

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электроэнергетика и электротехника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


**Рабочая программа дисциплины**  
**ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В**  
**ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б4.Ч.05
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	7 семестр - 3;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	108 часов
<b>Лекции</b>	7 семестр - 16 часов;
<b>Практические занятия</b>	7 семестр - 16 часов;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>Самостоятельная работа</b>	7 семестр - 75,7 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b> Тестирование Расчетно-графическая работа	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	7 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кузнецов О.Н.
	Идентификатор	Rf1ad9303-KuznetsovON-34bc149f

О.Н. Кузнецов


**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кузнецов О.Н.
	Идентификатор	Rf1ad9303-KuznetsovON-34bc149f

О.Н. Кузнецов

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Тульский В.Н.
	Идентификатор	R292b173d-TulskyVN-7e812984

В.Н. Тульский

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Получение теоретических и практических навыков анализа переходных электромеханических процессов при малых и больших возмущениях в электроэнергетических системах. При этом основное внимание уделяется методам анализа статической и динамической устойчивости и мероприятиям по их обеспечению.

### Задачи дисциплины

- изучить основные характеристики режимов электроэнергетической системы и соотношения между их параметрами;
- изучить практические критерии устойчивости;
- освоить способ площадей и метод малых колебаний для анализа динамической и статической устойчивости;
- изучить особенности расчетов переходных процессов в сложной системе при учете действия регуляторов возбуждения и скорости, при анализе переходных процессов и устойчивости в узлах нагрузки, а также в асинхронных режимах, возникающих в системе;
- освоить конкретные решения по выбору методов и средств улучшения условий статической и динамической устойчивости электроэнергетической системы.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен применять знание особенностей и характеристик элементов электроэнергетических систем, способов производства и использования электроэнергии в профессиональной деятельности	ИД-4ПК-1 Демонстрирует знание свойств электроэнергетических систем в переходных режимах и умеет выполнять расчёты переходных процессов и устойчивости электроэнергетических систем	знать: - проблемы устойчивости ЭЭС, технические способы и средства обеспечения условий устойчивости ЭЭС; - математические модели элементов ЭЭС и методы расчёта условий устойчивости ЭЭС; - термины и определения в области устойчивости ЭЭС.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к факультативным дисциплинам основной профессиональной образовательной программе Электроэнергетика и электротехника (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Основные термины и определения	4	7	1	-	-	-	-	-	-	-	3	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение литературы: Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах: Курс лекции: учебное пособие / В.А. Строев, О.Н. Кузнецов. – М.: МЭИ, 2013. –120 с.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [7], 3-15</p>
1.1	Основные термины и определения. Элементы электроэнергетических систем. Переходные процессы в ЭЭС и их классификация	4		1	-	-	-	-	-	-	-	3	-	
2	Математические модели электроэнергетической системы и её элементов	13		2	-	2	-	-	-	-	-	-	9	
2.1	Математические модели электроэнергетической системы и её элементов. Характеристики мощности ЭЭС	13	2	-	2	-	-	-	-	-	-	9	-	

3	Динамическая устойчивость ЭЭС	10		2	-	3	-	-	-	-	-	5	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> Выполнение расчётов динамической устойчивости ЭЭС.
3.1	Динамическая устойчивость ЭЭС. Определение условий динамической устойчивости ЭЭС	10		2	-	3	-	-	-	-	-	5	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Изучение методических указаний и выполнение подготовительных расчётов к лабораторной работе . <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение литературы: Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах: Курс лекции: учебное пособие / В.А. Строев, О.Н. Кузнецов. – М.: МЭИ, 2013. –120 с. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], 41-74
4	Расчет электромеханических переходных процессов в ЭЭС	19		2	-	3	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение литературы: 1. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах: Курс лекции: учебное пособие / В.А. Строев, О.Н. Кузнецов. – М.: МЭИ, 2013. –120 с. 2. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. М.: Высшая школа, 1985. 3. Жданов, П. С. Вопросы устойчивости электрических систем / П. С. Жданов ; Ред. Л. А. Жуков . – М. : Энергия, 1979 . – 456 с.
4.1	Расчет электромеханических переходных процессов в ЭЭС	19		2	-	3	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> Выполнение расчётов электромеханических переходных процессов ЭЭС <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Изучение методических указаний и метода расчёта электромеханических переходных процессов в ЭЭС

