



**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 ” \_\_\_\_\_ 2019 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.01.04 «ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ»**  
для подготовки бакалавров  
(академический бакалавриат)

ФГОС ВО

Направление: 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Электроснабжение

Курс 4

Семестр 8

Форма обучения: Очная

Год начала подготовки: 2019

Регистрационный номер \_\_\_\_\_

Москва, 2020

Разработчик: Стушкина Н.А., к.т.н., доцент

Стушкина  
«26» 08 2019 г.

Рецензент: Рудобашта С.П., д.т.н., профессор

Рудобашта  
«26» 08 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 № 1 от «26» 08 2019 г.

Заведующий кафедрой ЭС и ЭТ им. акад. И.А. Будзко Стушкина Н.А., к.т.н., доцент Стушкина

«26» 08 2019 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии института механики и энергетики имени В.П. Горячкина Парлюк Е.П., к.э.н., доцент Парлюк

Протокол № 1 «26» 08 2019 г.

Заведующий выпускающей кафедрой электроснабжения и электротехники им. академика И.А. Будзко Стушкина Н.А., к.т.н., доцент Стушкина

«26» 08 2019 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ Иванова Л.Л. Иванова

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

Методический отдел УМУ

« » 20 г

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ .....</b>	<b>4</b>
<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>7</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>9</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	9
В СЕМЕСТРЕ.....	9
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	10
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	12
4.4 САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ .....	15
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....</b>	<b>16</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>17</b>
6.1.Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности .....	18
6.2.Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	23
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>24</b>
7.1 Основная литература .....	24
7.2Дополнительная литература .....	24
7.3Нормативные правовые акты.....	24
7.4Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....	24
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>24</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ .....</b>	<b>25</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>25</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>26</b>
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>27</b>

## Аннотация

Рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.01.04 «Электромеханические переходные процессы» для подготовки бакалавра по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электроснабжение

**Цель освоения дисциплины:** получить представление о причинах возникновения и физической сути переходных электромеханических процессов. Дисциплина является профилирующей для студентов энергетических специальностей, 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 часть, формируемую участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы достижения компетенции): ПК<sub>ос</sub>-2.3

### **Краткое содержание дисциплины:**

#### **Раздел 1. Простейшая система. Понятие о статической и динамической устойчивости.**

**Тема 1.** . Общие сведения об электромеханических процессах в электроэнергетических системах.

#### **Раздел 2. Характеристики простейшей электрической системы.**

**Тема 1.** Характеристики системы при наличии неявнополюсного синхронного генератора. Характеристики системы при наличии явнополюсного синхронного генератора.

**Тема 2.** Характеристики нагрузок электрических систем.

#### **Раздел 3. Расчеты и анализ динамической устойчивости.**

**Тема 1.** Динамическая устойчивость.

#### **Раздел 4. Асинхронный ход и ресинхронизация.**

**Тема 1.** Асинхронный ход и ресинхронизация.

#### **Раздел 5. Мероприятия по повышению устойчивости электрических систем.**

**Тема 1.** Мероприятия по повышению устойчивости электрических систем.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 4 зач. единицы (144 часа).

**Промежуточный контроль:** зачет с оценкой.

### **1. Цели освоения дисциплины**

Целью изучения дисциплины «Электромеханические переходные процессы» является получение представления о причинах возникновения и физической сути переходных электромеханических процессов. Дисциплина является профилирующей для студентов энергетических специальностей. В результате изучения данной дисциплины студенты должны знать:

- методику расчета статической устойчивости;
- методику расчета динамической устойчивости

## 2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Электромеханические переходные процессы» включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений учебного плана.

Изучение данной дисциплины позволяет специалистам, подготавливаемым по разным направленностям в рамках направления «Электроэнергетика и электротехника» получить основные сведения о причинах возникновения и физической сути переходных электромеханических процессов, 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 «Электромеханические переходные процессы» являются «Математика», «Физика», «Информатика», «Теоретические основы электротехники», «Электромеханика», «Электроэнергетические системы и сети», «Переходные процессы в электроэнергетических системах», «Электрические машины». График изучения указанных дисциплин приведен в рабочем учебном плане.

