

до наказу від _____ 2022 р. № _____

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра електропостачання ім. проф. В. М. Синькова.



"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Директор ННІ ЕАіЕ
Кашпун В. В.
" " " 2022р.

"СХВАЛЕНО"
на засіданні кафедри електропостачання
ім. проф. В. М. Синькова
Протокол № 14 від "2" травня 2022р
Завідувач кафедри
Козирський В.В.

"РОЗГЛЯНУТО "
Гарант ОП доктор технічних наук, професор,
професор кафедри електропостачання
ім. проф. В.М. Синькова
Гарант ОП
Гребченко М.В.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
СТІЙКІСТЬ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ**

напрямок підготовки 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва напрямку підготовки)

спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

спеціалізація електричні мережі і системи
(назва спеціалізації)

ННІ енергетики, автоматика і енергозбереження
(назва ННІ)

Розробник: к.т.н., доц. Гай Олександр Валентинович

Київ – 2022 р.

1. Опис навчальної дисципліни

“СТІЙКІСТЬ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ” для студентів

(назва)

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Освітньо-кваліфікаційний рівень	<i>Магістр</i>	
Напрямок підготовки	<i>141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>	
Спеціальність	<i>141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>	
Спеціалізація	<i>електричні мережі і системи</i>	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Нормативна (вибіркова)	
Загальна кількість годин	_____120_____	
Кількість кредитів ECTS	_____5_____	
Кількість змістових модулів	_____5_____	
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)		
Форма контролю	Екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	_____2022-2023_____	_____
Семестр	_____4_____	_____
Лекційні заняття	_____20_____ год.	_____ год.
Практичні, семінарські заняття	_____0_____ год.	_____ год.
Лабораторні заняття	_____20_____ год.	_____ год.
Самостійна робота	_____80_____ год.	_____ год.
Індивідуальні завдання	_____ год.	_____ год.
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних	_____4_____ год.	
самостійної роботи студента –	_____8_____ год.	

2. Мета, завдання та компетенції навчальної дисципліни

2.1. Місце і роль дисципліни в системі підготовки магістр за напрямом підготовки - електротехнічні системи електроспоживання.

Дисципліна “СТІЙКІСТЬ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ” є важливою профільною дисципліною в розрізі циклу професійної підготовки студента.

Метою дисципліни є:

- * формування спеціаліста в галузі забезпечення нормальної стійкої роботи системи електропостачання при будь-яких порушеннях її режимів;
- * засвоєння процесів, що відбуваються в синхронних генераторах станцій і в мережах електричних систем;
- * вивчення електромеханічних перехідних процесів в електричних системах, як при великих, так і при малих збуреннях.

2.2. Задачі вивчення дисципліни.

Вивчаючи “ СТІЙКІСТЬ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ” студент повинен знати:

- характеристики режимів простих систем і характеристики навантажень;
- межі порушення нормальної роботи електроустановок струмами короткого замикання;
- систему відносних одиниць, складання і перетворення схем заміщення з е.р.с. в гілках;
- причини і наслідки перехідних процесів в системах електропостачання;
- забезпечення статичної стійкості електричної системи;
- забезпечення динамічної стійкості електричної системи;
- стійкість вузлів навантаження як при малих, так і при великих збуреннях;
- асинхронні режими в електричних системах;
- заходи щодо покращення стійкості і якості перехідних процесів;

2.3. Вимоги до знань та вмінь, набутих в процесі вивчення дисципліни.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні вміти:

- * розраховувати струми короткого замикання в системі електропостачання;
- * правильно вибирати і перевіряти на стійкість електричну апаратуру і струмоведучі частини, а також роботу релейного захисту;
- * розраховувати перехідні процеси в електричних системах;
- * визначати стійкість систем електропостачання.

