

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и  
научной работе

Лейфа А.В. Лейфа

« 1 » сентября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
«ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ»

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) образовательной программы – Электроэнергетика

Квалификация выпускника – Бакалавр

Год набора – 2022

Форма обучения – Очная

Курс 3 Семестр 6

Экзамен 6 сем

Общая трудоемкость дисциплины 144.0 (академ. час), 4.00 (з.е)

Составитель А.Н. Козлов, доцент, канд. техн. наук

Энергетический факультет

Кафедра энергетики

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.18 № 144

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры энергетики

01.09.2022 г. , протокол № 1

Заведующий кафедрой Савина Н.В. Савина

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Савина Н.В. Савина

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и  
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

« 1 » сентября 2022 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель дисциплины:

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

### Задачи дисциплины:

Ознакомление студентов с основными характеристиками режимов электрической системы и соотношениям между их параметрами, практическими критериями устойчивости, способом площадей и методом малых колебаний при анализе динамической и статической устойчивости; ознакомление с особенностями 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.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах» относится к обязательной части образовательной программы.

Базовыми для данной дисциплины являются курсы «Высшая математика» (раздел «Дифференциальное и интегральное исчисление»), «Теоретические основы электротехники», «Электрические машины», «Электромеханические системы и сети» (разделы «Конструкция воздушных и кабельных линий», «Схемы замещения ВЛ и КЛ»), «Электромеханические переходные процессы в ЭЭС».

В свою очередь данная дисциплина является основой для изучения дисциплин «Оперативно-диспетчерское управление в электроэнергетике», «Эксплуатация и ремонт электрооборудования», «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем».

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

### 3.1 Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименования общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Теоретическая и практическая профессиональная подготовка	ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ИД-2ОПК-4. Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока

## 4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.00 зачетных единицы, 144.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

- 4.3 – ПЗ (Практические занятия)  
 4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки  
 4.5 – ЛР (Лабораторные работы)  
 4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки  
 4.7 – ИКР (Иная контактная работа)  
 4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)  
 4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)  
 5 – Контроль (в академических часах)  
 6 – Самостоятельная работа (в академических часах)  
 7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9			
1	Введение	6	2											
2	Схема замещения и векторная диаграмма синхронного генератора для анализа ЭМПП	6	2		2								2	Отчет по практическом у занятию (ПЗ)
3	Уравнение механического движения ротора генератора	6	2										1	
4	Угловые характеристики мощности	6	2		2								2	Отчет по практическом у занятию (ПЗ)
5	Понятие динамической устойчивости	6	2										1	
6	Способ площадей, допущения и область применения	6	2		2								2	Отчет по практическом у занятию (ПЗ) Контроль выполнения курсовой работы (КР)
7	Метод последовательных интервалов	6	2										1	
8	Задачи и методы исследования статической устойчивости ЭЭС	6	2		2								2	Отчет по практическом у занятию (ПЗ)
9	Виды нарушения устойчивости ЭЭС	6	2										1	
10	Регулирование возбуждения,	6	2		2								2	Отчет по практическом