Дисциплина знакомит студентов с методами расчета статической и динамической устойчивости. Расчеты электромеханических переходных процессов являются необходимой частью работ при проектировании и эксплуатации электрических систем и узлов нагрузки. Результаты этих расчетов используют для выбора основной схемы электрической системы и уточнения размещения основного оборудования, определения допустимых режимов и выбора мероприятий для повышения устойчивости электрических систем и узлов нагрузки, определения параметров настройки систем регулирования и управления, защиты и системной автоматики. Поэтому данная дисциплина является базовой для изучения всех специальных дисциплин направления «Электроэнергетика и электротехника».

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

Рабочая программа дисциплины «Электромеханические переходные процессы» 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

Процесс преподавания дисциплины направлен на формирование у студентов следующих профессиональных (ПКос) компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Код и содержание индикатора достижения компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	ПК <sub>ос</sub> -2	Способен выполнять работы по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	ПК <sub>ос</sub> -2.30 обосновывает выбор целесообразного проектного решения энергетических и электротехнических систем	Режимы работы, методы и средства повышения эффективности работы основного энергетического и электротехнического оборудования	выбирать целесообразное проектное решение энергетических и электротехнических систем	навыками выбора целесообразного проектного решения энергетических и электротехнических систем

#### 4. Структура и содержание дисциплины

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа), их распределение по видам работ в семестре представлено в таблице 2.

Таблица 2

#### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	семестр № 8
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>42,35</b>	<b>42,35</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>42,35</b>	<b>42,35</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	22	22
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	10	10
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	10	10
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35	0,35
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>101,65</b>	<b>101,65</b>
<i>расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)</i>	40,65	40,65
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям)</i>	52	52
<i>Подготовка к зачету с оценкой (контроль)</i>	9	9
Вид промежуточного контроля:	Зачет с оценкой	



## 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> Простейшая система. Понятие о статической и динамической устойчивости.	18	4				14
<b>Раздел 2.</b> Характеристики простейшей электрической системы.	33	6	6	5		16
<b>Раздел 3.</b> Расчеты и анализ динамической устойчивости.	47,65	6	4	5		32,65
<b>Раздел 4.</b> Асинхронный ход и ресинхронизация.	18	2				16
<b>Раздел 5.</b> Мероприятия по повышению устойчивости электрических систем.	18	4				14
<b>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</b>	0,35				0,35	
<b>Всего за 8-й семестр</b>	135	22	10	10	0,35	92,65
<b>Зачет с оценкой</b>	9					9
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>144</b>	<b>22</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>0,35</b>	<b>101,65</b>

### **Раздел 1. Простейшая система. Понятие о статической и динамической устойчивости.**

**Тема 1.** Общие сведения об электромеханических процессах в электроэнергетических системах.

Рассматриваемые вопросы.

Общие сведения об электромеханических переходных процессах. Понятие о статической и динамической устойчивости.

### **Раздел 2. Характеристики простейшей электрической системы.**

**Тема 1.** Характеристики системы при наличии неявнополюсного синхронного генератора.

Характеристики системы при наличии явнополюсного синхронного генератора.

Рассматриваемые вопросы.

Характеристики активной мощности системы при наличии АРВ генераторов. Регулирующий эффект нагрузки. Характеристики простой системы при наличии местной нагрузки.

**Тема 2.** Характеристики нагрузок электрических систем.

Рассматриваемые вопросы.

Характеристики отдельных видов нагрузки. «Лавина» напряжения. Критерии статической устойчивости отдельных видов нагрузки.

### **Раздел 3. Расчеты и анализ динамической устойчивости.**

**Тема 1.** Динамическая устойчивость.

Рассматриваемые вопросы

Методы расчета динамической устойчивости. Правило площадей и его использование в расчетах динамической устойчивости. Метод последовательных интервалов.

### **Раздел 4. Асинхронный ход и ресинхронизация.**

**Тема 1.** Асинхронный ход и ресинхронизация.

Рассматриваемые вопросы



Влияние асинхронного хода генераторов электростанции на работу электрической системы и узлов нагрузки. Условия ресинхронизации. Центр электрических качаний.

## Раздел 5. Мероприятия по повышению устойчивости электрических систем.

**Тема 1.** Мероприятия по повышению устойчивости электрических систем.

Рассматриваемые вопросы

Общая характеристика мероприятий и средств повышения устойчивости.

