

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной работе

А.В. Лейфа

« 01 » 09 2021 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 2020

Форма обучения очная

Курс третий

Семестр шестой

Экзамен 6 семестр

Общая трудоемкость дисциплины 144 (акад. час.), 4 (з.е.)

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

Факультет энергетический

Кафедра энергетики

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 - «Электроэнергетика и электротехника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 144 от 28.02.2018.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры энергетики

протокол № 1 от 01 сентября 2021

Зав. кафедрой _____ Н.В. Савина

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление


(подпись)

Н.А. Чалкина

«01» сентября 2021 г.

СОГЛАСОВАНО

Зав. выпускающей кафедрой


(подпись)

Н.В. Савина

«01» сентября 2021 г.

СОГЛАСОВАНО

Директор НБ

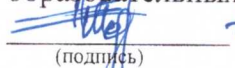

(подпись)

О.В. Петрович

«01» сентября 2021 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр информационных и образовательных технологий


(подпись)

А.А. Тодоровский

«01» сентября 2021 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 базовой части образовательной программы.

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

3.2. Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование 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-2 _{ОПК-4} . Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ»

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетные единицы, **144** академических часа.

№ п/п	Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация	Семестр	Виды контактной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в академических часах)						Контроль (в академических часах)	Самостоятельная работа (в акад. часах)	Формы текущего контроля успеваемости
			Л	ПЗ	ЛР	ИКР	КТО	КЭ			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Введение	6	2								

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	Схема замещения и векторная диаграмма синхронного генератора для анализа ЭМПП	6	2	2						2	Отчет по практическому занятию (ПЗ)
3	Уравнение механического движения ротора генератора	6	2							1	
4	Угловые характеристики мощности	6	2	2						2	Отчет по ПЗ
5	Понятие динамической устойчивости	6	2							1	
6	Способ площадей, допущения и область применения.	6	2	2						2	Отчет по ПЗ, Контроль вып. КР
7	Метод последовательных интервалов.	6	2							1	
8	Задачи и методы исследования статической устойчивости ЭЭС	6	2	2						2	Отчет по ПЗ
9	Виды нарушения устойчивости ЭЭС	6	2							1	
10	Регулирование возбуждения, его задачи	6	2	2						2	Отчет по ПЗ
11	Переходные процессы в узлах нагрузки ЭЭС. Задачи исследования	6	2							1	
12	Практические критерии для узлов комплексных нагрузок	6	2	2						2	Отчет по ПЗ, Контроль вып. КР
13	Поведение нагрузки при больших возмущениях	6	2							1	
14	Асинхронные режимы в ЭЭС	6	2	2						2	Отчет по ПЗ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15	Причины и характер изменения частоты в ЭЭС	6	2								
16	Определение динамических характеристик частоты в системе	6	2	2						2	Отчет по ПЗ
	Курсовая работа	6	2			2				36	Защита КР
	Экзамен	6						0,3	35,7		
	ИТОГО		32	16		2		0,3	35,7	58	

Л – лекция; ПЗ – практическое занятие; ЛР – лабораторная работа; СРС – самостоятельная работа студентов; ИКР – иная контактная работа; КТО – контроль теоретического обучения; КЭ – контроль на экзамене.

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ»

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	2	3
1.	Введение	Место дисциплины в учебном плане. Объем (в часах) лекций и практических. Отчетность. Рекомендуемая литература. Основные понятия и определения электроэнергетических систем (ЭЭС). Классификация режимов ЭЭС и задачи управления ими. Существо электромеханических переходных процессов (ЭМПП). Устойчивость ЭЭС.
2.	Схема замещения и векторная диаграмма синхронного генератора для анализа ЭМПП	Схема замещения и векторная диаграмма синхронного турбогенератора и гидрогенератора при анализе ЭМПП. Уравнение переходного процесса в обмотке возбуждения генератора.
3.	Уравнение механического движения ротора генератора	Векторная диаграмма простейшей электрической системы. Выражения для мощностей через 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.

1	2	3
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.

