

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
ОШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКА ФИЗИКА ТЕХНИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ

КАФЕДРА ЭНЕРГЕТИКИ

ПРОГРАММА ОБУЧЕНИЯ
(Syllabus)

| | | | |
|---|--|---|--|
| Специальность (направление) | Электроэнергетика и электротехника | Код курса | 640200 |
| Язык обучения | русский | Дисциплина | Переходные процессы в системах электрообеспечения |
| Академический год | 2025-2026 | Количество кредитов | 4 |
| Преподаватель | Сатибекова Айгуль Базаркуловна | Семестр | 5-6 |
| E-Mail | asatibekova@oshsu.kg | Расписание по приложению “ОшГУ Студент” | |
| Консультации (время/ауд) | 11:40-12.25 четверг | Место (здание/ауд.) | 2/105 |
| Форма обучения (дневная/заочная/ве черняя/дистантная) | дневная | Тип курса: (обязательный/эл ективный) | обязательный |

ХАРАКТЕРИСТИКА КУРСА:

Основной целью освоения дисциплины является формирование теоретических знаний основ, методов и алгоритмов расчета электромагнитных переходных процессов, возникающих при коротких замыканиях и других нарушениях нормального режима работы электроэнергетической системы, а также знаний необходимых для понимания переходных процессов в электромеханических системах и их устойчивости к изменению режимов работы и отклонениям режима работы от нормального.

Задачами дисциплины являются ознакомление студентов с: математическими моделями различных элементов электроэнергетической системы

- синхронных генераторов, асинхронных электродвигателей, трансформаторов и др.,
- отражающих особенности переходных процессов в этих элементах, методов исследования переходных процессов, практических методов расчета токов короткого замыкания, особенностей расчетов токов и напряжений при несимметричных коротких замыканиях и обрывах фаз, практических критериев устойчивости, способов анализа динамической и статической устойчивости в узлах нагрузки, а также асинхронных режимов.

| | | |
|--|---|--|
| Пререквизиты | для изучения курса «Переходные процессы в СЭС» студент должен владеть знаниями дисциплинам физика, математические моделирование в электроэнергетике, физические основы в электроэнергетике. | |
| Постреквизиты | знания по дисциплине «Переходные процессы в СЭС» в будущем будут применяться при изучении дисциплин: проектирование систем электроснабжения, электрическая часть станций и подстанций, электроснабжение, всех специальных дисциплин. | |
| Со-реквизиты (по необходимости) | | |
| Результаты обучения дисциплины | | |
| К концу курса студент: | | |
| РО (результат обучения) ООП | РО дисциплины | Компетенции |
| РО-9 | Знает принцип действия и алгоритм функционирования релейной защиты и противоаварийной автоматики и умеет рассчитывать их параметры, назначение, принцип работы и условия выбора систем управления электроприводами механизмов, применяет программное и информационное обеспечение и | ПК-8. Знать принцип действия и алгоритм функционирования релейной защиты и противоаварийной автоматики и уметь рассчитывать их параметры; ПК-10. Уметь применять программное и информационное обеспечение и САПР для решения задач профессиональной деятельности; ПК-11. Знать назначение, принцип работы и условия выбора систем управления электроприводами механизмов; |

| | | |
|-------------|--|---|
| | САПР для решения задач профессиональной деятельности; | |
| РО-7 | Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров, назначение, принцип работы и условия выбора электрических оборудования и аппаратов, определять параметры | ПК-4. Готовностью определять параметры оборудования, режимы работы объектов профессиональной деятельности, использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса; ПК-13. Знать назначение, принцип работы и условия выбора электрических оборудования и аппаратов |