### 4.3 Лекции/лабораторные/практические занятия

Таблица 4

#### Содержание лекций/лабораторного практикума/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Номер и наименование разделов, тем	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемая компетенция (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1. Простейшая система. Понятие о статической и динамической устойчивости.</b>				<b>4</b>
	<b>Тема 1.</b> Общие сведения об электромеханических процессах в электроэнергетических системах.	Лекция №1. Основные понятия. Термины и определения.	ПК <sub>ос</sub> -2(ПК <sub>ос</sub> -2.3)		2
		Лекция №2. Простейшая система. Понятия о статической и динамической устойчивости.	ПК <sub>ос</sub> -2(ПК <sub>ос</sub> -2.3)		2
2.	<b>Раздел 2. Характеристики простейшей электрической системы.</b>				17
	<b>Тема 1.</b> Характеристики системы при наличии неявнополюсного синхронного генератора. Характеристики системы при наличии явнополюсного синхронного генератора.	Лекция №3. Характеристики простейшей электрической системы. Характеристики простой системы при наличии местной нагрузки.	ПК <sub>ос</sub> -2(ПК <sub>ос</sub> -2.3)		3
		Практическая работа №1. Определение угла нагрузки в исходном режиме. Определение коэффициента запаса статической устойчивости при отсутствии и наличии у генераторов АРВ	ПК <sub>ос</sub> -2(ПК <sub>ос</sub> -2.3)	Устный опрос Решение задач	3

№ п/п	Номер и наименование разделов, тем	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемая компетенция (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	<b>Тема 2.</b> Характеристики нагрузок электрических систем.	Лекция № 4. Характеристики нагрузок электрических систем. Характеристики комплексной нагрузки.	ПК <sub>ос</sub> -2(ПК <sub>ос</sub> -2.3)		3
		Практическая работа № 2. Определение статической устойчивости асинхронной нагрузки. Оценка статической устойчивости комплексной нагрузки.	ПК <sub>ос</sub> -2(ПК <sub>ос</sub> -2.3)	Устный опрос Решение задач.	3
3.	<b>Раздел 3. Расчеты и анализ динамической устойчивости.</b>				<b>15</b>
	<b>Тема 1.</b> Динамическая устойчивость.	Лекция № 5. Динамическая устойчивость. Различные применения способа площадей.	ПК <sub>ос</sub> -2(ПК <sub>ос</sub> -2.3)		6
		Практическая работа № 3. Определение допустимого времени перерыва электропитания, при котором не нарушается синхронная работа генераторов.	ПК <sub>ос</sub> -2(ПК <sub>ос</sub> -2.3)	Дискуссия. Устный опрос Решение задач.	4
		Лабораторная работа №2. Исследование динамической устойчивости электрической системы.	ПК <sub>ос</sub> -2(ПК <sub>ос</sub> -2.3)	Защита лабораторной работы.	5
4.	<b>Раздел 4. Асинхронный ход и ресинхронизация.</b>				<b>2</b>
	<b>Тема 1.</b> Асинхронный ход и ресинхронизация.	Лекция № 6. Асинхронный ход в электрических системах.	ПК <sub>ос</sub> -2(ПК <sub>ос</sub> -2.3)		2
5.	<b>Раздел 5. Мероприятия по повышению устойчивости электрических систем.</b>				<b>4</b>
	<b>Тема 1.</b> Мероприятия по повышению устойчивости электрических систем.	Лекция № 7. Мероприятия по повышению устойчивости электрических систем.	ПК <sub>ос</sub> -2(ПК <sub>ос</sub> -2.3)		4

