Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Кафедра _Електротехніки та електроенергетики _____

СИЛАБУС ДИСЦИПЛІНИ

ПЕРЕХІДНІ ПРОЦЕСИ В ЕНЕРГОСИСТЕМАХ

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти перший (бакалаврський) _____

галузь знань _____14 Електрична інженерія _____
(шифр і назва)

спеціальність _____141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка _____
(шифр і назва)

освітня програма ____Електричні станції, мережі та системи _____
(шифр і назва)

спеціалізація _____
(шифр і назва)

вид дисципліни_____за вибором_____
(обов'язкова / за вибором)

інститут _____ННІ «Українська інженерно-педагогічна академія»_____

2024 / 2025 навчальний рік

ВСТУП

Силабус навчальної дисципліни «Перехідні процеси в енергосистемах» складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки «Електричні станції, мережі та системи»

_____першого (бакалаврського)_____
(назва рівня вищої освіти)

спеціальності ___141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка_

спеціалізації _____

Інформація про кафедру	Кафедра _Електротехніки та електроенергетики_____ Department of electrical engineering and power engineering_____ сайт кафедри: Кафедра фізики, електротехніки та електроенергетики УІПА (mozello.com)
Інформація про викладача (-ів)	1. кандидат технічних наук, доцент Пантєлєєва Ірина Вікторівна посилання на профайл викладача: http://meet.google.com/khv-ixtz-hgg електронна пошта:panteleeva@karazin.ua
Сторінка дисципліни в системі дистанційного навчання	https://moodle.karazin.ua/https://moodle.karazin.ua/course/view.php?id=11323
Консультації з викладачем (-ами)	**Он лайн консультації:** 1. кандидат технічних наук, доцент Пантєлєєва Ірина Вікторівна - щосуботи з 18.00 -19.00 за посиланням http:// meet.google.com/khv-ixtz-hgg

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Дисципліна "Перехідні процеси в енергосистемах" є ключовою частиною підготовки фахівців у галузі енергетики. Необхідність удосконалення систем електропостачання визначена розвитком промисловості, високотехнологічних виробництв, транспорту, будівництва, агропромислового комплексу. Такі підприємства у складній інфраструктурі промислових центрів і міст – основні споживачі електричної енергії. Це обумовлює високу щільність електричного навантаження з його перетворенням на інші види енергії за різних значень напруги і струму. Електричні мережі цих комплексів характеризуються багаторівневими ступенями розподілу електроенергії; великими вузлами

навантаження з різними видами перетворення параметрів електромагнітної енергії, складом електричних приймачів ; джерелами живлення від електроенергетичної системи. У багатьох країнах світу достатньо уваги приділяється розробці методів досліджень та розрахунку перехідних процесів, спрямованих на створення енергосистем нового технічного рівня, збереження стійкості їх режимів з необхідним рівнем економічності, якості електроенергії, надійності і безпеки експлуатації. В дисципліні багато уваги приділено розрахункам електромагнітних перехідних процесів в розподільних мережах. Значний обсяг матеріалу присвячено розрахункам вузлів навантаження у різних режимах і при різних видах коротких замикань, визначено можливу точність розрахунку струмів короткого замикання.

Дисципліна «Перехідні процеси в енергосистемах» спрямована на формування комплексного розуміння принципів функціонування енергетичних систем, світових тенденцій розвитку, впливу науково-технічного прогресу на енергетику.

Вивчення навчальної дисципліни «Перехідні процеси в енергосистемах» сприяє здобуттю таких компетенцій:

Загальні компетентності:

К4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Фахові компетентності спеціальності:

ФК11. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ФК15. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов’язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу.

ФК16. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов’язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.

ФК20. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

ФК21. Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах.

Мета: забезпечити студентів знаннями, вміннями та навичками, необхідними для ефективного проєктування енергетичних об’єктів з точки зору перехідних процесів в електричних мережах; вміти розраховувати всі види коротких замикань. Надати основи розуміння процесів, які йдуть під час електромагнітного перехідного процесу, аналізу його, та вміння керувати ним і приймати рішення, щоб не дати можливості розповсюдження аварії на всю систему.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

- Формування знань про сучасні методи розрахунку всіх видів коротких замикань
- забезпечення комплексної підготовки здобувачів освіти електроенергетичного профілю шляхом засвоєння ними основних принципів складання схем заміщення при розрахунках струмів симетричного та несиметричного коротких замикань аналізу;
- засвоєння основних методів перетворення схем заміщення;
- набуття практичних навичок щодо використання методів розрахунку струму у місці симетричного та несиметричного короткого замикання;
- оволодіння практичними методами обмеження величин струмів КЗ.

1.3. Кількість кредитів

6

1.4. Загальна кількість годин

180

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
За вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3-й	
Семестр	
6-й	
Лекції	
34 год.	
Практичні, семінарські заняття	
44 год.	
Лабораторні заняття	
12 год.	
Самостійна робота	
90 год.	
у тому числі індивідуальні завдання	
0 год.	