Технологическая карта для двух модулей в разрезе одного семестра (M₁+M₂):

| Дисциплина | Кредит | ауд. час | СРС | 1-модуль (25 балл) | | | | 2-модуль (25 балл) | | | | Экзамен (50 балл) | |
|--------------------------------------|--------|----------|-----|---|----|----------|--------|--------------------------------------|----|----------|--------|-------------------|--------|
| | | | | ауд. часы | | СРС/СРСП | РК (r) | Ауд. часы | | СРС/СРСП | РК (r) | | ИК (E) |
| | | | | лек | пр | | | лек | пр | | | | |
| ПЩ | 5 | 60 | 60 | 12 | 18 | 30/6 | | 12 | 18 | 30/6 | | | |
| Карта накопления баллов | | | | | 4 | 4/4 | 13 | | 4 | 4/4 | 13 | | |
| Результаты баллов модулей и экзамена | | | | (M=t_{ср.}+r+s) до 25 | | | | (M=t_{ср.}+r+s) до 25 | | | | 50 | |
| | | | | R_{доп.} = M₁ + M₂ (30-50) | | | | | | | | | |
| Итоговая оценка | | | | I = R_{доп.} + E | | | | | | | | 100 | |

Календарно-тематический план лекционных и практических занятий

| № | Название темы | Количество часов | | Балл | Литература | Неделя |
|----------|---|------------------|----------------|------|------------|----------|
| | | Лекция 20ч. | Прак. зан 28ч. | | | |
| 1-модуль | | | | | | |
| 1 | Лекция 1: Введение 1. Цели, задачи, предмет изучения дисциплины. 2. Общие сведения о переходных процессах в электроэнергетических системах. Практическое задание №1 Введение. Назначение расчетов и требование к ним. Практическое задание №2 Расчет тока короткого замыкания в именованных единицах | 2 | 4 | 4 | 1;2 | 1-модуль |
| 2 | Лекция 2: Короткие замыкания в трехфазных цепях Общие сведения о коротких замыканиях в трехфазных цепях Практическое занятие №3 При однофазном коротком замыкании (K ⁽¹⁾) в заданной точке КЗ исходной схемы определить значения тока и напряжения в заданной | 2 | 2 | 4 | 2,3 | 1-модуль |

| | | | | | | |
|----------|--|----|----|---|-----|----------|
| | точке. | | | | | |
| 3 | <p>Лекция 3: Трехфазное короткое замыкание в простейшей электрической цепи</p> <p>3.1 Токи симметричного трехфазного короткого замыкания в простейшей электрической цепи.</p> <p>3.2. Ударный ток короткого замыкания.</p> <p>Практическое занятие №4.</p> <p>Практические расчеты трехфазного короткого замыкания в электрической системе</p> <p>Практическое занятие №5 Расчет тока трехфазного к. з. для любого момента времени переходного процесса</p> | 2 | 4 | 4 | 4 | 1-модуль |
| 4 | <p>Лекция 4. Короткое замыкание в цепи синхронного генератора</p> <p>4.1 Установившийся режим трехфазного короткого замыкания синхронного генератора.</p> <p>4.2 Физические явления при внезапном трехфазном КЗ в цепи синхронного генератора без АРН.</p> <p>Практическое занятие № 6. Расчет трехфазного к.з. с сложной электрической системе</p> <p>1.1. Составление эл. схемы замещения, расчет сопротивлений и ЭДС элементов схемы</p> <p>1.2. Упрощение схемы замещения и расчет коэффициентов токораспределения</p> | 2 | 2 | 4 | 1,4 | 1-модуль |
| 5 | <p>Лекция 5. Короткое замыкание в цепи синхронного генератора</p> <p>5.1 Понятие о переходных и сверхпереходных э.д.с. и индуктивных сопротивлениях синхронного генератора.</p> <p>5.2 Сверхпереходный и переходный токи короткого замыкания в цепи синхронного генератора.</p> <p>5.3 Влияние АРН и нагрузки на процесс короткого замыкания.</p> <p>Практическое занятие №7 Расчет токов замыкания в относительных единицах</p> <p>1.1 Расчет параметров аварийного режима в точке к.з. для $t = 0$ с.</p> <p>1.2 Расчет параметров аварийного режима в точке к.з. для $t = 0,2$</p> | 2 | 2 | 4 | 2 | 1-модуль |
| | <i>Всего за 1-модуль</i> | 10 | 14 | | | |
| | <i>Средний балл за 1-модуль</i> | | | 4 | | |
| 2-модуль | | | | | | |
| 6 | <p>Лекция 6. Основы расчета токов короткого замыкания</p> <p>Введение</p> <p>1. Составление схем замещения и расчет их параметров.</p> <p>2. Преобразование схем замещения.</p> <p>Практическое занятие № 8 Параметры режима сопротивления элементов системы в относительных</p> | 2 | 4 | 4 | 4 | 2-модуль |