														<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение литературы: Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах: Курс лекции: учебное пособие / В.А. Строев, О.Н. Кузнецов. – М.: МЭИ, 2013. –120 с. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], 303-341
5	Статическая устойчивость ЭЭС	11	1	-	2	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Изучение литературы: Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах: Курс лекции: учебное пособие / В.А. Строев, О.Н. Кузнецов. – М.: МЭИ, 2013. –120 с.
5.1	Статическая устойчивость ЭЭС. Необходимые и достаточные условия статической устойчивости ЭЭС	11	1	-	2	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение литературы: 1. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах: Курс лекции: учебное пособие / В.А. Строев, О.Н. Кузнецов. – М.: МЭИ, 2013. –120 с. 2. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. М.: Высшая школа, 1985. 3. Жданов, П. С. Вопросы устойчивости электрических систем / П. С. Жданов ; Ред. Л. А. Жуков . – М. : Энергия, 1979 . – 456 с. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [6], 5-10
6	Определение условий статической устойчивости ЭЭС	8	2	-	2	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Изучение методических указаний по лабораторной работе и выполнение подготовительных расчётов.
6.1	Определение условий статической устойчивости ЭЭС	8	2	-	2	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> Расчёт угловых характеристик

													<p>мощности ЭЭС и коэффициентов запаса.</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение литературы: 1. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах: Курс лекции: учебное пособие / В.А. Строев, О.Н. Кузнецов. – М.: МЭИ, 2013. –120 с. 2. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. М.: Высшая школа, 1985. 3. Жданов, П. С. Вопросы устойчивости электрических систем / П. С. Жданов ; Ред. Л. А. Жуков . – М. : Энергия, 1979 . – 456 с.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [6], 12-27</p>
7	Условия статической устойчивости при автоматическом регулировании напряжения на зажимах генератора	9	1	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение литературы: 1. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах: Курс лекции: учебное пособие / В.А. Строев, О.Н. Кузнецов. – М.: МЭИ, 2013. –120 с. 2. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. М.: Высшая школа, 1985.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 71-92</p>
7.1	Условия статической устойчивости при автоматическом регулировании напряжения на зажимах генератора	9	1	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение литературы: 1. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах: Курс лекции: учебное пособие / В.А. Строев, О.Н. Кузнецов. – М.: МЭИ, 2013. –120 с. 2. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. М.: Высшая школа, 1985.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 71-92</p>
8	Переходные электромеханические процессы в узлах нагрузки	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение литературы: 1. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах: Курс лекции: учебное пособие / В.А. Строев, О.Н. Кузнецов. – М.: МЭИ, 2013. –120 с. 2.</p>
8.1	Переходные электромеханические процессы в узлах	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение литературы: 1. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах: Курс лекции: учебное пособие / В.А. Строев, О.Н. Кузнецов. – М.: МЭИ, 2013. –120 с. 2.</p>

	нагрузки. Устойчивость узла нагрузки												Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. М.: Высшая школа, 1985. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 213-240
9	Практические критерии устойчивости	8	1	-	2	-	-	-	-	-	5	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение литературы: 1. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах: Курс лекции: учебное пособие / В.А. Строев, О.Н. Кузнецов. – М.: МЭИ, 2013. –120 с. 2. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. М.: Высшая школа, 1985. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 42-59
9.1	Практические критерии устойчивости	8	1	-	2	-	-	-	-	-	5	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение литературы: 1. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах: Курс лекции: учебное пособие / В.А. Строев, О.Н. Кузнецов. – М.: МЭИ, 2013. –120 с. 2. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. М.: Высшая школа, 1985. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 42-59
10	Асинхронный ход в ЭЭС	8.7	1	-	-	-	-	-	-	-	7.7	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение литературы: 1. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах: Курс лекции: учебное пособие / В.А. Строев, О.Н. Кузнецов. – М.: МЭИ, 2013. –120 с. 2. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. М.: Высшая школа, 1985. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 67-79
10.1	Асинхронный ход в ЭЭС. Ресинхронизация	8.7	1	-	-	-	-	-	-	-	7.7	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение литературы: 1. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах: Курс лекции: учебное пособие / В.А. Строев, О.Н. Кузнецов. – М.: МЭИ, 2013. –120 с. 2. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. М.: Высшая школа, 1985. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 67-79
11	Технические способы и средства улучшения условий устойчивости	9	1	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение литературы: 1. Электромеханические переходные процессы в
11.1	Технические способы	9	1	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение литературы: 1. Электромеханические переходные процессы в