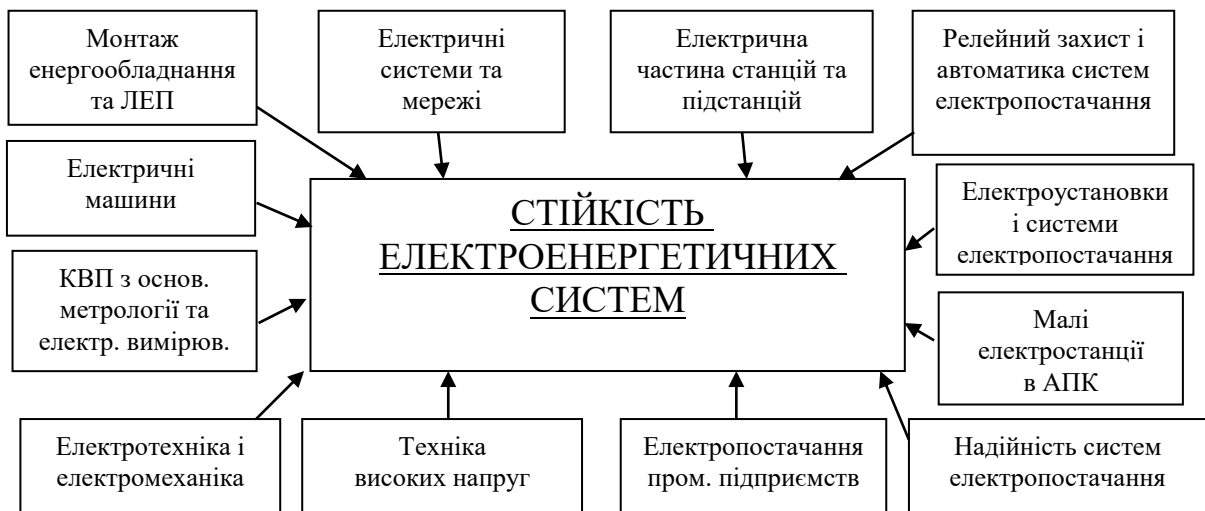
2.4. Перелік дисциплін, що повинні передувати вивченню даної дисципліни та перелік дисциплін, вивченню яких передуює дана дисципліна.

Для успішного освоєння студентами програми дисципліни необхідно глибоко і логічно розкрити зв'язок програмних розділів даної дисципліни з матеріалом дисциплін “Теоретичні основи електротехніки”, “Математичні задачі енергетики”, “Електричні системи та мережі”.

Електромагнітні перехідні процеси в електричних системах базуються на “перехідних процесах” дисципліни “Теоретичні основи електротехніки” і теорії синхронних генераторів дисципліни “Електричні машини”.

Програмний матеріал даної дисципліни знаходить своє логічне продовження та більш глибокий розвиток при подальшому вивченні дисциплін “Електрична частина станцій та підстанцій”, “Електричні системи та мережі”, “Надійність та проектування електричних систем”.

Міждисциплінарні зв'язки навчальної дисципліни



Набуття компетентностей:

загальні компетентності (ЗК):

1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
3. Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій.
4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
5. Здатність використовувати іноземну мову для здійснення науково-технічної діяльності.
6. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
7. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.
8. Здатність виявляти та оцінювати ризики.
9. Здатність працювати автономно та в команді.

Здатність виявляти зворотні зв'язки та корегувати свої дії з їх врахуванням. фахові (спеціальні) компетентності (ФК):

1. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
2. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
3. Здатність планувати, організовувати та проводити наукові дослідження в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
4. Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
5. Здатність здійснювати аналіз техніко-економічних показників та експертизу проектно-конструкторських рішень в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

6. Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для використання в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
7. Здатність демонструвати обізнаність з питань інтелектуальної власності та контрактів в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
8. Здатність досліджувати та визначити проблему і ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
9. Здатність розуміти і враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні міркування, що впливають на реалізацію технічних рішень в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
10. Здатність керувати проектами і оцінювати їх результати.
11. Здатність оцінювати показники надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних об'єктів та систем.
12. Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів проблеми, що вирішується, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію обладнання електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних комплексів.
13. Здатність демонструвати обізнаність та вміння використовувати нормативно-правові актів, норми, правила й стандарти в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
14. Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

Здатність публікувати результати своїх досліджень у наукових фахових виданнях.