| | | | | | |
|--|---|---|---|-----|----------|
| <p>единицах. Сопротивление генератора, трансформатора, линий, реактора, нагрузки.</p> <p>Практическое занятие № 9 Расчет начального, ударного и наибольшего действующего значений тока трехфазного короткого замыкания.</p> | | | | | |
| <p>Лекция 7: Методы расчета токов короткого замыкания</p> <p>7.1 Расчет токов короткого замыкания в установках напряжением выше 1 кВ.</p> <p>7.2 Метод расчетных кривых.</p> <p>7.3 Расчет токов короткого замыкания в установках напряжением до 1 кВ.</p> <p>Практическое занятие №10 Расчет токов к.з в именованных единицах. Параметры режима сопротивления элементов системы в именованных единицах</p> <p>Практическое занятие №11 Практические методы трехфазного замыкания в электрической системе. Метод расчетных кривых</p> | 2 | 4 | 4 | 3 | 2-модуль |
| <p>Лекция 8. Электромагнитные переходные процессы при нарушении симметрии системы. Однократная поперечная несимметрия.</p> <p>1.1 Граничные условия при различных видах несимметричных коротких замыканий.</p> <p>1.2 Соотношения между симметричными составляющими и полными значениями токов и напряжений по месту несимметрии при однофазном, двухфазном и двухфазном на землю коротких замыканиях.</p> <p>1.3 Правило эквивалентности прямой последовательности.</p> <p>1.4 Комплексные схемы замещения, распределения токов и напряжений.</p> <p>Практическое занятие № 12. Расчет несимметричного к.з. в сложной электрической системе. Упрощение схемы замещения и расчет коэффициентов токораспределения прямой последовательности</p> | 2 | 2 | 4 | 2,1 | 2-модуль |
| <p>Лекция 9. Однократная продольная несимметрия</p> <p>1.1 Уравнения падений напряжений в схемах различных последовательностей.</p> <p>1.2 Граничные условия при различных видах продольной несимметрии.</p> <p>1.3 Соотношения между симметричными составляющими, полными токами и падениями напряжений при разрыве одной и двух фаз.</p> <p>1.4 Правило эквивалентности прямой последовательности.</p> <p>1.5 Комплексные схемы замещения.</p> <p>Практическое занятие №13 Составление схем замещения. Составление схемы замещения нулевой по-</p> | 2 | 2 | 4 | 2,3 | 2-модуль |

| | | | | | | |
|--|---|-----------|-----------|---|-----|----------|
| | следовательности, ее упрощение и расчет коэффициентов токораспределения. | | | | | |
| | Лекция 10. КЗ в распределительных сетях и системах электроснабжения 1.1 Общая характеристика распределительных сетей. 1.2 Простое замыкание на землю. 1.3 Расчет токов короткого замыкания в установках напряжением до 1 кВ. Практическое занятие №14. Расчет параметров аварийного режима в точке к.з. Расчет фазных токов ЛЭП | 2 | 2 | 4 | 1,4 | 2-модуль |
| | <i>Всего за 1-модуль</i> | 10 | 14 | | | |
| | <i>Средний балл за 1-модуль</i> | | | 4 | | |
| | Итого: | | | 8 | | |

