

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

ФТД.02
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Расчетно-экспериментальные исследования динамики систем электроснабжения

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность (профиль)
Техническое и информационное обеспечение интеллектуальных систем электроснабжения

Форма обучения: очная

Год набора: 2026

Общая трудоемкость: 2 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр | 4 | Итого |
|--|-----------|-----------|
| Форма контроля | зачет | |
| Вид занятий | | |
| Лекции | 2 | 2 |
| Лабораторные | | |
| Практические | | |
| Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР | | |
| Промежуточная аттестация | 0,25 | 0,25 |
| Контактная работа | 2,25 | 2,25 |
| Самостоятельная работа | 69,75 | 69,75 |
| Контроль | | |
| Итого | 72 | 72 |

Рабочую программу составил(и):
профессор кафедры «Электроснабжение и электротехника», доцент, д.т.н., Кувшинов А.А.

доцент кафедры «Электроснабжение и электротехника», доцент, к.т.н., Черненко А.Н..
(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☒

Отсутствует

☐

Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана
направления подготовки
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2028 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры
«Электроснабжение и электротехника»

(протокол заседания № 3 от «2» октября 2025 г.)

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – обучение обучающихся теоретическим знаниям и практическим навыкам планирования и проведения электротехнических экспериментов, выбора необходимого высоковольтного испытательного оборудования, средств измерения, выбора методов обработки экспериментальной информации. Изучение типовых структур экспериментальных электротехнических комплексов, установок высокого испытательного напряжения, генераторов высокого импульсного напряжения и больших импульсных токов, ударных генераторов. Умение применять методы обработки экспериментальной информации; обосновывать и выбирать высоковольтное испытательное оборудование и средства измерения высоких импульсных напряжений и токов, рассчитывать основные параметры испытательных режимов. Формирование профессиональных компетенций.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Электромагнитная совместимость систем управления объектов электроэнергетики», «Имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике», «Диагностика электрооборудования».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Производственная практика (научно-исследовательская работа)», выпускная квалификационная работа.

3. Планируемые результаты обучения

| Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций (код и наименование) | Планируемые результаты обучения |
|--|--|--|
| ПК-2 Способен управлять деятельностью по эксплуатации объектов электроэнергетики | ПК-2.2. Оценивает эффективность управляющих воздействий при изменении эксплуатационного состояния объектов электроэнергетики | Знать: типовые средства проведения высоковольтных и силовоточных испытаний электроэнергетического оборудования; требования ГОСТ по оформлению научно-технических отчетов и рефератов; современные методы извлечения идей и фактов из печатных материалов |
| | | Уметь: пользоваться методами анализа сигналов измерительного тракта испытательного электротехнического комплекса; осуществлять поиск, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию отечественного и зарубежного |

| Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций (код и наименование) | Планируемые результаты обучения |
|--|--|---|
| | | <p>опыта по тематике исследования</p> <p>Владеть: навыками составления научно-технических отчетов, докладов; средствами компьютерной техники и информационных технологий при оформлении результатов исследования; навыками публичного выступления и обсуждения результатов научных исследований</p> |
| | <p>ПК-2.3. Анализирует эксплуатационное состояние объектов электроэнергетики с учетом требований к качеству электрической энергии и электромагнитной совместимости</p> | <p>Знать: назначение средств высоковольтных и сильноточных испытаний, средств измерений на высоком напряжении, методы проведения испытаний электроэнергетического оборудования; содержание основных нормативно-правовых документов в области электроэнергетики и электротехники; источники публикаций научных достижений отечественного и зарубежного опыта в области электроэнергетики и электротехники в периодических изданиях; источники патентной информации</p> |
| | | <p>Уметь: проводить экспериментальные исследования режимов электроэнергетической системы; разрабатывать мероприятия по обеспечению безопасного проведения экспериментальных исследований электротехнического оборудования; пользоваться нормативно-технической литературой в сфере электроэнергетики и электротехники; работать с современными базами данных</p> |
| | | <p>Владеть: навыками работы с современными компьютерными программами при обработке экспериментальной информации; современными методами регистрации аварийных процессов</p> |

| Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций (код и наименование) | Планируемые результаты обучения |
|---|---|--|
| | | в электроэнергетической системе; навыками работы с основными нормативно-техническими документами в области электроэнергетики и электротехники; навыками поиска патентов на сайте ФИПС по основным рубрикам |
| УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий | УК-1.2 Применяет методики поиска, сбора и обработки информации, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, применять системный подход для решения поставленных задач | Знать: типовые структуры экспериментальных электротехнических комплексов, испытательных установок высокого напряжения |
| | | Уметь: применять методы обработки экспериментальной информации |
| | | Владеть: методами расчета основных параметров испытательных режимов |