#### 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. Простейшая система. Понятие о статической и динамической устойчивости.</b>		
1.	Тема 1. Общие сведения об электромеханических процессах в электроэнергетических системах.	Основная терминология. Общие сведения об электромеханических переходных процессах. (ПК <sub>ос</sub> -2(ПК <sub>ос</sub> -2.3))
<b>Раздел 2. Характеристики простейшей электрической системы.</b>		
2.	Тема 1. Характеристики системы при наличии неявнополюсного синхронного генератора. Характеристики системы при наличии явнополюсного синхронного генератора.	Характеристики активной мощности системы при наличии АРВ генераторов. (ПК <sub>ос</sub> -2(ПК <sub>ос</sub> -2.3))
	Тема 2. Характеристики нагрузок электрических систем.	Осветительная нагрузка. Синхронная нагрузка. Асинхронная нагрузка. Комплексная нагрузка. (ПК <sub>ос</sub> -2(ПК <sub>ос</sub> -2.3))
<b>Раздел 3. Расчеты и анализ динамической устойчивости.</b>		
3.	Тема 1. Динамическая устойчивость.	Различные применения способа площадей. (ПК <sub>ос</sub> -2(ПК <sub>ос</sub> -2.3))
<b>Раздел 4. Асинхронный ход и ресинхронизация.</b>		
4.	Тема 1. Асинхронный ход и ресинхронизация.	Процесс выпадения генератора из синхронизма. (ПК <sub>ос</sub> -2(ПК <sub>ос</sub> -2.3))
<b>Раздел 5. Мероприятия по повышению устойчивости электрических систем.</b>		
6.	Тема 1 Мероприятия по повышению устойчивости электрических систем.	Дополнительные мероприятия. Мероприятия режимного характера. (ПК <sub>ос</sub> -2(ПК <sub>ос</sub> -2.3))

#### 5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Электромеханические переходные процессы» 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, зачет с оценкой;

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

В процессе реализации форм обучения предполагается применение различных методов и средств обучения, соответствующих традиционной и инновационным технологиям. Соотнесенность тем в структуре содержания дисциплины, применяемых для их изучения технологий и соответствующих им форм и методов (и средств) обучения представлены ниже (в таблице 6).

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Современный пульт диспетчерского управления.	Л	Выездное занятие на объект ПАО «Россети», АО ОЭК.
2.	Подстанция 220/10 кВ	Л	Выездное занятие на объект ПАО «Россети», АО ОЭК.

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.

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

При изучении разделов дисциплины «Электромеханические переходные процессы» 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, защита расчетно-графической работы.

**Промежуточный контроль знаний:** зачет с оценкой.

Для допуска к зачету с оценкой 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 «Электромеханические переходные процессы» учебным планом предусмотрено выполнение расчетно-графической работы.

Задачей расчетно-графической работы является закрепление теоретических знаний по курсу, развитие навыков самостоятельной работы. Для выполнения расчетно-графической работы студенту следует изучить теоретический материал по литературе и с целью оценки степени усвоения ответить на контрольные вопросы.

Расчетно-графическая работа выполняется студентом во внеурочное время с использованием любых информационных и программных материалов, носит расчетный характер и оформляется в текстовом редакторе Word и Office Excel для построения диаграмм и графиков.

В конце расчетно-графической работы необходимо дать перечень использованной литературы.

Расчетно-графическая работа по дисциплине выполняется согласно номеру варианта индивидуального задания выданного преподавателем. Примерная тема расчетно-графической работы: «Определить предельное время отключения КЗ» в соответствии с вариантом.

2). Пример дискуссии для текущего контроля знаний обучающихся:

### Темы дискуссий по разделу 3. Расчеты и анализ динамической устойчивости.

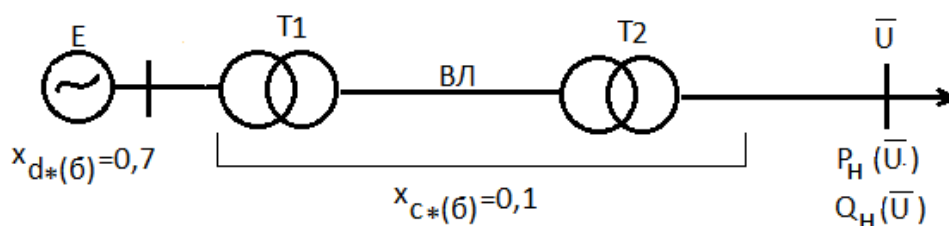
Вопросы дискуссии по теме 1. Динамическая устойчивость.

1. Что такое динамическая устойчивость .
2. Какие допущения принимают при анализе поведения системы при больших возмущениях?
3. Назовите основные задачи исследования динамической устойчивости.
4. На чем основан способ площадей?
5. Как по величине коэффициента запаса динамической устойчивости можно судить об устойчивости перехода?
6. Какие применения способа площадей вам известны?
7. Какие еще методы исследования динамической устойчивости вам известны?.