1	2	3
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

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	2	3
1.	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 $\delta_{кр}$ и запаса динамической устойчивости
2.	Определение предельного угла отключения короткого замыкания	Вычисление параметров, необходимых для расчета площадок ускорения и торможения для заданного переходного режима, расчет угла $\delta_{откл.пред}$
3.	Метод последовательных интервалов для системы с нерегулируемым генератором	Построение циклограммы переходного режима, освоение алгоритма расчета динамического перехода методом последовательных интервалов
4.	Уточненный расчет методом последовательных интервалов - для системы с регулируемым генератором	Знакомство с особенностями определения величины э.д.с. при учете АРВ для неявнополусных и явнополусных синхронных генераторов
5.	Управление динамическим переходом за счет отключения части генераторов	Составление математической модели отключения части генераторов (ОГ). Расчет динамического перехода в простейшей системе при отсутствии ОГ и при его наличии.
6.	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.
7.	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.

1	2	3
8.	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) дисциплины	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоемкость в акад. часах
1	2	3	4
1	Введение	Уяснение задания на курсовую работу	
2	Схема замещения и векторная диаграмма синхронного генератора для анализа ЭМПП	Отчет по выполнению практической работы.	2
3	Уравнение механического движения ротора генератора	Выполнение первой части курсовой работы	1
4	Угловые характеристики мощности	Отчет по выполнению практической работы.	2
5	Понятие динамической устойчивости	Составление циклограммы динамического перехода для заданного варианта развития аварии	1
6	Способ площадей, допущения и область применения.	Отчет по выполнению практической работы. Контроль выполнения курсовой работы	2
7.	Метод последовательных интервалов.	Расчет динамического перехода в курсовой работе методом последовательных интервалов	1
8.	Задачи и методы исследования статической устойчивости ЭЭС	Отчет по выполнению практической работы.	2
9.	Виды нарушения устойчивости ЭЭС	Уяснение понятий самораскачивания и самовозбуждения синхронного генератора и условий возникновения таких режимов	1
10.	Регулирование возбуждения, его задачи	Отчет по выполнению практической работы.	2
11	Переходные процессы в узлах нагрузки ЭЭС. Задачи исследования	Расчет устойчивости комплексной нагрузки для заданного варианта курсовой работы	1

1	2	3	4
12	Практические критерии для узлов комплексных нагрузок	Отчет по выполнению практической работы. Контроль выполнения курсовой работы	2
13	Поведение нагрузки при больших возмущениях	Оценка динамической устойчивости комплексной нагрузки для заданного варианта курсовой работы	1
14	Асинхронные режимы в ЭЭС	Отчет по выполнению практической работы	2
15	Причины и характер изменения частоты в ЭЭС	Подготовка к защите и защита курсовой работы	
16	Определение динамических характеристик частоты в системе	Отчет по выполнению практической работы.	2
	Курсовая работа	Выполнение и защита курсовой работы	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 (бсеместр)

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

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ»

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, 2020. — 153 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02713-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451312> (дата обращения: 13.04.2021)..
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
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
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
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

Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	2	3
1.	http://www.iprbookshop.ru/	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
2.	http://e.lanbook.com/	Электронная библиотечная система «Издательства Лань», тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки, химия
3.	https://urait.ru	Электронная библиотечная система «Юрайт». ЭБС «Юрайт» в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования
4.	https://elibrary.ru	Научная электронная библиотека журналов
5.	Операционная система MSWindows 7 Pro	Dream Spark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору – Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 01 марта 2016 года
6.	RastrWin3 Базовый комплекс	Екатеринбургский общественный фонд «Фонд им. Д.А. Арзамасцева». Договор № 0323100012213000182-0001592-01/1144 от 31.12.2013
7/	RastrWin3 Оптимизация режима	Екатеринбургский общественный фонд «Фонд им. Д.А. Арзамасцева». Договор № 0323100012213000182-0001592-01/1144 от 31.12.2013

Перечень программного обеспечения (коммерческие программные продукты)

№ п/п	Перечень программного обеспечения (коммерческие программные продукты)	Реквизиты подтверждающих документов (при наличии), тип и количество лицензий	Входит в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных
1	2	3	4
1.	Операционная система MS Windows 7 Pro, Операционная система MS Windows XP SP3	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 01 марта 2016 года	Нет