	и средства улучшения условий устойчивости												электроэнергетических системах: Курс лекции: учебное пособие / В.А. Строев, О.Н. Кузнецов. – М.: МЭИ, 2013. –120 с. 2. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. М.: Высшая школа, 1985. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 402-441
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	108.0	16	-	16	-	-	-	-	0.3	75.7	-	
	Итого за семестр	108.0	16	-	16	-	-	-	-	0.3	75.7	-	

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

## 3.2 Краткое содержание разделов

### 1. Основные термины и определения

1.1. Основные термины и определения. Элементы электроэнергетических систем. Переходные процессы в ЭЭС и их классификация

определения. Элементы электроэнергетических систем. Переходные процессы в ЭЭС и их классификация Основные понятия и определения: энергетическая система, электроэнергетическая система (ЭЭС). Элементы ЭЭС. Классификация режимов ЭЭС и задачи управления ими. Переходные процессы в ЭЭС, их классификация по времени протекания. Математическое описание различных переходных процессов и задачи управления ими. Статическая и динамическая устойчивость ЭЭС.

### 2. Математические модели электроэнергетической системы и её элементов

2.1. Математические модели электроэнергетической системы и её элементов. Характеристики мощности ЭЭС

Уравнения электромагнитных переходных процессов в обмотках статора синхронного генератора, их особенности. Преобразование Парка-Горева. Упрощение уравнений Парка-Горева при анализе электромеханических переходных процессов в ЭЭС. Фиктивная ЭДС представление генератора как элемента электрической цепи. Уравнения синхронного генератора и его векторные диаграммы при опережающей и отстающей оси  $d$ . Уравнение электромагнитного переходного процесса в обмотке возбуждения синхронного генератора. Переходная ЭДС, её физический смысл. Преобразование Парка-Горева. Упрощение уравнений Парка-Горева при анализе электромеханических переходных процессов в ЭЭС. Синхронная и фиктивная ЭДС, представление генератора как элемента электрической цепи. Уравнение механического движения ротора генератора, постоянная инерции. Моментно-скоростная характеристика турбины. Выражения для определения электромагнитного момента генератора. Простейшая схема ЭЭС: «генератор – электропередача – шины бесконечной мощности». Векторная диаграмма. Выражения для активной и реактивной мощности на шинах генератора. Характеристика мощности нерегулируемого синхронного генератора. Область существования установившихся режимов и область статической устойчивости простейшей ЭЭС. Практический критерий статической устойчивости. Квазипереходная характеристика мощности. Соотношение максимумов характеристик мощности генератора при и. Характеристика мощности генератора с регулированием возбуждения. Характеристики мощности сложной системы. Собственные и взаимные проводимости, их определение при исключении пассивных узлов: 1) метод преобразования схем, 2) метод единичных токов, 3) прямой ход метода Гаусса..

### 3. Динамическая устойчивость ЭЭС

3.1. Динамическая устойчивость ЭЭС. Определение условий динамической устойчивости ЭЭС

Динамическая устойчивость ЭЭС: определение, задачи расчетов, основные допущения. Способ площадей, его рассмотрение на примере схемы «станция - шины» при отключении одной цепи двухцепной ЛЭП. Определение максимального угла вылета ротора. Определение запаса динамической устойчивости: 1) по соотношению площадок возможного торможения и ускорения. 2) по предельному значению мощности турбины. Аналитическое определение, определение для частного случая разрыва связи с системой. Определение предельного времени отключения трехфазного короткого замыкания в простейшей ЭЭС. Применение способа площадей для системы «станция - станция». Область применения способа площадей..