3. Програма та структура навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1 Статична стійкість

Лекція №1 Основні поняття і визначення стійкості. Допущення, що приймаються при аналізі стійкості. Задачі розрахунку стійкості електричних систем

Лекція №2 Статична стійкість простої системи. Рівняння руху ротора генератора.

Лекція №3 Характеристика потужності явнополюсного генератора. Характеристика потужності генератора з АРВ

Лекція №4 Характеристика потужності при складному зв'язку генератора з системою. Розрахунок власних і взаємних провідностей.

Лекція №5 Статична стійкість складних систем. Метод малих коливань. Статична стійкість навантаження.

Лекція №6 Дійсна межа потужності. Статична стійкість двигунів навантаження. Вторинні критерії стійкості навантаження.

Лекція №7 Нормативні і методичні вказівки по аналізу статичної стійкості. Обважнює початкового режиму енергосистеми.

Змістовий модуль 2 Динамічна стійкість

Лекція №8 Аналіз динамічної стійкості простої системи графічним методом.

Лекція №9 Динамічна стійкість при КЗ на лінії. Граничний кут відключення КЗ.

Лекція №10 Аналіз трифазного КЗ графічним методом.

Лекція№11 Рішення рівняння руху ротора генератора. Метод послідовних інтервалів. Динамічна стійкість складних систем. Динамічна стійкість двигунів навантаження (асинхронних і синхронних).

Лекція№12 Пуск двигунів. Самозапуск двигунів. Автоматичне повторне включення і автоматичне включення резервного живлення.

Лекція№13 Методичні і нормативні вказівки до розрахунку динамічної стійкості.

Лекція№14 Виникнення асинхронного режиму. Сталий асинхронний режим.

Лекція №15 Ресинхронізація синхронних генераторів і двигунів.

Лекція№16 Заходи, засновані на поліпшенні параметрів елементів електричної системи.

Лекція№17 Додаткові пристрої для підвищення рівня стійкості. Режимні заходи щодо підвищення стійкості.

Лекція№18 Заключна. Сучасні розробки та досліди у сфері перехідних процесів в електромережах

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Статична стійкість												
Тема 1. Основні поняття і визначення стійкості. Допущення, що приймаються при аналізі стійкості. Задачі розрахунку стійкості електричних систем	20	2	2	2			16					
Тема 2. Характеристика потужності при складному зв'язку генератора з системою. Розрахунок власних і взаємних провідностей	24	4	2	4			16					
Тема 3. Нормативні і методичні вказівки по аналізу статичної стійкості.	24	4	2	4			16					

Обважнює початкового режиму енергосистеми.												
Змістовий модуль2. Динамічна стійкість												
Тема 1. Аналіз динамічної стійкості простої системи графічним методом	26	5	2	5		16						
Тема 2. Заходи, засновані на поліпшенні параметрів елементів електричної системи	26	5	2	5		16						
Усього годин	120	20		20		80						

4. Теми семінарських занять

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступне заняття	2
2	Розрахунок статичної стійкості простої системи	1
3	Розрахунок власних і взаємних провідностей.	1
4	Розрахунок статичної стійкості складної системи	2
5	Розрахунок статичної стійкості навантаження	1
6	Розрахунок динамічна стійкість при КЗ на лінії та граничного кута відключення КЗ	1
7	Розрахунок динамічної стійкості складної системи	2
	Разом	10

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Складання схеми заміщення розрахункової схеми системи електропостачання та визначення показників її елементів	2
2	Вивчення схем заміщення машин змінного струму	2
3	Моделювання короткого замикання в мережі с джерелом нескінченної потужності. З метою визначення початкового значення періодичної складової, ударного струму, струму кз в усталеному аварійному режимі, а також струму через деякий час після початку кз.	4
4	Моделювання короткого замикання в мережі с джерелом обмеженої потужності. З метою визначення початкового значення періодичної складової, ударного струму, струму кз в усталеному аварійному режимі, а також струму через деякий час після початку кз.	4
5	Аналіз перехідних процесів при порушенні симетрії у трифазній мережі.	2
6	Моделювання роботи та оцінка засобів обмеження рівнів струмів кз.	2
	Разом	20

Самостійна робота

Завдання 1. Аналіз математичних моделей машин змінного

Загальні відомості.