План организации СРСП (12часов)

| № | Тема | Задание для СРС | Часы | Оценочные средства | Баллы | Литература | Срок сдачи |
|----|--|---|------|--------------------------|-------|------------|------------|
| 1. | Анализ процесса короткого замыкания | Произвести анализ коротких замыканий Ошской области на год. | 1 | Реферат, слайд, класттер | 4 | 2 | 1-модуль |
| 2. | Общие сведения. Причины возникновения и последствия коротких замыканий (КЗ). Назначение расчетов токов КЗ. | Анализ причин возникновения токов к.з. | 1 | Реферат, слайд, класттер | 4 | 4 | 1-модуль |
| 3 | Переходный процесс при КЗ при питании от источника неограниченной мощности. | | 1 | Реферат, слайд, класттер | 4 | 3,1 | 1-модуль |
| 4 | Переходный процесс при трехфазном КЗ на зажимах генератора. | | 1 | Реферат, слайд, класттер | 4 | 3,4 | 2-модуль |
| 5 | Основные соотношения между токами при трехфазном КЗ. Система относительных единиц | | 1 | Реферат, слайд, класттер | 4 | 2 | 2-модуль |

| | | | | | | | |
|----|---|---|-----|---------------------------|-----|-----|----------|
| 6 | Система относительных единиц. Расчетные схемы, схемы замещения и определение результирующих сопротивлений цепи КЗ | Задание на контрольную работу задача №1 | 1 | Тетради с решениями задач | ОПК | 1,4 | 1-модуль |
| 7 | Расчет токов КЗ от системы неограниченной мощности. Расчет токов КЗ в произвольный момент времени | Задание на контрольную работу задача №2 | 1 | Тетради с решениями задач | 4 | 3 | 1-модуль |
| 8 | Расчет токов КЗ на понижающих подстанциях с вторичным напряжением 6-10 кВ. | Задание на контрольную работу задача №3 | 1 | Тетради с решениями задач | 4 | 4 | 1-модуль |
| 9 | Расчет токов КЗ в сетях и установках напряжением 6-10 кВ с учетом электродвигателей | Задание на контрольную работу задача №4 | 1 | Тетради с решениями задач | 4 | 1 | 2-модуль |
| 10 | Переходный процесс при замыканиях в распределительных сетях и системах электроснабжения | Задание на контрольную работу задача №5 | 1 | Тетради с решениями задач | 4 | 2 | 2-модуль |
| 11 | Расчет и анализ трехфазных коротких замыканий | Задание на контрольную работу задача №6 | 1 | Тетради с решениями задач | 4 | 3 | 2-модуль |
| 12 | Выбор оборудования по условиям токов короткого замыкания | Задание на контрольную работу задача №7 | 1 | Тетради с решениями задач | 4 | 3 | 2-модуль |
| | Итого | | 5/7 | | | | |
| | Средний балл за СРС | | | | 4 | | |

Задания на самостоятельную работу студентов (СРС)

| № | Наименование разделов, модулей, темы и учебных вопросов | Кол. час | |
|---|---|----------|------|
| 1 | СРС № 1. Тема. 1 Установившийся режим к з. 1. Основные характеристики параметры и соотношения. 1.2 Влияние явнополюсности генератора на расчет токов к.з | 2 | 0,19 |
| 2 | СРС № 2. Тема. 2.1 Система ЭС. Режим работы электрической системой. 2.3 Ударный ток к.з. и условия его возникновения. Ударный коэффициент. | 2 | 0,19 |