#### 4. Расчет электромеханических переходных процессов в ЭЭС

##### 4.1. Расчет электромеханических переходных процессов в ЭЭС

Основы методов численного интегрирования нелинейных дифференциальных уравнений. Рассмотрение переходных процессов в простейшей ЭЭС при коротком замыкании общего вида. Сравнительная оценка тяжести короткого замыкания с точки зрения динамической устойчивости. Метод последовательных интервалов – основные допущения, вычислительная схема. Обобщение метода последовательных интервалов на сложную ЭЭС. Расчет методом последовательных интервалов динамической устойчивости системы «станция - шины» при учете электромагнитных переходных процессов в обмотке возбуждения генератора. Учет релейной форсировки возбуждения..

#### 5. Статическая устойчивость ЭЭС

##### 5.1. Статическая устойчивость ЭЭС. Необходимые и достаточные условия статической устойчивости ЭЭС

Статическая устойчивость электроэнергетических систем. Определение устойчивости состояния равновесия по Ляпунову. Теорема Ляпунова. Линеаризация дифференциальных уравнений переходных процессов. Характеристическое уравнение, его корни. Необходимые и достаточные условия статической устойчивости..

#### 6. Определение условий статической устойчивости ЭЭС

##### 6.1. Определение условий статической устойчивости ЭЭС

Два способа составления характеристического уравнения. Условия статической устойчивости простейшей системы при постоянстве синхронной ЭДС. Составление линеаризованных уравнений переходных процессов для системы «станция - шины» при учете электромагнитных переходных процессов в обмотке возбуждения генератора. Составление характеристического уравнения для рассматриваемой системы. Необходимые условия устойчивости. Нарушение статической устойчивости в виде сползания и самовозбуждения. Критерии устойчивости. Критерий Гурвица. Необходимые и достаточные условия статической устойчивости системы при равном нулю демпферном коэффициенте. Параметрическое самораскачивание. Возможные виды нарушения статической устойчивости и меры по их предотвращению..

#### 7. Условия статической устойчивости при автоматическом регулировании напряжения на зажимах генератора

##### 7.1. Условия статической устойчивости при автоматическом регулировании напряжения на зажимах генератора

Требования к регулированию возбуждения генераторов электростанций. Ручное регулирование возбуждения, его влияние на режимные характеристики и условия статической устойчивости ЭЭС. Принципиальная схема АРВ пропорционального действия. Статические характеристики: угловая характеристика мощности и напряжения при различных значениях коэффициента усиления АРВ по отклонению напряжения. Вывод характеристического уравнения простейшей системы с безынерционным АРВ пропорционального действия. Условия статической устойчивости при равной нулю постоянной времени возбудителя и равном нулю демпферном коэффициенте (условия отсутствия сползания и самораскачивания). Противоречие между статической точностью регулирования и статической устойчивостью. Влияние отличной от нуля постоянной времени возбудителя на условие самораскачивания. Влияние гибкой обратной связи,

охватывающей возбудитель, на его инерционность. Способ снижения инерционности возбудителя при больших возмущениях. АРВ сильного действия. Условия статической устойчивости простейшей системы при АРВ, реагирующем на отклонение напряжения и первую производную угла ротора генератора..

### 8. Переходные электромеханические процессы в узлах нагрузки

8.1. Переходные электромеханические процессы в узлах нагрузки. Устойчивость узла нагрузки

Переходные электромеханические процессы в узлах нагрузки. Уравнение движения и схема замещения асинхронного двигателя. Характеристика мощности асинхронного двигателя. Практический критерий статической устойчивости асинхронного двигателя. Влияние внешнего сопротивления на критическое значение скольжения и максимум характеристики мощности. Лавина напряжения и средства ее предотвращения. Устойчивость узла нагрузки при больших возмущениях: пуск двигателя, резкопеременная нагрузка на валу, короткие замыкания..