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

### Типовые задачи по разделу 2. Характеристики простейшей электрической системы.

1. Для простейшей системы построить характеристику активной мощности  $P(\delta)$ .



Характеристики нагрузки:

$U_{*}(\delta)$	1	0,9	0,8	0,7	0,6
$P_{H*}(\delta)$	1	0,95	0,9	0,86	0,84
$Q_{H*}(\delta)$	1	0,9	0,85	0,9	0,92

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

Лабораторные работы по разделу 2. Характеристики простейшей электрической системы.

### 1. Лабораторная работа № 1.

#### «Исследование статической устойчивости электрической системы».

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). Что такое статическая устойчивость электрической системы и как она оценивается?
- 2). Что является пределом статической устойчивости генератора по мощности и углу нагрузки?
- 3). Какие возможные виды нарушения статической устойчивости генератора и при каких условиях они могут произойти?
- 4). Какое влияние оказывает АРВ генератора на статическую устойчивость электрической системы?
- 5). Какие используются методы оценки статической устойчивости простейшей и сложной систем?

5). Примерный перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет с оценкой):

1. Электрическая система: определение, классификация, режимы, характеристики.
2. Понятие об устойчивости системы. Задачи расчетов переходных электромеханических процессов.
3. Простейшая система. Характеристика активной мощности. Критерий и коэффициент запаса статической устойчивости.
4. Простейшая система. Протекание переходного процесса при внезапном большом возмущении. Коэффициент запаса динамической устойчивости.
5. Характеристика простейшей электрической системы, содержащей неявнополюсный синхронный генератор. Векторная диаграмма.
6. Характеристика простейшей электрической системы, содержащей явнополюсный синхронный генератор. Векторная диаграмма.
7. Характеристики системы при наличии АРВ генераторов.
8. Влияние изменения напряжения на шинах приемной системы на характеристики активной мощности.
9. Регулирующий эффект нагрузки.
10. Характеристики простой системы при наличии местной нагрузки.
11. Характеристики нагрузок электрических систем. Осветительная нагрузка.
12. Характеристики нагрузок электрических систем. Асинхронная нагрузка. Первый критерий статической устойчивости.
13. Характеристики нагрузок электрических систем. Асинхронная нагрузка. Характеристики  $P(S)$  и  $Q(S)$ . Второй критерий статической устойчивости.
14. Проверка запуска асинхронных двигателей и устойчивости их работы в сетях 0,38 кВ.
15. Характеристики комплексной нагрузки.
16. Условия работы комплексной нагрузки от источника соизмеримой мощности. Характеристики  $P(S)$  и  $Q(U)$ .
17. Опрокидывание асинхронной нагрузки. Критическое напряжение.

18. Лавина напряжения. Причины появления. Протекание процесса нарушения устойчивости нагрузки.
19. Критерий статической устойчивости комплексной нагрузки  $dE/dU = 0$ .
20. Практическая проверка статической устойчивости комплексной нагрузки по критерию  $dE/dU = 0$ .
21. Критерий статической устойчивости комплексной нагрузки  $d\Delta Q/dU = 0$ .
22. Три вида неустойчивости простейшей нерегулируемой системы. Самораскачивание.
23. Три вида неустойчивости простейшей нерегулируемой системы. Самовозбуждение.
24. Три вида неустойчивости простейшей нерегулируемой системы. Сползание или текучесть режима.
25. Динамическая устойчивость. Правило площадей. Критерий динамической устойчивости.
26. Динамическая устойчивость: определение, причины больших возмущений, задачи исследований, допущения при исследованиях динамической устойчивости.
27. Асинхронный ход в электрических системах. Причины возникновения. Генерируемые мощности.
28. Асинхронный ход в электрических системах. Ресинхронизация.
29. Применение способа площадей для проверки устойчивости системы при к.з. и АПВ линии электропередач.
30. Исследование динамической устойчивости. Численное решение уравнения относительного движения ротора генератора.
31. Определение предельного угла отключения для обеспечения динамической устойчивости при к.з.
32. Процесс выпадения генератора из синхронизма и переход на устойчивый асинхронный ход.
33. Применение способа площадей для оценки влияния регулирования механической мощности первичного двигателя на устойчивость системы.
34. Мероприятия по повышению устойчивости электрических систем. Улучшение параметров и характеристик основных элементов.
35. Дополнительные устройства для повышения устойчивости систем.
36. Мероприятия режимного характера для повышения устойчивости электрических систем.
37. Дифференциальное уравнение относительного движения ротора. Суждение о характере возмущенного движения по виду корней характеристического уравнения.
38. Оценка влияния АРВ генераторов на статическую устойчивость системы по критерию  $d\Delta Q/dU = 0$ .
39. Оценка влияния косинусных конденсаторов в узле нагрузки на статическую устойчивость системы.
40. Электрический центр качаний.