4. Структура и содержание дисциплины

| Модуль (раздел) | Вид | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|---|------|--|---------|--------------|-------|----------------|--|
| Раздел1. Испытательные электротехнические центры | Лек. | Особенности электротехнических испытаний. Принципы и практика испытаний. Современное состояние испытательной базы. | 4 | 2 | | | Вопросы входного контроля |
| | Лек. | Испытательные установки высокого переменного напряжения промышленной частоты. Испытательные установки высокого постоянного напряжения. Генераторы импульсных испытательных напряжений. | 4 | | - | - | доклад |
| | Лек. | Измерение высокого постоянного напряжения. Измерение высокого переменного и импульсного напряжений. Измерение максимальных значений напряжения шаровыми разрядниками. Измерение больших импульсных токов. | 4 | | - | - | доклад |
| | Лек. | Основные виды сигналов. Способы представления сигналов. Энергия и мощность сигналов. Анализ сигналов измерительного тракта на основе преобразования Фурье. Дискретизация и восстановление непрерывных сигналов. Выделение сигнала из помех | 4 | | - | - | доклад |
| | Лек. | Сетевой стенд для натурных испытаний оборудования электропередач и вставок постоянного тока (МИС г. Тольятти). Баланс мощностей на шинах сетевого | 4 | | - | - | доклад |

| Модуль (раздел) | Вид | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--------------------|------|---|---------|--------------|-------|----------------|--|
| | | стенда. Электромагнитная совместимость сетевого стенда и электроэнергетической системы с помощью фильтро- компенсирующего устройства. | | | | | |
| | Лек. | Коммутационно-измерительный комплекс для натурных и эксплуатационных испытаний управляемых шунтирующих реакторов. | 4 | | - | - | доклад, комплект задач |
| | Лек. | Экспериментальное определение статических характеристик нагрузки электроэнергетической системы. | 4 | | - | - | доклад |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (подготовка доклада) | 4 | 69,75 | | | |
| | ПА | Сдача зачета | 4 | 0,25 | - | - | - |
| Итого: | | | | 72 | | | |

5. Образовательные технологии

Для оценки знаний, умения и уровня профессиональных компетенций, приобретаемых выпускником в процессе изучения дисциплины «Расчетно-экспериментальные исследования динамики систем электроснабжения», используются технологии традиционного обучения:

- Вебинар на онлайн площадке – последовательное изложение преподавателем материала дисциплины, осуществляемое с сопровождением видео-презентацией использованием современных мультимедийных средств;
- Проведение различных форм самостоятельной работы, которая включает подготовку к лекционным занятиям, решению практических задач: конспектирование, проработку конспекта лекций, дополнение конспекта материалами из рекомендованной нормативной, методической, научно-технической и справочной литературы.

6. Методические указания по освоению дисциплины

6.1. Обучающимся необходимо ознакомиться: с содержанием рабочей программы дисциплины (далее – РПД), с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине.

6.2. Методические указания по подготовке к лекционным занятиям.

В ходе лекций рассматриваются основные понятия тем, связанные с ними теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к практическим занятиям. Поэтому изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Обучающимся необходимо: перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, ее основные вопросы, рекомендуемую литературу, что позволит сэкономить время на освоение темы на аудиторном занятии; перед очередной лекцией необходимо просмотреть/повторить материалы предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам.

6.3. Методические указания по подготовке к практическим занятиям.

В ходе практических занятий углубляются и закрепляются знания обучающихся по ряду рассмотренных на лекциях вопросов, знаний по современным методам проектирования систем потребителей различных предприятий и основных способах построения систем электроснабжения; по методам решения оптимизационных задач в электроснабжении и вопросам оптимизации структуры и режимов электрических сетей предприятий; умения производить выбор экономически обоснованных схем и режимов систем электроснабжения. На практических занятиях развиваются способности использовать современные информационные технологии, управлять информацией с применением прикладных программ; использовать сетевые компьютерные технологии, базы данных и пакеты прикладных продуктов. При подготовке к практическим занятиям каждый обучающийся должен:

- изучить рекомендованную литературу;
- изучить материалы лекций;
- подготовить ответы на все вопросы по изучаемой теме;
- выполнить домашнее задание, рекомендованное преподавателем при изучении каждой темы занятия.