### 9. Практические критерии устойчивости

9.1. Практические критерии устойчивости

Характеристика реактивной мощности асинхронного двигателя в зависимости от напряжения. Практический критерий статической устойчивости производная от ЭДС по напряжению больше нуля. Исследование с помощью этого критерия влияния поперечной емкостной компенсации на статическую устойчивость узла нагрузки. Статические характеристики мощности узла нагрузки по напряжению, регулирующие эффекты нагрузки. Практический критерий статической устойчивости производная от разницы мощностей генератора и нагрузки по напряжению меньше нуля..

### 10. Асинхронный ход в ЭЭС

10.1. Асинхронный ход в ЭЭС. Ресинхронизация

Асинхронный ход в ЭЭС: причины возникновения, влияние на работу генератора и режимы системы. Условия ресинхронизации..

### 11. Технические способы и средства улучшения условий устойчивости

11.1. Технические способы и средства улучшения условий устойчивости

Мероприятия по обеспечению устойчивости ЭЭС. Мероприятия связанные со строительством сетевых элементов и мероприятия по установке систем автоматического управления..

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

1. Определение условий статической устойчивости простейшей ЭЭС при АРВ пропорционального действия генератора;
2. Определение предела передаваемой мощности электропередачи и коэффициентов запаса статической устойчивости при установке на генераторах автоматических регуляторов возбуждения пропорционального и сильного действия.;
3. Устойчивость узла нагрузки;
4. Способ площадей;
5. Устойчивость асинхронного двигателя;
6. Расчет идеального и действительного предела передаваемой мощности для

- явнополюсного и неявнополюсного генератора;
7. Собственные и взаимные проводимости расчетных схем. Метод единичных токов. Векторная диаграмма синхронного генератора и получение расчетных формул для определения активной мощности;
  8. Выдача индивидуальных расчетных заданий и обсуждение задач, решаемых в каждом пункте;
  9. Определение предельного времени отключения трехфазного КЗ;
  10. Расчет переходного процесса в простейшей ЭЭС при несимметричных КЗ методом последовательных интервалов без учета и с учетом электромагнитных переходных процессов в обмотке возбуждения генератора;
  11. Определение максимального угла расхождения ЭДС двух электростанций при качаниях.

### 3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

### 3.5 Консультации

#### *Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение вопросов математического моделирования энергосистемы и её элементов
2. Обсуждение вопросов математического моделирования энергосистемы и её элементов
3. Обсуждение вопросов математического моделирования энергосистемы и её элементов
4. Обсуждение вопросов математического моделирования энергосистемы и её элементов
5. Обсуждение вопросов математического моделирования энергосистемы и её элементов
6. Обсуждение вопросов математического моделирования энергосистемы и её элементов
7. Обсуждение вопросов математического моделирования энергосистемы и её элементов
8. Обсуждение вопросов математического моделирования энергосистемы и её элементов
9. Обсуждение вопросов математического моделирования энергосистемы и её элементов
10. Обсуждение вопросов математического моделирования энергосистемы и её элементов
11. Обсуждение вопросов математического моделирования энергосистемы и её элементов
12. Обсуждение вопросов математического моделирования энергосистемы и её элементов

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ Курсовой проект/ работа не предусмотрены

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

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)											Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
<b>Знать:</b>														
термины и определения в области устойчивости ЭЭС	ИД-4ПК-1	+				+								Тестирование/Проблемы устойчивости, способы и средства улучшения условий устойчивости ЭЭС Тестирование/Термины, понятия и определения
математические модели элементов ЭЭС и методы расчёта условий устойчивости ЭЭС	ИД-4ПК-1		+		+									Расчетно-графическая работа/Проверка выполнения первой части РГР
проблемы устойчивости ЭЭС, технические способы и средства обеспечения условий устойчивости ЭЭС	ИД-4ПК-1			+		+	+	+	+	+	+	+	+	Тестирование/Проблемы устойчивости, способы и средства улучшения условий устойчивости ЭЭС

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

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**7 семестр**

Форма реализации: Выполнение задания

1. Проверка выполнения первой части РГР (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Проблемы устойчивости, способы и средства улучшения условий устойчивости ЭЭС (Тестирование)
2. Термины, понятия и определения (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет с оценкой (Семестр №7)*