Пример экзаменационного билета для промежуточного контроля знаний обучающихся (зачета с оценкой):



**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 «**Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах**»

Курс 4 Семестр – 8, зачет с оценкой

Направление: 13.03.02 «**Электроэнергетика и электротехника**»



(академический бакалавриат)

Направленность: «Электроснабжение»

## БИЛЕТ № 1

1. Регулирующий эффект нагрузки.

2. 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 зачету с оценкой по дисциплине «Электромеханические переходные процессы» необходимо выполнить учебный план по дисциплине, включающий в себя посещение лекций, практических занятий, лабораторных работ, выполнение и защиту расчетно-графической работы.

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Электромеханические переходные процессы» 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 «отлично» 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 «хорошо» 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 ра-

	боту; усвоивший основную литературу, рекомендованную программой дисциплины; обладающий основными профессиональными компетенциями; в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» 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 «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал; не показал правильного понимания существа вопросов; не 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. Веников, В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах : [учеб. для электроэнерг. спец. вузов] / В.А.Веников. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1970. - 472 с.

2. Крючков И.П. Переходные процессы в электроэнергетических системах: учебник для студ. высш. учеб. заведений, обучающихся по специальностям «Электрические станции», «Электроснабжение» направления подготовки «Электроэнергетика» /И.П. Крючков и др.: под ред. И.П. Крючкова М.: Изд. дом МЭИ, 2008. – 415 с.

### 7.2 Дополнительная литература

1. Белов, А.В. Переходные процессы в электроэнергетических системах [Текст] : расчет устойчивости электрических систем: учебное пособие для студентов, обуч. по направлению подготовки 140400 - "Электроэнергетика и электротехника" / А. В. Белов, Ю. В. Коровин ; М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации, Департамент науч.-технол. политики и образования, Федер. гос. бюджет. образ. учреждение высш. проф. образования "Челяб. гос. агроинженер. акад". - Челябинск : ЧГАА, 2012. – 211 с.

2. Веников, В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах : [учеб. для электроэнерг. спец. вузов] / В.А.Веников. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1978. - 415 с.

3. Шабад, Виктор Климентьевич. Режимы и устойчивость электроэнергетических систем : переходные электромеханические процессы в электроэнергетических системах: учеб. пособие / В.К. Шабад. - М.: Изд-во МГОУ, 2009. - 207 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 «Электромеханические переходные процессы» 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 (модуля)

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

Таблица 8

#### Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	Раздел 2. «Характеристики простейшей электрической системы»	MS Word MS Power Point MS Excel	Оформительская Презентация Расчетная	Microsoft	2010
2.	Раздел 6. «Расчеты и анализ динамической устойчивости»	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. № 41013800002640) 5. Проектор (Инв. № 41013800002634)
24 корпус, аудитория № 107 учебная лаборатория для проведения занятий семинарского, лабораторно-практического типа, компьютерный класс с интерактивной доской	1. Парты 15 шт. 2. Стулья 30 шт. 3. Доска меловая 1 шт. 4. Лабораторный стенд «Распределительные устройства в электрических сетях» (Инв. № 410124000603087)
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 «Электромеханические переходные процессы» является основополагающим для студентов, обучающихся по направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность «Электроснабжение». В этом курсе студент получает знания о современных научно-инженерных решениях, используемых при расчете электромеханических переходных процессов. Полученные знания необходимы студенту для успешной работы на производстве по выбранному направлению.

Методические рекомендации для успешного освоения студентом дисциплины «Электромеханические переходные процессы» 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, компьютерное тестирование по разделам дисциплин.

**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 «Электромеханические переходные процессы» являются лекции, лабораторные занятия, практические занятия, консультации, самостоятельная работа студентов.

Преподавание дисциплины «Электромеханические переходные процессы» 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 курсовой работы, 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)