Перехідні ерс та індуктивні опори.

Надперехідні ерс та індуктивні опори.

Електрорушійна сила та індуктивні опори електродвигунів.

Завдання 2. Ознайомлення з перехідними процесами при трифазних коротких замиканнях

Коротке замикання у віддалених точках системи електропостачання.

Початкове значення періодичної складової струму короткого замикання

Періодична складова струму короткого замикання у довільний момент часу перехідного процесу.

Струм короткого замикання в усталеному аварійному режимі.

Завдання 3. Проведення розрахунків перехідних процесів при трифазних коротких замиканнях

Розрахунок періодичної складової струму для довільного моменту часу з використанням методу спрямлених характеристик.

Розрахунок струму короткого замикання за принципом накладання.

Особливості підживлення місця короткого замикання від електродвигунів теплових електростанцій.

Урахування комплексного навантаження у підживленні місця короткого замикання.

2 семестр МОДУЛЬ II

Завдання 1. Розрахунок струмів короткого замикання в електроустановках напругою до 1кВ

Розрахунок аперіодичної складової струму кз.

Розрахунок ударного струму короткого замикання.

Завдання 2. Вивчення поперечної несиметрії

Урахування перехідного опору в місці короткого замикання.

Порівняння струмів при різних видах кз.

Методи розрахунку несиметричних коротких замикань.

Завдання 3. Вивчення повздожньої несиметрії

Замикання у фази неоднакових опорів.

Подвійне замикання на землю).

2 семестр МОДУЛЬ III

Завдання 1. Ознайомлення з перехідними процесами в особливих умовах

Короткі замикання в мережах зовнішнього електропостачання.

Замикання на землю в мережі з ізольованою нейтраллю.

Перехідні процеси, обумовлені особливостями технології виробництва.

Процеси при комутаціях конденсаторних батарей.

Короткі замикання в мережах постійного струму.

Завдання 2. Вплив рівнів струмів та потужності кз на параметри режимів

Якість електромагнітних перехідних процесів.
Способи обмеження струмів короткого замикання.

3 семестр МОДУЛЬ I

Завдання 1. Вивчення додаткових питань, щодо статичної стійкості.

Характеристика потужності явнополюсного генератора та генератора з АРВ.
Характеристика потужності при складному зв'язку генератора з системою.
Розрахунок власних і взаємних провідностей.
Нормативні і методичні вказівки по аналізу статичної стійкості.
Утяжеління початкового режиму.

Завдання 2. Додаткові питання щодо динамічної стійкості.

Аналіз трифазного КЗ графічним методом.
Рішення рівняння руху ротора генератора.
Метод послідовних інтервалів.
Динамічна стійкість складних систем.
Динамічна стійкість двигунів навантаження (асинхронних і синхронних).
Пуск двигунів.
Самозапуск двигунів.
Автоматичне повторне включення і автоматичне включення резервного живлення.
Методичні і нормативні вказівки до розрахунку динамічної стійкості.

3 семестр МОДУЛЬ II

Завдання 1. Асинхронні режими в електричних мережах.

Основні поняття.
Виникнення асинхронного режиму.
Сталий асинхронний режим.
Ресинхронізація синхронних генераторів і двигунів.

Завдання 2. Дії по покращенню стійкості електричних мереж

Допущення.
Заходи, засновані на поліпшенні параметрів елементів електричної системи.
Додаткові пристрої для підвищення рівня стійкості.
Режимні заходи щодо підвищення стійкості.
Заклучна.

Сучасні розробки та дослідження у сфері перехідних процесів в електромережах

Індивідуальні завдання

1. Поняття про перехідні процеси стосовно до найпростіших ланцюгів. Коефіцієнти розподілу. Застосування принципу накладення. Потужність КЗ.