По заданию преподавателя обучающийся должен подготовить доклад по теме практического занятия. В процессе подготовки к практическим занятиям обучающиеся могут воспользоваться консультациями преподавателя.

6.4. Самостоятельная работа включает в себя выполнение различного рода заданий и самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям. Контроль самостоятельной работы обучающихся над

программой курса осуществляется в ходе практических занятий (устный опрос, решение задач, публичное выступление с докладом по выбранной теме, тестирование).

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

| Семестр | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |
|----------------|--|--|
| 4 | ПК-2.2 | Тестовые задания № 1-66 Темы докладов № 1-9 Задачи № 1-11 Вопросы к зачету № 1-26 |
| 4 | ПК-2.3 | Тестовые задания № 67-100 Темы докладов № 10-12 Задачи № 12-16 Вопросы к зачету № 27-33 |

7.2.1. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля по дисциплине «Расчетно-экспериментальные исследования динамики систем электроснабжения»

7.2.1.1. Входной контроль

Вопросы входного контроля:

1. Основные задачи синтеза экспериментального комплекса.
2. Состав экспериментального комплекса.
3. Структура экспериментального комплекса для наблюдательного эксперимента.
4. Структура экспериментальных комплексов для автономного эксперимента.
5. Структуры комбинированных экспериментальных комплексов.
6. Классификация методов испытаний.
7. Физические испытания.
8. Испытания с использованием моделей методами физического и математического моделирования.
9. Методика испытаний.
10. Подготовка изделий к испытаниям, регистрация результатов.
11. Декомпозиция объекта исследования.

Краткое описание и регламент выполнения

Входной контроль проводится на первой лекции. Он представляет собой контрольный срез знаний из 10 основных вопросов, ответы на которые обучающийся должен знать в результате изучения предыдущих дисциплин по программе бакалавриата. Контроль проводится по оценке остаточных знаний по дисциплинам «Теоретические основы электротехники», «Организация эксплуатации и ремонта электрооборудования», «Электрические станции и подстанции». Поставленные вопросы требуют точных и коротких ответов. Входной контроль проводится в письменном виде в течение 15-20 минут. Итоги входного контроля используются для корректировки методик проведения лекционных и практических занятий.

Критерии оценки:

- отметка «зачтено» выставляется обучающемуся, если даны правильные ответы на 4-10 вопросов;
- отметка «не зачтено», если правильных ответов менее 4-х.

7.2.1.2. Задачи

Типовые задачи:

1. Разработать методику экспериментального определения токов среза воздушных (элегазовых, вакуумных) выключателей.
2. Разработать методику экспериментального определения емкости управляемых шунтирующих реакторов (силовых трансформаторов, воздушных и элегазовых выключателей).
3. Разработать методику экспериментального определения параметров воздушных линий электропередач напряжением до 35 кВ (110 кВ и выше).
4. Разработать методику измерения остающегося напряжения ОПН-110 (220, 330, 500) при расчетном токе грозового (коммутационного) перенапряжения.
5. Разработать методику экспериментального определения параметров переходной функции измерительной системы: делитель напряжения- измерительный кабель – электронный осциллограф.
6. Определить составляющие мощности на стороне переменного тока преобразовательного моста, работающего в инверторном режиме с $U_{дн}^* = 0,8$; $I_d^* = 0,2$.
7. Выполнить расчет баланса мощностей в кольцевой схеме испытаний преобразовательных мостов, работающих в следующем режиме : $U_{дВ}^* = 0,9$; $I_d^* = 0,1$; $\Delta P_B^* = 0,05 \cdot P_{дВ}^*$; $\Delta P_{И}^* = 0,07 \cdot P_{дИ}^*$.
8. Определить гармонический состав входного тока преобразовательного моста, потребляющего из энергосистемы активную мощность $P_d^* = 0,1$; $U_d^* = 0,7$.
9. Определить коэффициент несинусоидальности напряжения на шинах питания преобразовательного моста. Исходные данные: $E_{Fm} = 30 \text{ кВ}$; $x_\gamma = 8,7 \text{ мГн}$; $x_T = 5,2 \text{ мГн}$; $I_d = 1500 \text{ А}$.
10. Выполнить расчет фильтро- компенсирующего устройства для условий предыдущего примера.
11. Составить схему замещения зарядной цепи ГИН и определить время заряда накопительных конденсаторов. Исходные данные: $C = 200 \text{ мкФ}$; $n = 10$; $U_m = 100 \text{ кВ}$; $R_B = 100 \text{ кОм}$; $R_3 = 7,5 \text{ кОм}$.
12. Составить схему замещения разрядной цепи ГИН и определить значения сопротивлений фронтового и разрядного резисторов, необходимые для формирования стандартного грозового импульса на объекте испытания с параметрами $C_0 = 1 \text{ нФ}$; $R_0 = 10 \text{ МОм}$. Параметры ГИН: $C = 300 \text{ мкФ}$; $n = 15$.
13. Составить схему замещения разрядной цепи ГИН и определить значения сопротивлений фронтового и разрядного резисторов, необходимые для формирования стандартного коммутационного импульса на объекте испытания , обладающего емкостью $C_0 = 10 \text{ нФ}$. Индуктивность высоковольтного провода для подключения ГИН к объекту испытания $L = 15 \text{ мкГн}$. Параметры ГИН: $C = 300 \text{ мкФ}$; $n = 10$.
14. Рассчитать параметры емкостного делителя напряжения для измерения грозовых и коммутационных импульсных напряжений амплитудой до 1 МВ с относительной

погрешностью не более 5%. Емкость высоковольтного плеча не более 100 пФ, а допустимое напряжение на пластинах электронного осциллографа 500 В.

15. Выбрать измерительный кабель для передачи срезанного грозового импульса от делителя напряжения к электронному осциллографу на расстояние 70 м с погрешностью не более 5%.

16. Определить кратность перенапряжений на УШР при отключении элегазовым выключателем. Исходные данные: $Q_{PНОМ} = 200 \text{ МВА}$; $U_{\text{Л}} = 500 \text{ кВ}$. Предложить схему регистрации перенапряжения на отключаемом УШР и определить её параметры.

Краткое описание и регламент выполнения

Задание выполняется письменно. Оценивается правильность выполнения задания и количество допущенных при выполнении задания ошибок.

Критерии оценки:

- отметка «зачтено» выставляется обучающемуся, если задача решена правильно или решена с незначительными ошибками;
- отметка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если задача не решена и/или допущены грубые ошибки.

7.2.1.3. Темы докладов

| № п/п | Темы докладов |
|------------------|--|
| 1 | Методы и средства автоматизированного контроля и накопления информации о показателях качества электроэнергии |
| 2 | Статистические анализаторы отклонений и колебаний напряжения в электрических сетях |
| 3 | Методы определения критериев подобия электротехнических и электромеханических явлений в электроэнергетических установках |
| 4 | Статистические анализаторы мощности нестационарных нагрузок |
| 5 | Методы и средства автоматизированного исследования параметров электрических нагрузок |
| 6 | Организация эксперимента и обработка результатов в критериальной форме |
| 7 | Статистические анализаторы отклонений и колебаний частоты в электрических сетях |
| 8 | Автоматизация электротехнического эксперимента |
| 9 | Методы экспериментального исследования динамической устойчивости энергосистем |
| 10 | Методы оценки влияния резкопеременных изменений напряжения на режимы работы и параметры электрооборудования |
| 11 | Методы и средства регистрации грозовых и коммутационных перенапряжений в электрических сетях |
| 12 | Методы и средства определения мощности резкопеременных нагрузок |

Краткое описание и регламент выполнения

Доклад представляет собой публичное выступление по изучаемому разделу дисциплины «Расчетно-экспериментальные исследования динамики систем электроснабжения». При подготовке доклада, презентации обучающийся должен отобрать не

менее 10 наименований литературы (книг, статей, сборников, нормативно-правовых актов). Предпочтение следует отдавать литературе, опубликованной в течение последних 5 лет. Допускается обращение к Интернет-сайтам. Изложение текста доклада должно быть четким, аргументированным.

В заключение доклада обучающийся должен сделать выводы по теме.