	генератора	различные ЭДС генератора
4	Угловые характеристики мощности	Определение угловых характеристик мощности через собственные и взаимные сопротивления, при учете активных сопротивлений и проводимостей в схеме замещения и для идеализированной системы □ без потерь
5	Понятие динамической устойчивости	Причины и характер больших возмущений в электрической системе. Задачи исследования динамической устойчивости. Допущения, принимаемые при анализе динамической устойчивости. Энергетические соотношения, характеризующие движение ротора генератора
6	Способ площадей, допущения и область применения	Способ площадей, допущения и область применения. Определение предельного угла отключения короткого замыкания и критического угла. Представление процесса на фазовой плоскости. Обобщение способа площадей на схему двух станций
7	Метод последовательных интервалов	Численное решение уравнения движения ротора генератора. Метод последовательных интервалов. Составление циклограммы и порядок расчета электромеханического переходного процесса в простейшей системе. Учет электромагнитных переходных процессов. Влияние демпфирования. Анализ процессов с учетом форсировки возбуждения генератора. Особенности расчета переходных процессов в сложной системе
8	Задачи и методы исследования статической устойчивости ЭЭС	Статическая устойчивость ЭЭС. Задачи и методы исследования. Основные допущения и области применения. Математическое описание переходных процессов при анализе статической устойчивости. Метод малых колебаний. Необходимые и достаточные условия статической устойчивости. Статическая устойчивость и малые колебания в нерегулируемой системе
9	Виды нарушения устойчивости ЭЭС	Нарушения устойчивости в виде сползания, самораскачивания и самовозбуждения и способы их подавления
10	Регулирование возбуждения, его задачи	Ручное регулирование возбуждения, его влияние на статическую устойчивость и режимные характеристики ЭЭС. Анализ статической устойчивости простейшей ЭЭС с учетом автоматического регулятора возбуждения (АРВ) пропорционального действия. Статическая устойчивость ЭЭС с АРВ сильного действия
11	Переходные процессы в узлах нагрузки ЭЭС. Задачи исследования	Статические и динамические характеристики нагрузки. Уравнение движения и схема замещения асинхронного двигателя (АД). Практический критерий статической устойчивости АД. Изменение условий статической устойчивости АД при его работе от источника соизмеримой

		мощности. Лавина напряжения - причина возникновения и средства подавления. Общие принципы построения практических критериев
12	Практические критерии для узлов комплексных нагрузок	Статические характеристики и регулирующие эффекты мощности нагрузок по напряжению
13	Поведение нагрузки при больших возмущениях	Пуск АД, работа при толчкообразной нагрузке на валу, при резких снижениях напряжения на зажимах. Численное решение уравнения движения ротора АД при больших возмущениях. Поведение АД нагрузки при коротких замыканиях.
14	Асинхронные режимы в ЭЭС	Общая характеристика асинхронных режимов и основные задачи их исследования. Причины возникновения асинхронного режима. Понятие результирующей устойчивости. Процесс выпадения из синхронизма, необходимое условие ресинхронизации. Практические способы восстановления синхронного режима
15	Причины и характер изменения частоты в ЭЭС	Изменения частоты в электроэнергетических системах. Причины и характер изменения частоты. Требования к частоте как к общесистемному показателю качества электроэнергии. Виды регулирования первичных двигателей. Статические характеристики нерегулируемых и регулируемых первичных двигателей в системе.
16	Определение динамических характеристик частоты в системе	Лавина частоты и способы ее предотвращения. Автоматическая частотная разгрузка, мероприятия по обеспечению требуемого уровня частоты в ЭЭС. Динамические свойства электроэнергетических систем

## 5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Определение площадок ускорения и торможения, критического угла, запаса динамической устойчивости	Характеристики мощности простейшей системы для нормального, аварийного и послеаварийного режимов. Вычисление параметров, необходимых для расчета площадок ускорения и торможения, угла $\alpha_{кр}$ запаса динамической устойчивости
Определение предельного угла отключения короткого замыкания	Вычисление параметров, необходимых для расчета площадок ускорения и торможения для заданного переходного режима, расчет угла $\alpha_{откл.пред}$
Метод последовательных интервалов для системы с нерегулируемым генератором	Построение циклограммы переходного режима, освоение алгоритма расчета динамического перехода методом последовательных интервалов
Уточненный расчет методом последовательных интервалов - для системы с регулируемым генератором	Знакомство с особенностями определения величины э.д.с. при учете АРВ для неявнополюсных и явнополюсных синхронных генераторов
Управление динамическим переходом за счет отключения	Составление математической модели отключения части генераторов (ОГ). Расчет динамического

части генераторов	перехода в простейшей системе при отсутствии ОГ и при его наличии
Управление динамическим переходом за счет использования импульсной разгрузки паровой турбины	Составление математической модели импульсной разгрузки (ИР). Расчет динамического перехода в простейшей системе при отсутствии ИР и при ее наличии.
Управление динамическим переходом за счет использования электрического торможения гидроагрегата	Составление математической модели электрического торможения гидроагрегата (ЭТ). Расчет динамического перехода в простейшей системе при отсутствии ЭТ и при его наличии
Определение предельного времени восстановления напряжения на шинах асинхронного электродвигателя	Оценка возможности сохранения устойчивости работы асинхронного электродвигателя при кратковременном перерыве питания при использовании на синхронном генераторе различных видов АРВ