2. Практичні методи розрахунків перехідного процесу короткого замикання. Наближений облік системи.

3. Основні положення в дослідженні несиметричних перехідних процесів. Утворення вищих гармонік. Застосовування методу симетричних складових до дослідження перехідних процесів.

4. Однократна поперечна несиметрія. Комплексні схеми заміщення. Порівняння видів КЗ

5. Статична стійкість. Характеристики потужності електропередачі. Дійсна характеристика потужності. Практичні критерії статичної стійкості. Непрямі вторинні критерії статичної стійкості.

6. Чисельні методи розв'язку нелінійних диференціальних рівнянь руху роторів генераторів системи: метод послідовних інтервалів – модифікація методу Ейлера, методи Рунге-Кутта, методи « прогнозу-корекції».

7. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

1. Представлення синхронних машин в схемах заміщення при розрахунках перехідних процесів в електричних системах.

2. Динамічна стійкість електричних систем. Визначення і допущення приймаються при аналізі.

3. Задача.

Для електропередачі, схема якої показана на рисунку 1, визначити ерс холостого ходу генератора E_d . Розрахунок провести в іменованих та відносних одиницях. (1, 12).

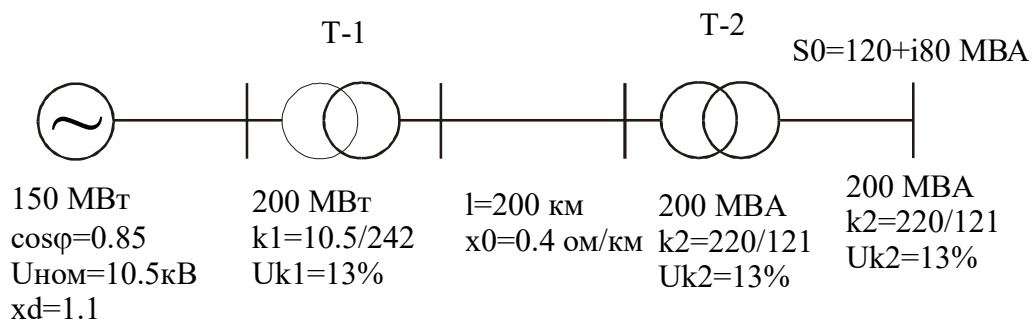


Рисунок 1

1. Частина енергетичної системи, в якій теплота та різні види енергії перетворюються в електричну енергію, що передається на відстань, розподіляється до споживачів, де знову перетворюється – це:

- 1) Електростанція
- 2) Електроенергетична система

3)Обленерго

4)РЕМ

2. Назвати групи елементів електричної системи

1) Силкові елементи, що утворюють (наприклад, генератори з їх первинними двигунами), перетворюють (трансформатори, випрямлячі, інвертори), передають і розподіляють (лінії передач, мережі) і споживають (навантаження) електричну енергію

2)Параметри системи

3) Елементи управління, що регулюють і змінюють стан системи (регулятори збуджень синхронних машин, регулятори частоти, реле, вимикачі і т.п.).

3. Показники P_c , що кількісно визначають фізичні властивості системи як певного матеріального спорудження, що залежить від схеми з'єднання її елементів та прийнятих допущень – це:

1)параметри системи

2)коефіцієнт трансформації

3)перехідні процеси

4. Режими електричної системи поділяються на:

1)нормальні, тривалі

2)аварійні, післяаварійні

3)усталені, перехідні

4)тривалі, нетривалі

5. Класифікація перехідних режимів

1)за умовами протікання, за причинами виникнення

2)за швидкістю, за структурою

3)за умовами протікання, за причинами виникнення, за припущеннями, за швидкістю, за структурою

6. Комплексна величина, що визначає модуль і фазу струму в будь-якій вітці схеми від дії ерс, прикладеної до цієї вітки при відсутності ерс - це

1)взаємна провідність

2)власна провідність

3)власний опір

4)взаємний опір

7. Комплексна величина, що визначає модуль або фазу струму в будь-якій вітці від дії ерс, прикладеної до іншої вітки при відсутності ерс у всіх інших вітках – це

1)взаємна провідність

2)власна провідність

3)власний опір

4)взаємний опір

8. Назвіть способи визначення власних і взаємних опорів

1) Спосіб накладання

2) Спосіб перетворення

3) Спосіб єдиних струмів

4)Спосіб матричного визначення власних і взаємних провідностей

9. Найбільші значення, які можуть мати струми, потужності та навантаження в будь-якому елементі системи.

