интернет-ресурс) (открытый доступ).
- b) Информационные центры России
- c) Всероссийский институт научной и технической информации РАН (ВИНИТИ РАН) (интернет-ресурс) (открытый доступ).
- d) Всероссийский научно-технический информационный центр (ВНТИ-Центр) (интернет-ресурс) (открытый доступ).
- e) Защита интеллектуальной собственности (РОСПАТЕНТ) (интернет-ресурс) (открытый доступ).

f) Российский научно-технический центр по стандартизации (СТАНДАРТИНФОРМ)\_(интернет-ресурс) (открытый доступ).

### 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Таблица 8

#### Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	Раздел 5. «Практические методы расчета тока трехфазного к.з.»	MS Word MS Power Point MS Excel	Оформительская Презентация Расчетная	Microsoft	2010
2.	Раздел 6. «Особенности и методика расчета несимметричных переходных процессов.»	MS Word MS Power Point MS Excel	Оформительская Презентация Расчетная	Microsoft	2010
3.	Раздел 7. «Расчет несимметричных к.з.»	MS Word MS Power Point MS Excel	Оформительская Презентация Расчетная	Microsoft	2010

### 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 9

#### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**
1	2
24 корпус, аудитория № 103 учебная аудитория для проведения: занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, для групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы	1. Парты 26 шт. 2. Стулья 52 шт. 3. Доска меловая 2 шт. 4. Экран (Инв. № 410138000002640) 5. Проектор (Инв. № 410138000002634)
24 корпус, аудитория № 106 учебная лаборатория для проведения занятий семинарского, лабораторно-практического типа, компьютерный класс с интерактивной доской	Инв. № 410124000602952 на весь компьютерный класс 1. Интерактивная доска 1 шт. 2. Системный блок 16 шт. 3. Монитор – 16 шт. 4 Парты – 18 шт. 5. Стулья – 32 шт. 6. Лабораторный стенд «Теория электрических

	цепей» (Инв. № 410124000603063) 7. Доска меловая – 1 шт.
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, включающая 9 читальных залов (в том числе 5 компьютеризированных), организованных по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi, Интернет – доступом.	
Общежития № 4, № 5 и № 11. Комнаты для самоподготовки	

## 11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Учебный курс «Переходные процессы в электроэнергетических системах» является основополагающим для студентов, обучающихся по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность «Электроснабжение». В этом курсе студент получает знания о современных научно-инженерных решениях, используемых при расчете электромагнитных переходных процессов. Полученные знания необходимы студенту для успешной работы на производстве по выбранному направлению.

Методические рекомендации для успешного освоения студентом дисциплины «Переходные процессы в электроэнергетических системах» сводятся к следующему:

1. Активно изучать теоретический материал, излагаемый на лекциях. Самостоятельно производить расчеты при обработке экспериментальных данных и осуществлять их графическую интерпретацию с использованием интерактивных программных сред.
2. На лабораторных и практических занятиях обдуманно выполнять задания, анализировать полученные результаты. Защищать лабораторную работу в день её выполнения или ближайшее время.
3. Максимально использовать возможности практик на предприятии для изучения всего электрооборудования, имеющегося на предприятии, стремиться принять участие в ремонте электрических машин и трансформаторов.
4. Регулярно посещать тематические выставки, например, международный форум «Электрические сети», «Золотая осень» и др.

**Самостоятельная работа студентов** предполагает проработку лекционного материала, подготовку к самостоятельным работам по рекомендуемой литературе, изучение дополнительной литературы, дополнительное конспектирование некоторых разделов курса, подготовку докладов и сообщений на секции студенческой научной конференции, выполнение домашнего задания (РГР).

При самостоятельной работе следует рекомендовать студентам использовать электронные учебные пособия.

**РГР** рекомендуется выполнять последовательно и систематически по мере изучения соответствующего раздела дисциплины. При возникновении трудностей следует обращаться к преподавателю.

### Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший лекцию, обязан самостоятельно проработать материал и отчитаться в устной форме, ответив на вопросы лектора по теме лекции.

Студент, пропустивший практическое занятие, обязан получить у преподавателя индивидуальное задание, выполнить его в письменном виде и сдать.

Студент, пропустивший лабораторную работу, обязан ее отработать.

## 12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Формы организации учебного процесса по дисциплине «Переходные процессы в электроэнергетических системах» являются лекции, лабораторные занятия, практические занятия, консультации, самостоятельная работа студентов.

Преподавание инженерной дисциплины «Переходные процессы в электроэнергетических системах» требует особых методических подходов вследствие специфики общей подготовки студентов.

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий. Они должны дать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, концентрировать внимание студентов на наиболее сложных и узловых вопросах.

Объем читаемых лекций определяется графиком изучения дисциплины. Каждая лекция должна делиться на три части: введение, основная часть (учебные вопросы) и заключение.

Лекции должны иметь логическую связь с ранее изученным материалом и быть ориентированы на последующее применение излагаемого материала.

Для этой цели во введении к лекции преподаватель формулирует тему, учебные вопросы, отражающие содержание лекции и четко определяет цель данной лекции. Начиная изложение рассматриваемого материала, преподаватель устанавливает логическую связь данной лекции с предыдущим материалом и изучаемыми ранее дисциплинами. Введение должно занимать не более 10 минут, но должно полностью подготовить студента к восприятию излагаемого далее основного содержания.

Поскольку объем лекций ограничен, то планируемый в лекциях материал должен отражать только основное содержание изучаемого вопроса, сочетаясь с примерами и, при необходимости, иллюстрируясь плакатами и другими техническими средствами обучения. При этом не следует, по возможности, включать в лекцию громоздкие выводы, пояснения и тому подобный материал, однако в таких случаях необходимо обязательно указывать разделы рекомендуемой литературы, где можно получить убедительные ответы на возникшие вопросы. Кроме этого, в лекции обращается внимание студентов на те вопросы изучаемого материала, которые он должен изучить самостоятельно по указанной в методических указаниях по данной дисциплине литературе.

В заключительной части лекций преподаватель должен подвести итог и сформулировать общие выводы, вытекающие из содержания основной части лекции, и еще раз обратить внимание на тот объем материала, который подлежит самостоятельному изучению.

Самостоятельная работа студентов включает проработку лекционного материала, подготовку к лабораторным работам, выполнение РГР, изучение дополнительной литературы, подготовку к сообщению на практических занятиях и конференциях.

Изучение курса сопровождается постоянным контролем самостоятельной работы студентов, разбором и обсуждением выполненных домашних заданий, с последующей корректировкой принятых ошибочных решений. Контроль выполнения индивидуальных домашних заданий осуществляет ведущий дисциплину преподаватель.

Преподавание дисциплины основано на максимальном использовании активных форм обучения и самостоятельной работы студентов. Под руководством преподавателя студенты должны самостоятельно осуществлять поиск необходимой информации и принимать обоснованные решения по конкретным ситуациям.

### **Программу разработал:**

Стушкина Н.А., к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ (подпись)