| | | | |
|----------|--|---|------|
| 3 | <p>СРС № 3. Тема. 1. Рассчитать периодическую слагающую тока методом тока проведения. Короткие замыкание в системе. Виды и причины возникновения к.з.</p> | 2 | 0,19 |
| 4 | <p>СРС № 4. Тема. 4. Рассчитать периодическую слагающую тока методом точного приведения в именованных единицах. 4.1 Трех фазное к.з. в неразветвленной цепи, подключенной к источнику синусоидального напряжения. 1. Литература Основная: Дополнительная: <i>Контроль СРС</i> (опрос, контрольная работа, решение задач и примеров, тестирование и др.)</p> | 4 | 0,19 |
| 5 | <p>СРС № 5. Тема. 5. Критическая реактивность. Критический ток. Их определения. 5.1 Рассчитать периодическую слагающую тока для момента времени $t=4$ сек переходного процесса методом расчетных кривых. 1. Литература Основная: Дополнительная: <i>Контроль СРС</i> (опрос, контрольная работа, решение задач и примеров, тестирование и др.)</p> | 2 | 0,19 |
| 6 | <p>СРС № 6. Тема. 6. Полный ток к.з. и его составляющие. 6.1 Установившийся режим. 6.2 Метод типовых кривых. 6.3 Режим работы генератора с АРВ. 1. Литература Основная: Дополнительная: <i>Контроль СРС</i> (опрос, контрольная работа, решение задач и примеров, тестирование и др.)</p> | 4 | 0,19 |
| 7 | <p>СРС № 7. Тема. 7. Метод расчетов тока к.з. 7.1 Действия АРВ при установившемся режиме. 7.2 Виде гашения магнитного поля, достоинства и недостатки 1. Литература Основная: Дополнительная: <i>Контроль СРС</i> (опрос, контрольная работа, решение задач и примеров, тестирование и др.)</p> | 2 | 0,19 |
| 8 | <p>СРС № 8. Тема 8. Типы АВР. 8.1 Полный ток к.з. его составляющие. 8.2 Требования к устройствам гашения поля синхронной машины. 1. Литература Основная: Дополнительная: <i>Контроль СРС</i> (опрос, контрольная работа, решение задач и примеров, тестирование и др.)</p> | 4 | 0,19 |
| 9 | <p>СРС № 9. Тема Асинхронная нагрузка, пуск асинхронных двигателей. Устойчивость синхронных генераторов при малых возмущениях 1. Литература Основная: Дополнительная: <i>Контроль СРС</i> (опрос, контрольная работа, решение задач и примеров, тестирование и др.)</p> | 2 | 0,19 |
| 10 | <p>СРС № 10. Тема 1. Литература Основная: Дополнительная: <i>Контроль СРС</i> (опрос, контрольная работа, решение задач и примеров, тестирование и др.)</p> | 2 | 0,19 |
| 2 Модуль | | | |

| | | | |
|----|---|---|------|
| 11 | <p>СРС № 11. Тема Соотношения между электро-механическими параметрами вращающихся элементов электрических машин и механизмов</p> <p>1. Литература Основная: Дополнительная: <i>Контроль СРС</i>(опрос, контрольная работа, решение задач и примеров, тестирование и др.)</p> | 2 | 0,19 |
| 12 | <p>СРС № 12. Тема Факторы, влияющие на устойчивость, вторичные критерии устойчивости. Программные средства расчета устойчивости.</p> <p>1. Литература Основная: Дополнительная: <i>Контроль СРС</i>(опрос, контрольная работа, решение задач и примеров, тестирование и др.)</p> | 2 | 0,19 |
| 13 | <p>СРС № 13. Тема Асинхронный режим, ресинхронизация, синхронные качания</p> <p>1. Литература Основная: Дополнительная: <i>Контроль СРС</i>(опрос, контрольная работа, решение задач и примеров, тестирование и др.)</p> | 2 | 0,19 |
| 14 | <p>СРС № 14. Тема Основы теории устойчивости движения Основы динамической устойчивости электроэнергетических</p> <p>1. Литература Основная: Дополнительная: <i>Контроль СРС</i>(опрос, контрольная работа, решение задач и примеров, тестирование и др.)</p> | 2 | 0,19 |
| 15 | <p>СРС № 15. Тема Устойчивость узла нагрузки Включение синхронных машин в сеть, работа при потере возбуждения</p> <p>1. Литература Основная: Дополнительная: <i>Контроль СРС</i>(опрос, контрольная работа, решение задач и примеров, тестирование и др.)</p> | 2 | 0,19 |
| 16 | <p>СРС № 16. Тема Устойчивость электроэнергетической системы при Регулировании частоты Формула выдачи мощности генератором</p> <p>1. Литература Основная: Дополнительная: <i>Контроль СРС</i>(опрос, контрольная работа, решение задач и примеров, тестирование и др.)</p> | 2 | 0,19 |
| 17 | <p>СРС № 17. Трех фазное к.з. в неразветвленной цепи. 1.1 Преобразование схем замещения. Основные правила рекомендации.</p> <p>1. Литература Основная: Дополнительная: <i>Контроль СРС</i>(опрос, контрольная работа, решение задач и примеров, тестирование и др.)</p> | 4 | 0,19 |
| 18 | <p>СРС № 18. Тема. 10. Дифференциальные уравнения переходного процесса синхронной машины фазных координатах. 10.1 Уравнения Парка –Горева. 10.2 Ударный коэффициент. Предела изменения</p> <p>1. Литература Основная: Дополнительная: <i>Контроль СРС</i>(опрос, контрольная работа, решение задач и примеров, тестирование и др.)</p> | 4 | 0,19 |