- 1) граничні навантаження
- 2) максимальні навантаження
- 3) номінальні навантаження
- 4) мінімальні навантаження

10. Обмежені значення окремих параметрів режиму: струму статора, струму збудження і т.д

- 1) граничні навантаження
- 2) максимальні навантаження
- 3) номінальні навантаження
- 4) мінімальні навантаження

11. Постачання споживачів енергією, що відповідає за показниками встановленим нормативам –

- 1) якість
- 2) Живучість
- 3) економічність
- 4) надійність

12. Постачання споживачів енергією без тривалих перерв і без зниження її якості.

- 1) якість
- 2) Живучість
- 3) економічність
- 4) надійність

13. Властивість протистояти впливам зовнішніх сил і тривалий час зберігати цей стан

- 1) якість
- 2) Живучість
- 3) економічність
- 4) надійність

14. Надійне постачання споживачів енергією задовільної якості при як найменших затратах коштів на її виробництво і передачу.

- 1) якість
- 2) Живучість
- 3) економічність
- 4) надійність

15. Який критерій вказує на критичний режим?

- 1) $D=1$
- 2) $D=-1$
- 3) $D=0$
- 4) $D=const$

16. Представте формулу запасу стійкості (за напругою) для вузлової точки системи

- 1) $K_{a.ct} = [(U_0 - U_{ном})/U_0] \cdot 100\%$
- 2) $K_{a.ct} = [(U_0 - U_{кр})/U_0] \cdot 100\%$
- 3) $K_{a.ct} = [(U_{ном} - U_{кр})/U_{ном}] \cdot 100\%$

17. Наведіть формулювання правила площадей

- 1) $A_{\text{уск}} = A_{\text{торм}}$
- 2) $A_{\text{уск}} < A_{\text{торм}}$
- 3) $A_{\text{уск}} > A_{\text{торм}}$
- 4) $A_{\text{уск}} \ll A_{\text{торм}}$

18. Назвати показники якості перехідних процесів

- 1) Час, протягом якого закінчується процес
- 2) Характер процесу (аперіодичний, коливальний)
- 3) Можливий вплив даного процесу на режим системи та її підсистеми і нестійкість навантажень
- 4) Безпечність перехідного процесу для обладнання системи
- 5) Втрати потужності під час перехідного процесу
- 6) Витрати на додаткові заходи, що покращують даний перехідний процес

19. Назвіть групи методів та систем.

20. Спостереження – це...

21. Модель – це....

22. Критеріальна форма – це...

23. Чим визначається точність?

24. Способи спрощення складних систем....?

25. Коли система називається лінеаризованою?

26. При балансі моменту (потужності) на валу кожного генератора електричної системи всі напруги і струми змінюються з частотою :

- 1) $f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} * \sqrt{3}$
- 2) $f_0 = \omega_0 / (2\pi)$
- 3) $f_0 = \omega_0 * (2\pi)$
- 4) $f_0 = \omega_0 / (3\pi)$

27. На першій стадії перехідного електромеханічного процесу не діють:

- 1) регулятори частоти обертання, регулятори частоти
- 2) регулятори частоти обертання
- 3) регулятори частоти
- 4) первинні регулятори

28. При математичному описі процесу зміни частоти в системі після появи в ній будь-якого небалансу потужності потрібно виділити:

- 1) над швидкі електромеханічні процеси
- 2) електромеханічні процеси середньої швидкості, які відбуваються при дії регуляторів частоти обертання
- 3) відносно швидкі електромагнітні і електромеханічні процеси, при яких ні регулятори обертання, ні регулятори частоти не діють.
- 4) повільні процеси, які відбуваються при дії регуляторів частоти