1	2	3	4
2.	Операционная системаMS Windows 10 Education, Pro	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 01 марта 2016 года	Нет
3.	MS Office 2010 standard	Лицензия Microsoft office 2010 Standard RUS OLP ML Academic 50,договор №492 от 28 июня 2012 года	Нет
4.	MS Office 2013/2016 PRO PLUS Academic	Сублицензионный договор № Tr000027462 от 10.12.2015	Нет
5.	MS Access 2010, 2013, 2016, 2019; MS Visio 2010, 2013, 2016, 2019; MS InfoPath 2010, 2013, 2016, 2019; MS OneNote 2010, 2013, 2016, 2019; MS Project 2010, 2013, 2016, 2019	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от01 марта 2016 года	Нет
6.	MS Visual Studio Enterprise 2015 MS Visual Studio Ultimate 2010, 2012, 2013, 2019 MS Visual Studio Professional 2010, 2012, 2013, 2015, 2019	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от01 марта 2016 года	Нет
7.	ARCHICAD 24 Russian (RUS)	Лицензия Free for educational до 28.03.2021 в рамках соглашения о сотрудничестве с представительством европейского акционерного общества «ГрафисофтСЕ» и ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»	Нет
8.	Autodesk Product Design Suite Ultimate 2017-2021 (Inventor Professional AutoCADAutoCAD Mechanical AutoCAD Raster Design Recap Vault Basic 3ds Max Design Navisworks Manage AutoCAD Electrical)	Электронная лицензия EducationNetwork license Multi-user 3000 concurrent users 3-year term	Нет

1	2	3	4
9.	Autodesk AutoCad Design Suite Ultimate 2017-2021 (AutoCAD AutoCAD Architecture AutoCAD MEP AutoCAD Structural Detailing Showcase AutoCAD Raster Design Recap 3ds Max Navisworks Manage)	Электронная лицензия EducationNetwork license Multi-user 3000 concurrent users 3-year term	Нет
10.	Autodesk Entertainment Creation Suite Ultimate 2017-2021 (Maya 3ds Max Softimage MotionBuilder Mudbox)	Электронная лицензия EducationNetwork license Multi-user 3000 concurrent users	Нет
11.	Kaspersky Endpoint Security 2010	Лицензия (Стандартный Russian Edition.250-499 Node 1 year Educational Renewal License) 26FE-200406-045956-1-20795 до05.06.2021	Да
12.	Автоматизированная информационная библиотечная система «ИРБИС 64»	лицензия коммерческая по договору №945 от 28 ноября 2011 года	Да
13.	Программный комплекс «КонсультантПлюс»	лицензия коммерческая по договору №21 от 12 февраля 2020 года	Да
14.	Программная система «Антиплагиат.ВУЗ»	коммерческая лицензия по подписке по лицензионному договору №1182 от 01 апреля 2020 года (до 07.05.2021 г.)	Да
15.	Сервис прокторинга ProctorEDU	Сублицензионный договор №TR000496066 от 25.05.2020	Да
16.	Учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D V16 на 50 рабочих мест. Проектирование и конструирование в машиностроении	Сублицензионный договор № Ец-15-000059 от 08.12.2015	Да
17.	Учебный комплект: Система прочностного анализа АРМ FEM V16 для КОМПАС-3D V16	Лицензионное соглашение №070A15от 16.12.2015, 50 рабочих мест по сублицензионному договору № Ец- 15-000060 от 08.12.2015	Да
18.	САПР «ГРАЦИЯ»	Лицензия б/н на 10 ПК	Нет
19.	MATLAB+SIMULINK	Academic classroom 25 по договору №2013.199430/949 от 20.11.2013	Нет

1	2	3	4
20.	Mathcad Education – University Edition	25 раб. мест по Software Order Fulfillment Confirmation, Service Contract # 4A1934168 от 18.12.2014	Нет
21.	Comsol Multiphysics	Лицензия на учебный класс посублицензионному договору №20/15/230 т 16.12.2015	Нет
22.	CS4 Design Standard 4 Academic Edition: Adobe InDesign CS4 Adobe Photoshop CS4 Adobe Illustrator CS4 Adobe Acrobat 9 Pro.	Государственный контракт №242 от 09.03.2010	Нет
23.	Corel DRAW Graphics Suite X7	Educational Lic (5-50) Сублицензионный договор №222 от 11.12.2015	Нет
24..	PSCAD EE MUL	10 раб мест по лицензионному договору №21/13L/860 от 17.10.2013	Нет
25.	RastrWin3 Базовый комплекс	10 лиц. По договору №0323100012213000182-0001592-01/1144 от 31.12.2013	Да
26.	RastrWin3 Оптимизация режима	10 лиц. по договору №0323100012213000181-0001592-01/1143 от 31.12.2013 и договору №236 от 02.12.2014	Да
27.	RastrWin3 Коммутационные модели		Да
28.	RastrWin3 ТКЗ		Да
29.	Программный комплекс АРМ СРЗА-4	15 раб. Мест по договору № 205 от 12.11.2014	Нет
30.	Программный комплекс РТП 3	Сублицензионный договор №198/2014 от 07.11.2014	Нет
31.	Model Studio CS Кабельное хозяйство Model Studio CS Компоновщик щитов Model Studio CS ЛЭП Model Studio CS Молниезащита Model Studio CS Открытые распределительные устройства	Сублицензионный договор №192-20/2014 от 05 .11.2014	Да
32.	Energy CS Режим Energy CS Потери Energy CS ТКЗ	Сублицензионный договор №191-20/2014 от 05 .11.2014	Да
33.	Labview 2013	Договор №272 от 23.12.2014	Нет
34.	ClearView-SCADA	Договор №178 от 17.10.2014	Нет
35.	Тренажер по оперативным переключениям	Договор № Э-35-2015/261 от 25.12.2015	Нет