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

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

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

1. Строев, В. А. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах. Курс лекций : учебное пособие по курсам "Электромеханические переходные процессы в ЭЭС", "Переходные электромеханические процессы в ЭЭС" по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / В. А. Строев, О. Н. Кузнецов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2013 . – 120 с. - ISBN 978-5-9902974-7-0 .  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=5688>;
2. Веников, В. А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах : Учебник для электроэнергетических специальностей вузов / В. А. Веников . – 4-е изд., перераб. и доп . – М. : Высшая школа, 1985 . – 536 с.;
3. Жданов, П. С. Вопросы устойчивости электрических систем / П. С. Жданов ; Ред. Л. А. Жуков . – стереотип . – М. : Альянс, 2015 . – 456 с. - ISBN 978-5-91872-101-8 .;
4. Переходные процессы электрических систем в примерах и иллюстрациях : Учебное пособие для вузов / Н. Д. Анисимова, и др. ; Ред. В. А. Веников . – 2-е изд., доп . – М.-Л. : Энергия, 1967 . – 456 с.;
5. Переходные процессы электрических систем в примерах и иллюстрациях : Учебное пособие для электроэнергетических специальностей вузов / В. В. Ежков, и др. ; Ред. В. А. Строев . – М. : Знак, 1996 . – 224 с. - ISBN 5-87789-016-6 : 10000.00 .;
6. Зуев, Э. Н. Учебное пособие по курсу "Переходные режимы в электрических системах": Математическое описание элементов электрической системы / Э. Н. Зуев, В. А. Строев ; Ред. И. В. Литкенс ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1983 . – 68 с.;

7. В. А. Веников, А. А. Глазунов, Л. А. Жуков, Л. А. Солдаткина- "Электрические системы",  
Издательство: "Высшая школа", Москва, 1971 - (439 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450000>.

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. RastrWin.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>

2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" -  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)

3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Д-213, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Д-213, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Д-201, Лаборатория Электродинамическая модель электрических систем	
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Д-213, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Д-213, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Д-2/9, Помещение учебно-вспомогательного персонала каф. "ЭЭС"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стул, шкаф, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, кондиционер, телевизор, книги, учебники, пособия, канцелярский принадлежности, зеркала



## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах

(название дисциплины)

#### 7 семестр

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

КМ-1 Термины, понятия и определения (Тестирование)

КМ-2 Проверка выполнения первой части РГР (Расчетно-графическая работа)

КМ-3 Проблемы устойчивости, способы и средства улучшения условий устойчивости ЭЭС (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	5	8	15
1	Основные термины и определения				
1.1	Основные термины и определения. Элементы электроэнергетических систем. Переходные процессы в ЭЭС и их классификация		+		+
2	Математические модели электроэнергетической системы и её элементов				
2.1	Математические модели электроэнергетической системы и её элементов. Характеристики мощности ЭЭС			+	
3	Динамическая устойчивость ЭЭС				
3.1	Динамическая устойчивость ЭЭС. Определение условий динамической устойчивости ЭЭС				+
4	Расчет электромеханических переходных процессов в ЭЭС				
4.1	Расчет электромеханических переходных процессов в ЭЭС			+	
5	Статическая устойчивость ЭЭС				
5.1	Статическая устойчивость ЭЭС. Необходимые и достаточные условия статической устойчивости ЭЭС		+		+
6	Определение условий статической устойчивости ЭЭС				
6.1	Определение условий статической устойчивости ЭЭС				+
7	Условия статической устойчивости при автоматическом регулировании напряжения на зажимах генератора				
7.1	Условия статической устойчивости при автоматическом регулировании напряжения на зажимах генератора				+

8	Переходные электромеханические процессы в узлах нагрузки			
8.1	Переходные электромеханические процессы в узлах нагрузки. Устойчивость узла нагрузки			+
9	Практические критерии устойчивости			
9.1	Практические критерии устойчивости			+
10	Асинхронный ход в ЭЭС			
10.1	Асинхронный ход в ЭЭС. Ресинхронизация			+
11	Технические способы и средства улучшения условий устойчивости			
11.1	Технические способы и средства улучшения условий устойчивости			+
Вес КМ, %:		30	40	30