## 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Схема замещения и векторная диаграмма синхронного генератора для анализа ЭМПП	Изучение материала лекции	2
2	Уравнение механического движения ротора генератора	Отчет по практическому занятию	1
3	Угловые характеристики мощности	Изучение материала лекции	2
4	Понятие динамической устойчивости	Отчет по практическому занятию	1
5	Способ площадей, допущения и область применения	Изучение материала лекции	2
6	Метод последовательных интервалов	Отчет по практическому занятию Контроль выполнения курсовой работы	1
7	Задачи и методы исследования статической устойчивости ЭЭС	Изучение материала лекции	2
8	Виды нарушения устойчивости ЭЭС	Отчет по практическому занятию	1
9	Регулирование возбуждения, его	Изучение материала лекции	2

	задачи		
10	Переходные процессы в узлах нагрузки ЭЭС. Задачи исследования	Отчет по практическому занятию	1
11	Практические критерии для узлов комплексных нагрузок	Изучение материала лекции	2
12	Поведение нагрузки при больших возмущениях	Отчет по практическому занятию Контроль выполнения курсовой работы	1
13	Асинхронные режимы в ЭЭС	Изучение материала лекции	2
14	Определение динамических характеристик частоты в системе	Отчет по практическому занятию	2
15	Курсовая работа		36

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации дисциплины «Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах» используются традиционные и современные образовательные технологии. Из современных образовательных технологий применяются информационные и компьютерные технологии с привлечением к преподаванию мультимедийной техники, технологии активного обучения, проблемного обучения. Применяются следующие активные и интерактивные формы проведения занятий: лекции с разбором конкретных ситуаций, проблемные ситуации, компьютерные симуляции.

Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателя: консультации и помощь при выполнении индивидуального задания, консультации по разъяснению материала, вынесенного на самостоятельную проработку, индивидуальную работу студента, в том числе в компьютерном классе ЭФ или в библиотеке.

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: защита курсовой работы (6 семестр), экзамен (6 семестр).

Вопросы к экзамену (6 семестр)

1. Понятие устойчивости работы электрической системы. Виды устойчивости
2. Характеристика мощности простейшей электрической системы
3. Векторная диаграмма неявнополюсного синхронного генератора
4. Векторная диаграмма явнополюсного генератора
5. Характеристики мощности синхронного генератора, получаемые из векторной диаграммы
6. Характеристика мощности простейшей системы с регулируемыми генераторами
7. Устойчивость работы генератора, имеющего АРВ без зоны нечувствительности
8. Устойчивость работы генератора, имеющего АРВ с зоной нечувствительности
9. Практические критерии статической устойчивости
10. Характеристика мощности при сложной связи генератора с приемной системой
11. Устойчивость многомашинной системы
12. Оценка динамической устойчивости простейшей электрической системы
13. Уравнение движения ротора. Метод последовательных интервалов

14. Способы повышения динамической устойчивости
15. Электрическое торможение как способ повышения динамической устойчивости
16. Импульсная разгрузка как метод повышения динамической устойчивости
17. Регулирующий эффект нагрузки и его влияние на устойчивость
18. Влияние регулирующего эффекта нагрузки на устойчивость работы генератора
19. Понятие электрического центра системы
20. Устойчивость узлов нагрузки
21. Критерии устойчивости узлов нагрузки. Лавина напряжения
22. Характеристика элементов нагрузки
23. Процессы в узлах нагрузки при больших возмущениях
24. Обеспечение устойчивости двигателей при набросе мощности
25. Пуск электрических двигателей
26. Самозапуск электрических двигателей
27. Процесс выпадения из синхронизма, необходимое условие ресинхронизации
28. Причины и характер изменения частоты
29. Лавина частоты и способы ее предотвращения
30. Динамические свойства электроэнергетических систем