29. Частота це - загально системний параметр. Частота не повинна змінюватися на тривалий час більш ніж на:

- 1) $\pm 0,05$ Гц

- 2) $\pm 0,1$ Гц
- 3) $\pm 0,15$ Гц
- 4) $\pm 0,2$ Гц

30. Первинний регулятор – АРЧО (автоматичний регулятор частоти обертання) – це :

- 1) регулятор, який на протязі декількох секунд усуває малі відхилення навантаження (від 5 до 10 %) з періодом менше 1 хвилини
- 2) регулятор, який на протязі декількох секунд усуває малі відхилення навантаження (від 1 до 4 %) з періодом менше 1 хвилини
- 3) регулятор, який на протязі декількох секунд усуває малі відхилення навантаження (від 2 до 7 %) з періодом менше 30 секунд
- 4) регулятор, який на протязі декількох секунд усуває малі відхилення навантаження (від 1 до 4 %) з періодом менше 1 хвилини

8. Методи навчання

Дисципліною передбачено проведення лекційних, лабораторних та практичних занять, виконання курсової роботи. Методи, що використовуються під час проведення занять: словесні (лекції, дискусії, пояснення), наочні (ілюстрації, демонстрації), практичні методи (досліди, практичні роботи, розв'язання задач), навчальна робота під керівництвом викладача – самостійна робота в аудиторіях, самостійна робота студентів без контролю викладача – самостійна робота в бібліотеках та вдома.

9. Форми контролю

Контроль знань відбувається шляхом виконання модульних контрольних робіт, виконання курсової роботи та написання екзаменаційного тесту.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль		Рейтинг з навчальної роботи R _{НР}	Рейтинг з додаткової роботи R _{ДР}	Рейтинг штрафний R _{ШТР}	Підсумкова атестація (екзамен чи залік)	Загальна кількість балів
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2					
0-100	0-100	0-70	0-20	0-5	0-30	0-100

Розподіл балів, які отримують студенти. Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 27.12.2019 р. № 1371)

ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ СТУДЕНТІВ

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна за результати складання екзаменів заліків	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни КдиС(до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи RHP(до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{HP}} + R_{\text{AT}}$

11. Методичне забезпечення

1. Ульянов С.А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. М.: “Энергия”.-1970.
2. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. М., Высшая школа, 1978. –415 с.
3. Евдокунин Г.А. Электрические сети и системы. Учебное пособие для студентов электроэнергетических специальностей вузов. – СПб: Издательство Сизова М.П., 2001. –304 с.
4. ГОСТ 28249-93 Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ.
5. ГОСТ 30323-95 Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета электродинамического и термического действия тока короткого замыкания.

12. Додаткова література

1. Идельчик В.И. Электрические системы и сети: Учебник для вузов.- М.:Энергоатомиздат, 1989.- 592 с.
2. Блок В.М. Электрические сети и системы.-М.: “Высшая школа”, 1986.
3. Будзко И.А., Зуль М.М. Электроснабжение сельского хозяйства.- М.: Агропромиздат, 1990. - 496 с.

4. Энергетика и электрификация. Научно-производственный журнал Минэнерго Украины.

Методична література.

1. Методичні вказівки та завдання до виконання курсової роботи з дисципліни «Перехідні процеси в системах електропостачання сільського господарства» зі спеціальності 7.091901 - «Енергетика сільськогосподарського виробництва». Укладач Омельчук А.О., К.: НАУ, 2002. –20 с.

13. Інформаційні ресурси

1. Закон України "Про електроенергетику", Электрические сети, 05/03/2010. Режим доступу до сервера: <http://leg.co.ua/knigi/zakony/zakon-ukrayini-pro-elektroenergetiku.html>
2. Форум ВП НУБіП України БАТІ. Бережанськи агротехнічний інститут. 04/03/2010. Режим доступу до сервера: <http://www.forum.bati.ber.te.ua/>