Продолжительность доклада не более 7 минут. Для получения положительной отметки наличие компьютерной презентации обязательно. Минимальное количество слайдов – 5. Презентация должна быть информативна, соответствовать теме доклада.

Критерии оценки:

- отметка «зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся изложил материал грамотно, содержание ответа соответствует содержанию вопроса, тема вопроса полностью раскрыта; подготовлена презентация с требуемым количеством слайдов.

- отметка «не зачтено», если обучающийся не раскрыл содержание вопроса или отклонился от заданной темы, отсутствует презентация или презентация не содержит требуемого количества слайдов, не информативна и не соответствует теме доклада.

7.2.1.4. Типовые тестовые задания

1. Какой вид устойчивости характеризует синхронизирующая мощность?

1. Динамическая устойчивость
2. Апериодическая устойчивость
3. Самораскачивание
4. Лавина напряжения
5. Все вышеперечисленное
6. Правильного ответа нет

2. Самовозбуждение синхронного генератора может быть вызвано:

1. Неправильной настройкой коэффициентов АРВ
2. При работе генератора на холостом ходу через ЛЭП с большим R_L
3. Работой генератора на активно – индуктивную нагрузку
4. Работой генератора на активно – емкостную нагрузку
5. Все вышеперечисленные причины
6. Правильного ответа нет

3. Какие из мероприятий повышают запас статической устойчивости энергосистемы?

1. Увеличение X_d генератора
2. Применение АРВ с правильно выбранными настройками
3. Искусственное торможение генератора
4. Локализация слабых звеньев энергосистемы
5. Все вышеперечисленные
6. Правильного ответа нет

4. Нарушение динамической устойчивости может быть вызвано:

1. При попадании режима на нисходящую часть угловой характеристики
2. Трехфазным коротким замыканием
3. Все вышеперечисленное
4. При работе генератора на активно – индуктивную нагрузку
5. При попадании режима на восходящую часть угловой характеристики
6. Правильного ответа нет

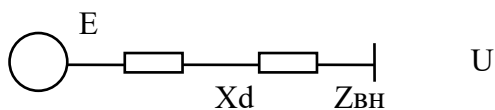
5. Какие из мероприятий повышают динамическую устойчивость системы ?

1. Увеличение постоянной инерции генератора
2. Регулирование мощности турбины
3. Уменьшение сопротивления X_d генератора
4. Все вышеперечисленные мероприятия
5. Снижение резерва генерирующей мощности системы
6. Правильного ответа нет

6. Укажите нормативный коэффициент запаса статической устойчивости в нормальном режиме работы энергосистемы :

- ☐ 1. 8 % ☐ 2. 10% ☐ 3. 20% ☐ 4. 100% ☐ 5. 200% ☐ 6. Не нормируется

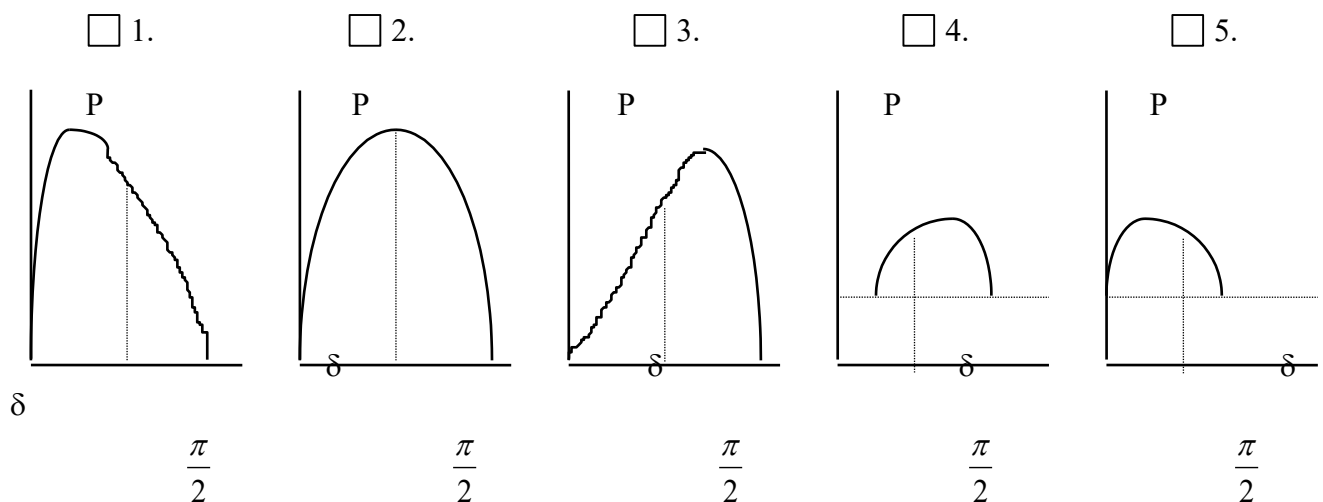
7. Идеальным пределом угловой характеристики электропередачи вида



