

до наказу від _____ 2023 р. № _____

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

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



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор ННІ ЕАіЕ

Віктор Каплун

“ ” _____ 2023р.

“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри електропостачання

ім. проф. В. М. Синькова

Протокол № 12 від “14” червня 2023р.

Завідувач кафедри

Олександр Гай

”РОЗГЛЯНУТО ”

Гарант ОП кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри електропостачання ім. В.М. Синькова

Гарант ОП

Світлана Макаревич

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Диспетчеризація в регіональних електричних мережах

спеціальність _____ 14 Електрична інженерія _____

освітня програма 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка (Інжиніринг електроенергетичних систем з відновлюваними джерелами)

ННІ _____ енергетики, автоматики і енергозбереження _____

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

Київ – 2023 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

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

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор ННІ ЕАіЕ

Віктор КАПЛУН

“ ___ ” _____ 2023р.

“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри електропостачання

ім. проф. В. М. Синькова

Протокол № 12 від “14” червня 2023р.

Завідувач кафедри

Олександр ГАЙ

”РОЗГЛЯНУТО”

Гарант ОП кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри електропостачання ім. В.М. Синькова

Гарант ОП

Світлана МАКАРЕВИЧ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Диспетчеризація в регіональних електричних мережах

спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

освітня програма Інжиніринг електроенергетичних систем з відновлюваними джерелами

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

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

Київ – 2023 р.

1. Опис навчальної дисципліни

“Диспетчеризація в регіональних електричних мережах” для студентів
(назва)

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Галузь знань	14 - Електрична інженерія (шифр і назва)	
Спеціальність	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка (Інжиніринг електроенергетичних систем з відновлюваними джерелами)	
Ступінь вищої освіти	<u>Бакалавр</u> (бакалавр, спеціаліст, магістр)	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Нормативна (вибіркова)	
Загальна кількість годин	<u>120</u>	
Кількість кредитів ECTS	<u>4</u>	
Кількість змістових модулів	<u>4</u>	
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	<u>21</u> <u>Диспетчеризація в регіональних електричних мережах</u> (назва)	
Форма контролю	Екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	<u>2023-2024</u>	_____
Семестр	<u>4</u>	_____
Лекційні заняття	<u>28</u> год.	_____ год.
Практичні, семінарські заняття	_____ год.	_____ год.
Лабораторні заняття	<u>28</u> год.	_____ год.
Самостійна робота	<u>64</u> год.	_____ год.
Індивідуальні завдання	_____ год.	_____ год.
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних самостійної роботи студента –	<u>4</u> год. <u>4</u> год.	

2. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Диспетчеризація в регіональних електричних мережах» є формування теоретичних та практичних підходів щодо аналізу режимно-технологічної ситуації електроенергетичної системи, опанування принципами диспетчерського управління та їх практичне застосування. Вивчення матеріалу дисципліни дозволяє: - **набути навички аналізу типових аварійних режимів електромереж, складання документів оперативних переключень та контролю їх відпрацювання, кваліфікування пошкоджень силового електрообладнання електрооб'єктів та з'ясування причини їх появи;** - усвідомлення студентами ролі управління режимами електричних мереж в ефективній роботі системи електропостачання; засвоєння студентами комплексу питань щодо забезпечення надійної, економічної роботи систем електропостачання та дотримання вимог щодо якості електроенергії; - підготовка студентів до дослідження і розвитку електричних систем. Для закріплення теоретичних і практичних знань крім лекційного курсу передбачається виконання лабораторних робіт щодо управління режимами роботи електричних систем. Викладення матеріалу супроводжується демонструванням фізичних макетів, плакатів, навчальних кінофільмів, а також періодичною перевіркою знань студентів. Основними завданнями вивчення дисципліни «Диспетчерське управління електроенергетичними системами» є: - підготовка студентів до самостійної науково-інженерної діяльності в галузі електроенергетики, зокрема, технології управління електричними системами, аналізу оперативних схем електричних мереж в нормальних і післяаварійних режимах роботи. - навчити студентів методам обґрунтування режимів роботи електричних мереж за пропускнуою здатністю. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми здобувачі повинні набути здатності отримувати компетентності: інтегральна: розв'язувати складні задачі по оптимізації параметрів і режимів роботи електричних систем, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог. загальні: до абстрактного мислення, аналізу та синтезу; вчитися і оволодівати сучасними знаннями; застосовувати знання у практичних ситуаціях; З знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності; до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми; приймати обґрунтовані рішення; мотивувати людей та рухатися до спільної мети; спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня; розробляти та управляти проектами; діяти на основі етичних міркувань; оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт; фахові: сучасні шляхи (технології) забезпечення електроенергією споживачів; будова електричних систем з урахуванням сучасних джерел електроенергії та їх схеми; алгоритмізації режимів роботи електричних систем; володіти сучасними методами обґрунтування режимів електричних систем; аналізувати режими роботи електричних систем щодо їх відповідності вимогам надійності, економічності та якості електропостачання; обґрунтовувати заходи з підвищення ефективності роботи електричних систем, зниження втрат електричної енергії в мережах та забезпечення нормованих показників якості електричної енергії для споживачів.