1.6. Заплановані результати навчання

ПРН03. Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприладів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПРН05. Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПРН08. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.

ПРН18. Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання, вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Симетричні короткі замикання (КЗ)

Тема 1.Вступ до дисципліни: поняття перехідного процесу

– Види коротких замикань; їх причини та наслідки

– Призначення розрахунків КЗ

Тема 2. Розрахунок трифазного короткого замикання

– Основні припущення в розрахунках;

– Особливості складання схем заміщення; система відносних одиниць;

– Методи приведення опорів елементів схеми до ступеня КЗ;

– Методи перетворення схеми заміщення до простішого виду відносно точки КЗ;

- Основні співвідношення для розрахунку опорів елементів

Тема 3. Перехідний процес у простішій трифазній системі

– Поняття «струму КЗ» та його складових;

– Перехідний процес при наявності та відсутності у синхронних генераторів автоматичного регулювання збудження;

- Визначення періодичної складової струму КЗ у довільний момент часу;

- Облік навантаження при розрахунках струму КЗ

Розділ 2. Несиметричні короткі замикання

Тема 1. Метод симетричних складових

– Поняття методу; системи основних рівнянь;

– Основні співвідношення для кожного виду несиметричного КЗ.

-Особливості складання схем заміщення прямої, зворотної та нульової послідовностей; особливості розрахунків опорів елементів для кожної послідовності.

Тема 2. Правило еквівалентності прямої послідовності

– Алгоритм розрахунку несиметричного КЗ; основні співвідношення стосовно струму та напруги всіх послідовностей;

– Заходи щодо зменшення величини струму КЗ в енергосистемах

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів 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

Розділ 1. Симетричні короткі замикання (КЗ)												
Тема 1. Вступ до дисципліни: поняття перехідного процесу	22	4	8			10						
Тема 2. Розрахунок трифазного короткого замикання	53	10	12	6		25						
Тема 3. Перехідний процес у простішій трифазній системі	16	6				10						
Разом за розділом 1	91	20	20	6		45						
Розділ 2. Несиметричні короткі замикання												
Тема 1. Метод симетричних складових	55	10	14	6		25						
Тема 2. Правило еквівалентності прямої послідовності	34	4	10			20						
Разом за розділом 2	89	14	24	6		45						
Усього годин	180	34	44	12		90						

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Складання схеми заміщення для різних фрагментів електричної мережі	8
2	Розрахунок струму трифазного КЗ	8
3	Розрахунок струму трифазного КЗ з обліком навантаження	4
4	Розрахунок струму однофазного КЗ	6
5	Розрахунок струму двофазного КЗ на землю	6
6	Розрахунок двофазного КЗ	6
7	Побудова векторних діаграм для струмів та напруги для всіх видів КЗ	6
	Разом ПЗ	44

5. Завдання для самостійної робота

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Сучасні проблеми зі зростанням величин струмів коротких замикань в енергосистемах; наслідки коротких замикань у країнах світу за останні роки; особливості фіксації аварійних ситуацій	10

2	Різниця між методами приведення опорів елементів; формули для опорів елементів для кожного з методів приведення; переваги застосування системи відносних одиниць	25
3	Схема простішої трифазної електричної мережі; криві складових струму КЗ; призначення та вимоги для автоматичних регуляторів збудження генераторів, їх види; криві зміни періодичної складової при АРЗ або при його відсутності	10
4	Аналіз методів розрахунку несиметричних КЗ у світі; особливості розрахунку опору кожного елемента системи для схем заміщення кожної послідовності. Специфіка складання схеми нульової послідовності. Схеми з'єднання обмоток силових трансформаторів	25
5	Формули визначення струму у місці несиметричного КЗ . Особливості конструкції автотрансформаторів з точки зору недопустимості розземлення нейтралі. Шляхи зниження величин струмів КЗ у майбутньому	20
	Разом	90

6. Індивідуальні завдання

Розрахунково-графічне завдання на тему «Розрахунок струму симетричного КЗ» у вигляді домашньої контрольної роботи, яка повинна містити поетапні розрахунки з відповідними схемами заміщення.

Оцінюється та зараховується після перевірки її викладачем наприкінці семестру.

Завдання видається кожному здобувачу освіти в індивідуальному порядку

7. Методи навчання

Методи навчання, що застосовуються при викладанні навчальної дисципліни «Перехідні процеси в енергосистемах »:

1) Пояснювальний ілюстративний метод. Викладання лекційного матеріалу дисципліни у вигляді презентацій за допомогою мультимедійного обладнання.

2) Репродуктивний метод. Відтворення студентами набутих теоретичних знань при виконанні практичних робіт.

3) Дослідницький метод. Виконання студентами індивідуального завдання.