является:

1. $P = (E^2 / Z_{\Sigma}) * \sin \alpha + EU / Z_{\Sigma}$
2. $P = (EU / X_{\Sigma})$
3. $P = (EU / Z_{\Sigma}) * \sin (\delta_0 - \alpha)$
4. $P = (E^2 U / Z_{11}) * \sin \alpha_{11} + EU / Z_{12}$
5. $P = (E^2 / Z_{11}) * \sin \alpha_{11} + (EU / Z_{12}) * \sin (\delta - \alpha_{12})$
6. Правильного ответа нет

8. Какой вид имеет угловая характеристика неявнополюсного генератора простой электропередачи при $E_q = \text{const}$:



- ☐ 1. ☐ 2. ☐ 3. ☐ 4. ☐ 5. ☐ 6. Правильного ответа нет

9. Самораскачивание синхронного генератора может быть вызвано:

1. Электромеханическим резонансом

2. Работой генератора на активно – емкостную нагрузку
3. Работой генератора на холостом ходу через ЛЭП с большим $R_{\text{л}}$
4. Работой генератора на активно – индуктивную нагрузку
5. Все вышеперечисленные причины
6. Правильного ответа нет

10. Какие из мероприятий повышают статическую устойчивость энергосистемы?

1. Уменьшение суммарного индуктивного сопротивления X_{12}
2. Увеличение резерва генерируемой мощности
3. Установка управляемых конденсаторных батарей на ЛЭП
4. Все вышеперечисленное
5. Регулирование частоты в системе
6. Правильного ответа нет

11. Нарушение динамической устойчивости может быть вызвано

1. При каскадном самозапуске двигателей
2. При $(\partial P / \partial \delta) > 0$
3. При неуспешном АПВ
4. Все вышеперечисленное
5. При лавине напряжения
6. Правильного ответа нет

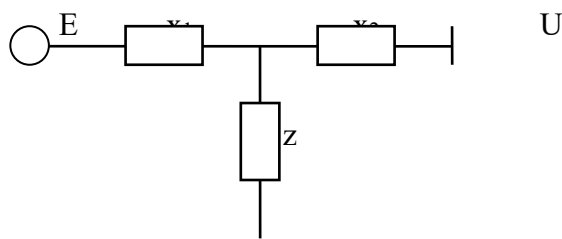
12. Какие из мероприятий повышают динамическую устойчивость системы в целом:

1. Снижение резерва генерируемой мощности системы
2. Разделение системы
3. Регулирование частоты системой группового управления агрегатами ГЭС
4. Применение АРВ генераторов
5. Все вышеперечисленное
6. Правильного ответа нет

13. Система статически устойчива, если:

1. Синхронизирующая мощность больше нуля
2. Система вернулась к исходному состоянию после малого возмущения
3. Точка режима находится на восходящей части $P = f(\delta)$
4. Все вышеперечисленное
5. Если мощность турбины выше мощности генератора
6. Правильного ответа нет

14. Какая угловая характеристика соответствует схеме



1. $P = (E^2 / Z) * \sin \alpha + (EU / Z) * \sin (\delta_0 - \alpha)$
2. $P = (EU / X_{\Sigma}) * \sin \delta$

3. $P = (E^2 / Z_{11}) * \sin \alpha_{11} + (EU / Z_{12}) * \sin (\delta - \alpha_{12})$
4. $P = (E^2 / Z_{11}) * \sin \alpha_{11} + EU / Z_{12}$
5. $P = (EU / Z_{\Sigma}) * \sin \delta$
6. Правильного ответа нет

15. Нарушение апериодической статической устойчивости происходит:

1. Если синхронизирующая мощность больше нуля
2. Если вещественный корень характеристического уравнения больше нуля ($a_0 > 0$)
3. Все вышеперечисленное
4. Если после малого возмущения система вернулась к новому устойчивому положению
5. Если не возникало самораскачивания генератора
6. Правильного ответа нет

16. Асинхронный двигатель опрокинется если:

1. Вещественный корень характеристического уравнения меньше нуля ($a_0 < 0$)
2. Напряжение на шинах снизилось ниже критического ($U < U_{кр}$)
3. Все вышеперечисленное
4. Скольжение больше критического ($S > S_{кр}$)
5. $(\partial P / \partial S) > 0$
6. Правильного ответа нет

17. С помощью метода площадей можно решить следующие задачи:

1. Исследовать апериодическую статическую устойчивость
2. Вычислить предельное время отключения аварии
3. Анализировать динамическую устойчивость системы
4. Все вышеперечисленное
5. Определить предельный угол отключения аварии
6. Правильного ответа нет

18. Система динамическая устойчива, если

1. Синхронизирующая мощность больше нуля
2. Система вернулась к исходному состоянию после малого возмущения
3. Система вернулась к устойчивому режиму после аварии
4. Коэффициент запаса динамической устойчивости больше нуля
5. Все вышеперечисленное
6. Правильного ответа нет

19. Что представляет собой метод последовательных интервалов?

1. Способ численного решения дифференциальных уравнений
2. Способ математического решения дифференциальных уравнений
3. Способ аналитического решения дифференциальных уравнений
4. Все ответы верны
5. Нет верных ответов

20. Какое обстоятельство является его большим достоинством?

1. Анализ динамической устойчивости
2. Дает картину протекания процесса во времени
3. Предельный угол отклонения может быть найден аналитически
4. Все ответы верны
5. Нет верных ответов

Краткое описание и регламент выполнения

Тест проводится в начале практического занятия в письменной форме. Каждому обучающемуся выдается 20 вопросов, на каждый из которых нужно выбрать правильный (ые) ответ (ы). Время, отводимое на тестирование – 15 минут.

Критерии оценки:

- отметка «зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся ответил правильно больше чем на половину тестов.
- отметка «не зачтено» - если обучающийся ответил правильно на половину или меньше тестов.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

| № п/п | Вопросы к зачету |
|--------------|--|
| 1 | Основные задачи синтеза экспериментального комплекса. |
| 2 | Состав экспериментального комплекса |
| 3 | Структура экспериментального комплекса для наблюдательного эксперимента |
| 4 | Структура экспериментальных комплексов для автономного эксперимента |
| 5 | Структуры комбинированных экспериментальных комплексов. |
| 6 | Классификация методов испытаний |
| 7 | Физические испытания |
| 8 | Испытания с использованием моделей методами физического и математического моделирования |
| 9 | Методика испытаний |
| 10 | Подготовка изделий к испытаниям, регистрация результатов |
| 11 | Декомпозиция объекта исследования |
| 12 | Сигналы экспериментальной информации. |
| 13 | Основные разновидности и способы представления сигналов измерительного тракта экспериментальных комплексов |
| 14 | Энергия и мощность сигналов экспериментальной информации. |
| 15 | Выделение полезного сигнала из помех |
| 16 | Согласование частотных характеристик измерительного тракта и сигналов экспериментальной информации |
| 17 | Методы дискретизации и восстановления непрерывных сигналов экспериментальной информации |
| 18 | Цель и задачи планирования эксперимента |
| 19 | Особенности измерения параметров электрических процессов |
| 20 | Методы и средства автоматизации электротехнического эксперимента |
| 21 | Контроль показателей качества электроэнергии |
| 22 | Основные положения теории подобия и моделирования. |
| 23 | Теоремы подобия |
| 24 | Способы определения критериев подобия |
| 25 | Критерии подобия электрических цепей |
| 26 | Обработка результатов эксперимента в критериальной форме |
| 27 | Реализация физического подобия моделей энергосистем |
| 28 | Разновидности математических моделей электрических цепей |
| 29 | Модели электромеханического преобразования энергии |
| 30 | Особенности численного расчета частотных и временных характеристик |