Набуття компетентностей:

Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати професійно-практичні задачі під час провадження професійної діяльності в сфері електричних мереж та електроенергетичних систем або у процесі навчання, що характеризується невизначеністю умов і вимог.

загальні компетентності (ЗК):

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу. ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК03. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. ЗК05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. ЗК06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

фахові (спеціальні) компетентності (СК):

СК1. Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР). СК2. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки. СК3. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг. СК4. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики. СК5. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу.

програмні результати навчання (ПРН):

ПРН01. Знати і розуміти принципи роботи електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності. ПРН02. Знати і розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань.

3. Програма та структура навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1. Схеми та режими електричних мереж.

Тема 1. Стан та концепція розвитку електроенергетичних систем України. Законодавче врегулювання управлінням електричною системою.

Тема 2. Сучасне обладнання електричних мереж. Аналіз та оптимізація режимів електричних мереж.

Тема 3. Аварійні та післяаварійні режими роботи електричних мереж та їх вплив на управління режимом роботи. Перенапруги в електричних мережах, їх наслідки та засоби захисту від них. Наслідки коротких замикань і замикань на землю та шляхи їх усунення.

Змістовний модуль 2. Забезпечення ефективності функціонування електричних мереж.

Тема 4. Організація роботи протиаварійної автоматики, схем релейного захисту і управління роботою електричних мереж.

Тема 5. Технологія оперативних перемикачів в електричних мережах та їх нормативне. Організація оперативних схем роботи електричних мереж.

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
Змістовний модуль 1. Схеми та режими електричних мереж.												
Тема 1. Стан та концепція розвитку	8	2		2		4						

електроенергетичних систем України. Законодавче врегулювання управлінням електричною системою.												
Тема 2. Сучасне обладнання електричних мереж. Аналіз та оптимізація режимів електричних мереж.	12	2		4		6						
Тема 3. Аварійні та післяаварійні режими роботи електричних мереж та їх вплив на управління режимом роботи. Перенапруги в електричних мережах, їх наслідки та засоби захисту від них. Наслідки коротких замикань і замикань на землю та шляхи їх усунення.	11	1		4		6						
Змістовний модуль 2. Забезпечення ефективності функціонування електричних мереж.												
Тема 4. Організація роботи протиаварійної автоматики, схем релейного захисту і управління роботою електричних мереж.	9	1		4		4						
Тема 5. Технологія оперативних	11	1		4		6						

перемикань в електричних мережах та їх нормативне. Організація оперативних схем роботи електричних мереж.												
Усього годин	120+21	28	0	28		64						

4. Теми семінарських занять

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Складання схем заміщення однолінійної розрахункової схеми системи електропостачання та способи визначення показників її елементів.	0
2	Обчислення початкового значення періодичної складової струму трифазного КЗ.	0
3	Обчислення потужності та ударного струму.	0
4	Визначення значення періодичної та аперіодичної складової струму КЗ, ударного струму через певний інтервал часу (з використанням діаграм періодичної складової струму та методу спрямлених характеристик).	0
5	Визначення значення струмів при трифазному КЗ в мережі до 1 кВ.	0
6	Складання схем заміщення розрахункової схеми системи електропостачання та способи визначення показників її елементів при визначенні несиметричних струмів КЗ.	0
7	Визначення величин струмів та напруг при несиметричних коротких замиканнях.	0
8	Визначення величин струмів та напруг при несиметричних коротких замиканнях.	0
9	Розрахунок значення ємнісного струму замикання на	0