| | | | |
|----|--|----|------|
| 19 | СРС № 19. Тема. 11. Требования к устройствам гашения поля синхронной машины. 11.1 Трех фазное к.з. в неразветвленной цепи. 1. Литература Основная: Дополнительная: <i>Контроль СРС</i> (опрос, контрольная работа, решение задач и примеров, тестирование и др.) | 2 | 0,19 |
| 20 | СРС № 20. Тема. 12. Переходные процессы в неподвижных магнитосвязанных цепях. 12.1 Уравнения Парка-Горева для режима внезапного трехфазного синхронной машины. 1. Литература Основная: Дополнительная: <i>Контроль СРС</i> (опрос, контрольная работа, решение задач и примеров, тестирование и др.) | 2 | 0,19 |
| 21 | СРС № 21. Тема. 13. Метод типовых кривых. Порядок выполнения расчета. 13.1 Определение максимального значения периодической слагающей тока. 13.2 К.з. в электрической системе. Виды и причины возникновения. 13.2 Типы АВР. 1. Литература Основная: Дополнительная: <i>Контроль СРС</i> (опрос, контрольная работа, решение задач и примеров, тестирование и др.) | 4 | 0,19 |
| | Всего | 60 | 4 |

Политика курса (с учетом специфики предмета некоторые элементы политики курса можно изменить):

1. **Посещаемость и участие в занятиях**
 - Требования к посещаемости лекций и практических занятий
 - Правила поведения на занятиях
 - Последствия пропусков занятий без уважительной причины
2. **Академическая честность и плагиат**
 - Определение плагиата и академической нечестности
 - Последствия плагиата и списывания на экзаменах
3. **Дедлайны и штрафы за опоздание со сдачей работ**
 - Крайние сроки сдачи домашних заданий, проектов и других работ
 - Штрафы за нарушение дедлайнов
4. **Политика пересдач и апелляций**
 - Условия и процедура пересдачи экзаменов и зачетов
 - Правила подачи апелляций на оценки
5. **Использование гаджетов на занятиях**
 - Разрешение или запрет использования телефонов, ноутбуков и других устройств на лекциях
6. **Правила оформления работ и ссылок**
 - Требования к оформлению письменных работ, цитированию и списку литературы
7. **Консультации и офисные часы преподавателя**
График консультаций и часы приема преподавателя для индивидуальных консультаций и приема СРС.
(Четкое изложение политики курса в силлабусе помогает студентам понять ожидания преподавателя и правила, которые необходимо соблюдать во время прохождения курса, а также избежать недоразумений в процессе обучения).

Система оценки

Итоговая оценка по каждой дисциплине в семестре равна максимально 100 баллам (100%). Распределение баллов по модулям осуществляется посредством технологической карты в зависимости от количества модулей и кредитов.

Образовательные ресурсы

| <i>Литература</i> | |
|---------------------------------|---|
| Основная литература. | Основная 1. Ульянов С.А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. – М.: Энергия, 1970. – 519 с. 2. Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / И.П. Крючков, Б.Н. Неклепаев, В.А. Старшинов и др.; под ред. И.П. Крючкова и В.А. Старшинова. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 416 с. 3. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. – М.: Высшая школа, 1985. – 536 с. 4. Переходные процессы в системах электроснабжения: учебник / В.Н. Винославский, Г.Г. Пивняк, Л.И. Несин и др.; под ред. В.Н. Винославского. – К.: Выща шк., 1989. – 422 с. |
| Электронные учебники | https://classroom.google.com/u/0/c/MzEyMTY5MDE5MzQw?hl=ru |
| Нормативно-правовые акты | https://classroom.google.com/u/0/c/MzEyMTY5MDE5MzQw?hl=ru |
| Учебники (библиотека) | |