| № п/п | Вопросы к зачету |
|------------------|--|
| | электрических цепей |
| 31 | Алгоритмы вероятностного анализа рабочих характеристик электроэнергетических объектов |
| 32 | Методы и средства экспериментального исследования отклонений и колебаний напряжения системы электроснабжения |
| 33 | Методы и средства экспериментального исследования отклонений и колебаний частоты системы электроснабжения |
| 34 | Методы экспериментального исследования нагрузки системы электроснабжения |
| 35 | Методы и средства оценки характера влияния резких колебаний напряжения на состояние электрооборудования |
| 36 | Основные задачи диагностики электрических цепей |
| 37 | Методы диагностики параметров электрических цепей |
| 38 | Диагностика параметров электрических цепей по неполным данным диагностического эксперимента |
| 39 | Диагностика параметров электрических цепей методом узловых сопротивлений. |
| 40 | Диагностика параметров электрических цепей по данным измерений одного режима |

7.3.2. Критерии и нормы оценки

| Семестр | Форма проведения промежуточной аттестации | Критерии и нормы оценки | |
|----------------|--|--------------------------------|---|
| 4 | зачет | «зачтено» | оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся изложил материал грамотно, содержание ответа соответствует содержанию вопроса, тема вопроса полностью раскрыта |
| | | «не зачтено» | оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся не раскрыл содержание вопроса или отклонился от заданной темы |

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

| № п/п | Авторы, составители | Заглавие (заголовок) | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС |
|-------|---|--|---|-------------|--|
| 1 | Шабанов В.А., Хазиева Р.Т., Рябишина Л.А. | Режимы систем электроснабжения | Учебное пособие | 2022 | ЭБС «Лань» |
| 2 | Филиппова Т.А. | Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем | Учебник | 2018 | ЭБС «IPRbooks» |
| 3 | Лизалек Н.Н., Тонышев В.Ф. | Динамические свойства энергосистем при электромеханических колебаниях: Структурная организация движений и устойчивость | Учебное пособие | 2017 | ЭБС «IPRbooks» |
| 4 | Русина А. Г. | Режимы электрических станций и электроэнергетических систем | Учебное пособие | 2016 | ЭБС «IPRbooks» |

8.2. Дополнительная литература

| № п/п | Авторы, составители | Заглавие (заголовок) | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС |
|-------|---------------------|---|---|-------------|--|
| 1 | Кувшинов А.А. | Расчетно-экспериментальные методы исследования динамики систем электроснабжения | Практикум | 2018 | Репозиторий ТГУ |

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000. – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. Рус., англ.;
- Springer Link [Электронный ресурс] : [база данных]. – Switzerland: SpringerNature, 1842. – Режим доступа : link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. Англ.;
- Science Direct [Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018. – Режим доступа : sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. Англ.;
- Cambridge university press [Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridge university press, 2018 . – Режим доступа : 19ambridge.org. – Загл. с экрана. – Яз. Англ.;
- NEICON [Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. – Москва : НЭИКОН, 2002. – Режим доступа : neicon.ru/resources/archive. – Загл. с экрана. – Яз. Рус., англ.

8.4. Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование ПО | Реквизиты договора (дата, номер, срок действия) |
|-------|--|---|
| 1 | Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc | договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно |
| 2 | Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition | договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно |
| 3 | PSCAD Educational Licence | договор № 839 от 20.08.2019, срок действия - бессрочно |

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| № п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории) | Перечень основного оборудования |
|-------|---|--|
| 1 | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-211) | Проектор, экран; стол ученический (моноблок) двухместный, стол ученический (моноблок) трехместный, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная., экран, проектор, жалюзи. |
| 2 | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная | Столы ученические двухместные (моноблок), стол ученический |

| № п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории) | Перечень основного оборудования |
|----------|--|---|
| | аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-609) | трехместный моноблок, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), кафедра, экран, проектор, процессор, жалюзи |
| 3 | Лаборатория «Электрооборудование станций и подстанций предприятий». Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-203) | Проектор, экран; столы ученические двухместные, стулья ученические, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), стенды универсальный лабораторный, стенд демонстрационный., стол компьютерный одноместный, ПК, жалюзи |
| 4 | Лаборатория "Цифровое моделирование в электроэнергетике" Компьютерный класс. Учебная аудитория для практических работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-601) | Экран, проектор, ПК, двухместные парты, трехместные столы, стулья ученические, стол для конференций. |
| 5 | Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401) | Стол, стулья, компьютеры |
| 6 | Помещение для самостоятельной работы обучающихся (С-916) | Стол, стулья, компьютеры |