	землю в розподільній мережі с ізольованою нейтраллю.	
	Разом	0

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення та аналіз роботи схем електричних мереж в нормальних і післяаварійних режимах роботи	6
2	Моделювання параметрів і режимів роботи елементів електричних мереж	2
3	Розробка алгоритму оптимізації режиму роботи електричної мережі за реактивними перетіканнями.	4
4	Розробка алгоритму оптимізації режиму роботи електричної мережі за напругою.	4
5	Тренажерна підготовка. Технологія оперативних перемикачів в електричних мережах	6
6	Моделювання роботи та оцінка засобів обмеження рівнів струмів кз.	6
	Разом	28

7. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість Годин
1.	Взаємодія оперативного персоналу розподільчих електричних мереж	6
2.	Особливості диспетчеризації розподіленої генерації	6
3.	Схеми та режими роботи розгалужених розподільних мереж з резервуванням	8
4.	Виконання захисту ліній зв'язку з підстанціями джерелами розподіленої генерації	8
5.	Робота дистанційного захисту в лініях з джерелами розподіленої генерації	6
6.	Оптимізація режиму роботи трансформаторних підстанцій	6
7.	Блокувальні пристрої комутаційних апаратів, їх призначення та використання в управлінні електроустановками	6
8.	Управління режимом напруги в розподільчій мережі	6
9.	Логістика комутацій на підстанціях при виведенні однієї з робочих шин в ремонт	6
10.	Логістика виведення в ремонт і введення в роботу після ремонту вимикачів	6

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

Контрольні питання

1. Нормативні акти, що врегульовують роботу систем диспетчерського управління в електроенергетичних (електричних) системах.
2. Інформаційно-технологічне забезпечення управління роботою електричних систем.
3. Режими роботи нейтралі електричних мереж.
4. Особливості денних і вечірніх максимумів навантаження в електричній системі.
5. Аварійні режими в електричних мережах та їх наслідки.
6. Шляхи усунення аварійних режимів в електричних мережах.
7. Графіки електричних навантажень споживачів і трансформаторних підстанцій та їх використання.
8. Управління напругою електричної енергії в електричних мережах.
9. Управління частотою трифазного змінного струму в електричній системі.
10. Забезпечення балансу активної потужності в електричній системі.
11. Забезпечення балансу реактивної потужності в електричній системі.
12. Організаційні заходи щодо забезпечення надійності роботи електричних мереж.
13. Технічні заходи щодо забезпечення надійності роботи електричних мереж.
14. Порядок відключення споживчої трансформаторної підстанції 10/0,4 кВ.
15. Оперативні перемикання на районній трансформаторній підстанції 110/10 кВ в розподільчому пристрої 110 кВ.
16. Оперативні перемикання на районній трансформаторній підстанції 110/10 кВ в розподільчому пристрої 10 кВ.
17. Оперативні перемикання на районній трансформаторній підстанції 35/10 кВ в розподільчому пристрої 35 кВ.
18. Оперативні перемикання на районній трансформаторній підстанції 35/10 кВ в розподільчому пристрої 10 кВ.
19. Особливості роботи систем захисту в електричних мережах с джерелами розподіленої генерації.
20. Особливості роботи систем захисту в секціонованих і резервованих електричних мережах.

Тестові завдання

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ			
ОР «Бакалавр»	Кафедра електропостачання ім. проф. В.М. Синькова	ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БЛЕТ № 4 з дисципліни <u>" Диспетчеризація в регіональних електричних мережах "</u>	ЗАТВЕРДЖУЮ Зав. кафедри _____ (підпис)
Екзаменаційні запитання (максимальна оцінка 10 балів за відповідь на кожне запитання)			
1. Схема заміщення та способи визначення показників її елементів. Визначення параметрів елементів схеми заміщення в іменованих одиницях. Точний метод.			
2. Електромагнітні перехідні процеси при порушенні симетрії трифазної мережі. Поняття поздовжньої та поперечної несиметрії.			