1	2	3	4
36.	Система защиты информации от несанкционированного доступа Dallas Lock	Договор о сотрудничестве с образовательным учреждением 127-17-153/1	Да
37.	Информационно-справочная система «Кодекс»	Лицензионный договор №7 от	Да

Перечень свободно распространяемого программного обеспечения

№ п/п	Перечень свободно распространяемого программного обеспечения	Тип лицензий / ссылка на лицензионное соглашение	Входит в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных
1	2	3	4
1.	Scribus	бесплатное распространение по лицензии GNU GPL-2.0 http://www.gnu.org/licenses/old-licenses/gpl-2.0.html	Нет
2.	Inkscape	бесплатное распространение по лицензии GNU GPL-2.0 https://inkscape.org/ru/about/license/	Нет
3.	Blender	бесплатное распространение по лицензии GNU GPL http://download.blender.org/release/GPL-license.txt и Apache License, Version 2.0 https://opensource.org/licenses/Apache-2.0	Нет
4.	Google Chrome	Бесплатное распространение по лицензии google chromium http://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html На условиях https://www.google.com/chrome/browser/privacy/eula_text.html	Нет
5.	Mozilla Firefox	Бесплатное распространение по лицензии MPL 2.0 https://www.mozilla.org/en-US/MPL/	Нет
6.	Thunderbird	Бесплатное распространение по лицензии MPL 2.0 https://www.mozilla.org/en-US/MPL/	Нет
7.	Maxima, a Computer Algebra System	бесплатное распространение по лицензии GNU GPL http://www.gnu.org/licenses/old-licenses/gpl-2.0.html	Нет
8.	RStudio	бесплатное распространение по лицензии GNU AGPL-v3.0 https://www.gnu.org/licenses/agpl-3.0-standalone.html	Нет

1	2	3	4
9.	Ubuntu Desktop	бесплатное распространение по лицензии GNU GPL http://www.gnu.org/licenses/old-licenses/gpl-2.0.html	Нет
10.	Lazarus (Free Pascal)	бесплатное распространение по лицензии GNU GPL-2.0 http://www.gnu.org/licenses/old-licenses/gpl-2.0.html	Нет
11.	MinGW	бесплатное распространение по лицензии GNU GPL https://sourceforge.net/p/mingw/mingw-org-wsl/ci/21762bb4a1bd0c88c38eead03f59e8d994349e83/tree/LICENSE	Нет
12.	QT community edition	бесплатное распространение по лицензии GNU GPL-2.0 http://www.gnu.org/licenses/old-licenses/gpl-2.0.html	Нет
13.	Notepad++	бесплатное распространение по лицензии GNU GPL https://notepad-plus-plus.org/news/notepad-6.1.1-gpl-enhancement.html	Нет
14.	DOSbox	бесплатное распространение по лицензии GNU GPL-2.0 http://www.gnu.org/licenses/old-licenses/gpl-2.0.html	Нет
15.	Eclipse	бесплатное распространение по стандартной общественной лицензии EPL http://www.eclipse.org/org/documents/epl-v10.php	Нет
16.	LibreOffice	бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL https://ru.libreoffice.org/about-us/license/	Нет
17.	7-Zip	бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL http://www.7-zip.org/license.txt	Нет

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	2	3
1.	http://duma.gov.ru	Государственная Дума Федерального Собрания Российской Федерации
2.	https://minobrnauki.gov.ru/	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
3.	http://fgosvo.ru/	Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования.