Название темы курсовой работы на титульном листе: "Анализ устойчивости простейшей электроэнергетической системы"

Варианты заданий на курсовую работу и алгоритмы развития аварии приведены в учебно-методическом пособии (поз. 6 списка литературы):

Электромеханические переходные процессы в электрических системах [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие к курсовому проектированию / А. Н. Козлов, В. А. Козлов; АмГУ, Эн. ф. - 3-е изд., испр. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2017. - 136 с

Режим доступа: [http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/7747.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7747.pdf) [[http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/7747.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7747.pdf)]

Сочетание варианта задания (20 вариантов) и алгоритма развития аварии (36 вариантов) выбирается руководителем курсовой работы произвольно из перечней заданий, содержащихся в пособии.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **а) литература**

1. Хрущев, Ю. В. Электроэнергетические системы и сети. Электромеханические переходные процессы: учебное пособие для вузов / Ю. В. Хрущев, К. И. Заповодников, А. Ю. Юшков. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 153 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02713-6. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490250> (дата обращения: 16.03.2022).

2. Воропай, Николай Иванович. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н. И. Воропай. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2013. - 151 с. Режим доступа: [http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/7102.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7102.pdf)

3. Куликов, Юрий Алексеевич. Переходные процессы в электрических системах [Текст]: Учеб. пособие: Рек. Мин. обр. РФ / Ю.А. Куликов. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. гос. техн. ун-та; М.: Мир: АСТ, 2003. – 284 с.

4. Воропай Н.И. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах [Электронный ресурс]: метод. указания к практ. занятиям / Н. И. Воропай; АмГУ, Эн. ф. – Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2014. – 100 с. – Режим доступа:

[http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/7078.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7078.pdf)

5. Лизалек Н.Н. Динамические свойства энергосистем при электромеханических колебаниях. Структурная организация движений и устойчивость [Электронный ресурс]: учебное пособие / Лизалек Н.Н., Тонышев В.Ф. – Электрон. текстовые данные. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. – 212 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45086>. – ЭБС «IPRbooks», по паролю.

6. Электромеханические переходные процессы в электрических системах [Электронный ресурс]: учеб.- метод. пособие к курсовому проектированию / А. Н. Козлов, В. А. Козлов ; АмГУ, Эн. ф. - 3-е изд., испр. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2017. - 136 с. [http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/7747.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7747.pdf)

7. Электромеханические переходные процессы в электрических системах [Электронный ресурс]: сборник задач / Д.В. Армеев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010. — 127 с. — 978-5-7782-1388-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45200.html>

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	Операционная система MS Windows XP SP3	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 30 июня 2019 года.
2	Операционная система MS Windows 10 Education, Pro	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 30 июня 2019 года.
3	MS Office 2013/2016 PRO PLUS Academic	Сублицензионный договор № Tr000027462 от 10.12.2015.
4	MS Visio 2019	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору – Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 30 июня 2019 года.
5	Автоматизированная информационная библиотечная система «ИРБИС 64»	Лицензия коммерческая по договору №945 от 28 ноября 2011 года.
6	RastrWin3 Базовый комплекс	10 лиц. По договору №0323100012213000182-0001592-01/1144 от 31.12.2013.
7	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>	Электронно-библиотечная система IPRbooks – научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования
8	<a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>	Электронная библиотечная система «Издательства Лань», тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки, химия
9	<a href="https://urait.ru">https://urait.ru</a>	Электронная библиотечная система «Юрайт». ЭБС «Юрайт» в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования
10	<a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a>	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU -

		русский информационно- аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования
--	--	---