8. Методи контролю

Для оцінювання результатів навчання використовуються такі види та методи контролю: поточний контроль протягом семестру на лекціях та виступи студентів на практичних заняттях при обговоренні тем; розрахункове завдання; підсумковий семестровий контроль - екзамен

За кожне активно проведене практичне заняття студент отримає 2 бали. Його отримують студенти, які активно приймали участь у обговорення матеріалу практичного заняття, давали правильні відповіді на теоретичні запитання; вірно вирішували розрахунки.

Для отримання максимального балу студенту необхідно набрати по 25 балів за кожний розділ.

У підсумку за роботу в семестрі можна отримати щонайбільше 60 балів. Якщо за семестр студент набрав менше ніж 20 балів, він не буде допущений до екзамену.

Курс завершується проведенням екзамену, за який студент може отримати до 40 балів. Екзамен проводиться у вигляді письмової роботи. Студент повинен обрати білет, що містить три питання за темами курсу. Кількість балів, що можна отримати за відповіді, будуть вказані в заліковому завданні (два питання по 15 балів і одне питання на 10 балів). Максимальний бал, що студент може отримати за курс, складає 100 балів

9. Схема нарахування балів

Приклад для підсумкового семестрового контролю в формі заліку без виконання залікової роботи

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання							Сума
Розділ 1			Розділ 2		Контрольна робота протягом семестру	Розрахункова робота (РГЗ)	
Т1	Т2,3		Т1	Т2			100
5	10		5	5	10	25	

Т1, Т2 ... – теми розділів.

Приклад для підсумкового семестрового контролю при проведенні семестрового екзамену або залікової роботи

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання							Екзамен (залікова робота)	Сума
Розділ 1		Розділ 2		Контрольна робота протягом семестру	РГЗ	Разом		
Т1	Т2,3	Т3	Т4					
5	10	5	5	10	25	60	40	100

Т1, Т2 ... – теми розділів.

Для допуску до складання підсумкового контролю (заліку, або екзамену) здобувач вищої освіти повинен набрати не менше _60_ балів з навчальної дисципліни під час поточного контролю, самостійної роботи, індивідуального завдання.

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирьох рівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	

50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

10. Рекомендована література

Основна література

1.Півняк Г.Г., Папаїка Ю.А. Конспект лекцій з дисципліни «Перехідні процеси в системах електропостачання», Ч.1. НТУ «Дніпровська політехніка», 2021, 164 с.

2.Перехідні процеси в енергосистемах: метод. вказ. до проведення практичних занять для здобувачів вищої освіти освітнього ступеню «магістр» денної форми здобуття освіти спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка/ Укр. інж.-пед. акад. ; упоряд.: І.В. Пантєлєєва. – Харків : УІПА, 2020. – 34 с.

3.Перехідні процеси в енергосистемах: метод. вказ. до проведення лабораторних занять для здобувачів вищої освіти освітнього ступеню «магістр» денної форми здобуття освіти спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка/ Укр. інж.-пед. акад. ; упоряд.: І.В. Пантєлєєва. – Харків : УІПА, 2020. – 20 с.

4.Пантєлєєва І.В., Олійник Ю.С. Перехідні процеси в енергосистемах та розрахунок параметрів елементів енергосистеми: навч.-метод. посібн. для студентів денної та заочної форм навчання ОС «бакалавр», «магістр» спец. 141 Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка/І.В. Пантєлєєва, Ю.С. Олійник; УІПА – Харків: 2021. – 130 с.

5.Аврунін О.Г., Мороз О.М. Розрахунок перехідних процесів в лінійних електричних колах. Державний біотехнологічний університет. Харків, 2023. 24 с.

Допоміжна література

1. Bocklisch T. Hybrid energy storage systems for renewable energy applications. Energy Procedia, 2015. 103 p.

2. Obukhov S., Ibrahim A., Tolba M.A., M.El-Rifaie A. Power balance management of an autonomous hybrid energy system based on the dual-energy storage // Energies, 2019, v.12.

3. Okinda V.O., Odero N.A. A review of techniques in optimal sizing of hybrid renewable energy systems. IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology. Issue 11, 2015. – P.153-163.

4. Паливно-енергетичний комплекс України на порозі третього тисячолітя // Під заг. ред. Шидловського А.К., Ковалка М.П. - Київ: Українські енциклопедичні знания, 2001. - 400 с.

5. СОУ-Н МЕВ 40.1-00100227-68:2012 «Стійкість енергосистем. Керівні вказівки». Міненерго України, 2112

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Національна бібліотека України ім. В.І.Вернадського URL: http://www.nbuv.gov.ua/
2. Сторінка дистанційного навчання УІПА URL: https://do.uipa.edu.ua/my/
3. Бібліотечно-інформаційний ресурс (книжковий фонд, періодика, фонди на електронних носіях тощо) бібліотеки УІПА. URL: http://library.uipa.edu.ua/

4. Інституційний репозитарій УІПА URL: http://repo.uipa.edu.ua/jspui/?locale=uk
5.

Зміст силабусу відповідає робочій програмі навчальної дисципліни
Завідувач кафедри _____ Артем ЧЕРНЮК