1	2	3
4.	http://www.edu.ru/index.php	Российское образование. Федеральный портал
5.	http://window.edu.ru	Единое окно доступа к образовательным ресурсам
6.	http://pravo.fso.gov.ru/	Официальный интернет-портал правовой информации Государственная система правовой информации
7.	https://www.consultant.ru/	База данных законодательства РФ «Консультант Плюс»: кодексы, законы, указы, постановления Правительства РФ
8.	http://rospotrebnadzor.ru	Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
9.	http://www.gosuslugi.ru	Единый портал государственных и муниципальных услуг (функций)
10.	http://old.infosport.ru/xml/t/default.xml	Национальная информационная сеть «Спортивная Россия».
11.	http://www.gks.ru/	Федеральная служба государственной статистики: Официальный сайт с базами данных
12.	http://new.fips.ru/	Федеральный институт промышленной собственности
13.	https://scholar.google.ru/	GoogleScholar —поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин.
14.	https://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования
15.	http://www.ruscorpora.ru	Национальный корпус русского языка. Информационно-справочная система, основанная на собрании русских текстов в электронной форме
16.	http://www.humanities.edu.ru/	Федеральный портал "Социально-гуманитарное и политологическое образование"
17.	http://neicon.ru	Полнотекстовый архив ведущих западных научных журналов на российской платформе Национального электронно-информационного консорциума (НЭИКОН)
18.	http://www.philosophy.ru/	Философский портал. Стэнфордская философская энциклопедия
19.	http://www.multitran.ru/	Мультитран. Информационная справочная система «Электронные словари»

1	2	3
20.	http://www.mathnet.ru/	Общероссийский математический портал Math-Net.Ru
21.	http://www.culture.mchs.gov.ru	Культура безопасности жизнедеятельности - портал Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.
22.	http://www.ict.edu.ru/about	Информационно-коммуникационные технологии в образовании - федеральный образовательный портал.
23.	http://ecsocman.hse.ru	Экономика. Социология. Менеджмент. Федеральный образовательный портал
24.	http://conflictmanagement.ru/	Московская школа конфликтологии. Сайт для профессионалов-конфликтологов.
25.	http://gramota.ru/	Справочно-информационный портал ГРАМОТА.РУ – русский язык для всех
26.	https://gisp.gov.ru/	Государственная информационная система промышленности. Профессиональная база знаний, предоставляющая сервисы для всех субъектов промышленной деятельности — от органов власти Российской Федерации до отдельных предприятий и индивидуальных предпринимателей.
27.	https://gis-zkh.ru/	ГИС ЖКХ – географическая информационно-справочная система жилищно-коммунального хозяйства с данными по Управляющим компаниям и ТСЖ России.
28.	https://gisee.ru/	Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Экспертный портал по вопросам энергосбережения.
29.	http://drsk.ru	Официальный сайт Акционерное общество "Дальневосточная распределительная сетевая компания"
30.	http://www.rushydro.ru/company/	Официальный сайт ПАО «РусГидро»
31.	https://www.gis-tek.ru/	ГИС ТЭК – федеральная государственная информационная система, содержащая информацию о состоянии и прогнозе развития топливно-энергетического комплекса РФ.
32.	https://www.gost.ru/portal/gost/	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)

1	2	3
33.	https://www.gosuslugi.ru/	Госуслуги. Справочно-информационный интернет-портал. Обеспечивает доступ физических и юридических лиц к сведениям о государственных и муниципальных услугах в Российской Федерации.
34.	http://www.fsk-ees.ru/about/standards_organization/	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.
35.	https://www.runnet.ru	RUNNet (RussianUNiversityNetwork) - научно-образовательная телекоммуникационная сеть, обеспечивающая интеграцию с зарубежными научно-образовательными сетями (NationalResearchandEducationNetworks, NREN) и с Интернет.
36.	http://www.informika.ru	Информика . Сайт Государственного научного предприятия, способствующего обеспечению всестороннего развития и продвижения новых информационных технологий в сферах образования и науки России.
37.	http://economy.gov.ru	Министерство экономического развития Российской Федерации (Минэкономразвития России) — федеральное министерство, осуществляющее выработку и реализацию экономической политики Правительства России по ряду направлений.
38.	http://minpromtorg.gov.ru	Министерство промышленности и торговли Российской Федерации (Минпромторг России)
39.	https://minenergo.gov.ru/node/234	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.

ПРИЛОЖЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ
 по дисциплине «Электроэнергетические переходные процессы
в электроэнергетических системах»
 направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
 направленность (профиль) образовательной программы «Электроэнергетика»

В соответствии с учебным планом для заочной формы обучения предусмотрено

Год набора 2020

Экзамен 4 курс

Курсовая работа 4 курс

Лекции 4 (акад. час.)

Практические занятия 4 (акад. час.)

Иная контактная работа (ИКР) 2 (акад. час.)

Контроль на экзамене (КЭ) 0,3 (акад. час)

Контроль 8,7 (акад. час)

Самостоятельная работа 125 (акад. час)

Общая трудоемкость дисциплины 144 (акад. час.), 4 (з.е.)

СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/ п	Тема (раздел) дисциплины, кур- совая работа (про- ект), промежуточ- ная аттестация	Семестр	Виды контактной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в академических часах)						Контроль (в акаде- мических часах)	Самостоя- тельная работа (в акад. часах)	Формы текущего контроля успевае- мости
			Л	ПЗ	ЛР	ИКР	КТО	КЭ			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Введение	8	4							2	
2	Схема замещения и векторная диаграмма синхронного генератора для анализа ЭМПП	8								3	
3	Уравнение механического о движения ротора генератора	8								6	
4	Угловые характеристи- ки мощности	8		2						6	Отчет по практ. зан. (ПЗ)
5	Понятие динамической устойчивости	8								6	
6	Способ площадей, допущения и область применения.	8		2						6	Отчет по ПЗ, Конт- роль вып. КР

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7	Метод последовательных интервалов.	8								6	
8	Задачи и методы исследования статической устойчивости ЭЭС	8								6	
9	Виды нарушения устойчивости ЭЭС	8								6	
10	Регулирование возбуждения, его задачи	8								6	
11	Переходные процессы в узлах нагрузки ЭЭС. Задачи исследования	8								6	
12	Практические критерии для узлов комплексных нагрузок	8								6	
13	Поведение нагрузки при больших возмущениях	8								6	
14	Асинхронные режимы в ЭЭС	8								6	
15	Причины и характер изменения частоты в ЭЭС	8								6	
16	Определение динамических характеристик частоты в системе	8								6	
	Курсовая работа	8				2				36	Защита КР
	Экзамен	8						0,3	8,7		
	ИТОГО		4	4		2		0,3	8,7	125	

Л – лекция; ПЗ – практическое занятие; ЛР – лабораторная работа; СРС – самостоятельная работа студентов; ИКР – иная контактная работа; КТО – контроль теоретического обучения; КЭ – контроль на экзамене.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоемкость в акад. часах
1	Введение	Уяснение задания на курсовую работу	2
2	Схема замещения и векторная диаграмма синхронного генератора для анализа ЭМПП	Освоение материала лекции, выполнение конспекта	3
3	Уравнение механического движения ротора генератора	Выполнение первой части курсовой работы	6
4	Угловые характеристики мощности	Отчет по выполнению практической работы.	6
5	Понятие динамической устойчивости	Составление циклограммы динамического перехода для заданного варианта развития аварии	6
6	Способ площадей, допущения и область применения.	Освоение материала лекции, выполнение конспекта	6
7.	Метод последовательных интервалов.	Расчет динамического перехода в курсовой работе методом последовательных интервалов	6
8.	Задачи и методы исследования статической устойчивости ЭЭС	Освоение материала лекции, выполнение конспекта	6
9.	Виды нарушения устойчивости ЭЭС	Уяснение понятий саморас- качивания и самовозбужде- ния синхронного генератора и условий возникновения таких режимов	6
10.	Регулирование возбуждения, его задачи	Освоение материала лекции, выполнение конспекта	6
11	Переходные процессы в узлах нагрузки ЭЭС. Задачи исследования	Расчет устойчивости комп- лексной нагрузки для задан- ного варианта курсовой работы	6
12	Практические критерии для узлов комплексных нагрузок	Освоение материала лекции, выполнение конспекта	6
13	Поведение нагрузки при больших возмущениях	Оценка динамической устойчивости комплексной нагрузки для заданного варианта курсовой работы	6
14	Асинхронные режимы в ЭЭС	Освоение материала лекции, выполнение конспекта	6
15	Причины и характер изменения частоты в ЭЭС	Освоение материала лекции, выполнение конспекта	6
16	Определение динамических характеристик частоты в системе	Подготовка к защите курсовой работы	6
	Курсовая работа	Выполнение и защита курсовой работы	36