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	<a href="https://gisee.ru/">https://gisee.ru/</a>	Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Экспертный портал по вопросам энергосбережения.
2	<a href="http://drsk.ru">http://drsk.ru</a>	Официальный сайт Акционерное общество "Дальневосточная распределительная сетевая компания"
3	<a href="http://www.rushydro.ru/company/">http:// www.rushydro.ru/company/</a>	Официальный сайт ПАО «РусГидро»
4	<a href="https://www.gis-tek.ru/">https://www.gis-tek.ru/</a>	ГИС ТЭК – федеральная государственная информационная система, содержащая информацию о состоянии и прогнозе развития топливно-энергетического комплекса РФ.
5	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost/">https:// www.gost.ru/portal/gost/</a>	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)
6	<a href="http://www.fsk-ees.ru/about/standards_organization/">http:// www.fsk- ees.ru/about/standards_organization/</a>	Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы. Публичное акционерное общество «создано в соответствии с программой реформирования электроэнергетики Российской Федерации как организация по управлению Единой национальной (общероссийской) электрической сетью (ЕНЭС) с целью ее сохранения и развития.
7	<a href="https://minenergo.gov.ru/node/234">https://minenergo.gov.ru/node/234</a>	Министерство энергетики Российской Федерации (Минэнерго России)

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине «Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах» проводятся в специализированных помещениях, представляющих собой аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

В качестве материально- технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства, интерактивная доска. Материал лекций представлен в виде презентаций в Power Point. Для проведения практических занятий и в самостоятельной работе студентов используются технологические схемы, модели процессов. Практические работы проводятся с использованием стационарного и переносного компьютерных классов кафедры энергетики.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду университета.



	исследования статической устойчивости ЭЭС										
9	Виды нарушения устойчивости ЭЭС	8								5	
10	Регулирование возбуждения, его задачи	8								5	
11	Переходные процессы в узлах нагрузки ЭЭС. Задачи исследования	8								5	
12 13	Практические критерии для узлов комплексных нагрузок	8								5	
13 15	Поведение нагрузки при больших возмущениях	8								5	
14 16	Асинхронные режимы в ЭЭС	8								5	
15 16	Причины и характер изменения частоты в ЭЭС	8								5	
16 17	Определение динамических характеристик частоты в системе	8								5	
17 18	Курсовая работа	8				2.0				36	Защита курсовой работы
18 19	Экзамен	8						0.3	8.7		
	Итого		4.0	4.0	0.0	2.0	0.0	0.3	8.7	125.0	

### САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Введение	Уяснение задания на курсовую работу	5
2	Схема замещения и векторная диаграмма синхронного генератора для анализа ЭМПП	Освоение материала лекции, выполнение конспекта	5
3	Уравнение	Выполнение первой части курсовой	5

	механического движения ротора генератора	работы	
4	Угловые характеристики мощности	Отчет по выполнению практической работы.	5
5	Понятие динамической устойчивости	Составление циклограммы динамического перехода для заданного варианта развития аварии	9
6	Способ площадей, допущения и область применения	Освоение материала лекции, выполнение конспекта	5
7	Метод последовательных интервалов	Расчет динамического перехода в курсовой работе методом последовательных интервалов	10
8	Задачи и методы исследования статической устойчивости ЭЭС	Освоение материала лекции, выполнение конспекта	5
9	Виды нарушения устойчивости ЭЭС	Уяснение понятий самораскачивания и самовозбуждения синхронного генератора и условий возникновения таких режимов	5
10	Регулирование возбуждения, его задачи	Освоение материала лекции, выполнение конспекта	5
11	Переходные процессы в узлах нагрузки ЭЭС. Задачи исследования	Расчет устойчивости комплексной нагрузки для заданного варианта курсовой работы	5
12	Практические критерии для узлов комплексных нагрузок	Освоение материала лекции, выполнение конспекта	5
13	Поведение нагрузки при больших возмущениях	Оценка динамической устойчивости комплексной нагрузки для заданного варианта курсовой работы	5
14	Асинхронные режимы в ЭЭС	Освоение материала лекции, выполнение конспекта	5
15	Причины и характер изменения частоты в ЭЭС	Освоение материала лекции, выполнение конспекта	5
16	Определение динамических характеристик частоты в системе	Подготовка к защите курсовой работы	5
17	Курсовая работа	Выполнение и защита курсовой работы	36