Питання 1. Трифазне коротке замикання на землю — це:

- 1 коротке замикання на землю в трифазній електроенергетичній системі з глухо або ефективно заземленими нейтраліями силових елементів, при якому із землею з'єднуються три фази.
- 2 коротке замикання, при якому струми в гілках електроустановки, що прилягають до місця його виникнення, різко зростають, перевищуючи найбільший допустимий струм тривалого режиму.
- 3 коротке замикання між двома фазами в трифазній електроенергетичній системі.
- 4 коротке замикання в електроустановці, обумовлене з'єднанням із землею якого-небудь її елемента.

Питання 2. Повторне коротке замикання — це:

- 1 коротке замикання в електроустановці при автоматичному повторному включенні комутаційного електричного апарату пошкодженого ланцюга..
- 2 коротке замикання між двома фазами в трифазній електроенергетичній системі.
- 3 коротке замикання в електроустановці, обумовлене з'єднанням із землею якого-небудь її елемента.

Питання 3. Коротке замикання, що змінюється, — це:

- 1 коротке замикання між двома фазами в трифазній електроенергетичній системі.
- 2 коротке замикання в електроустановці, обумовлене з'єднанням із землею якого-небудь її елемента.
- 3 коротке замикання в електроустановці з переходом одного виду короткого замикання в іншій.

Питання 4. Стійке коротке замикання — це:

- 1 коротке замикання в електроустановці при автоматичному повторному включенні комутаційного електричного апарату пошкодженого ланцюга..
- 2 коротке замикання в електроустановці, умови виникнення якого зберігаються під час безструмової паузи комутаційного електричного апарату.
- 3 коротке замикання в електроустановці з переходом одного виду короткого замикання в іншій.

Питання 5. Нестійке коротке замикання — це:

- 1 коротке замикання в електроустановці при автоматичному повторному включенні комутаційного електричного апарату пошкодженого ланцюга..
- 2 коротке замикання в електроустановці, умови виникнення якого зберігаються під час безструмової паузи комутаційного електричного апарату.
- 3 коротке замикання в електроустановці, умови виникнення якого самоліквідуються під час безструмової паузи комутаційного електричного апарату.

Питання 6. Розрахункова точка к.з. – це:

- 1 точка електроустановки, при перебігу струму к.з. в якій для елемента СЕП справедливі умови к.з.
- 2 точка електроустановки в якій протікає найбільший за значенням струм
- 3 замикання, при якому струми в гілках електроустановки, що прилягають до місця його виникнення, різко зростають, перевищуючи найбільший допустимий струм тривалого режиму.
- 4 замикання між двома фазами в трифазній електроенергетичній системі.

Питання 7. Вставте пропущене слово:

Стационарний або автоматичний розподіл мереж здійснюється звичайно в системах зовнішнього електропостачання в зв'язку із ... кількості та потужності джерел електричної енергії як в енергетичній системі, так і на власних ТЕС.

Питання 8. Вставте пропущене слово:

Обмежувачі ударного струму – це ... комутаційні апарати з принципом вмикання струму шляхом руйнування вибухом піропатрона струмоведучої вставки обмежувача.

Питання 9. Встановити відповідність:

- 1) Нормальний усталений режим; 2) Аварійний усталений режим; 3) Статична стійкість СЕП;
4) Динамічна стійкість СЕП

А здатність повертатися до початкового усталеного режиму після малих відхилень значень параметрів режиму в допустимих межах.

Б це режим що виникає в СЕП під дією таких змін у схемах електричних з'єднань, за яких значення параметрів режиму помітно відрізняються від номінальних.

В здатність повертатися після тимчасового і раптового збурення до початкового усталеного режиму, чи близького до нього, коли значення параметрів режиму в її вузлах перебувають у допустимих межах.

Г це режим, при якому значення параметрів режиму змінюються в межах, що відповідають нормальній роботі споживачів, обумовленої їх основними техніко-економічними характеристиками.

Питання 10. Встановити відповідність:

1) Двофазне коротке замикання; 2) Двофазне коротке замикання на землю; 3) Подвійне коротке замикання на землю;

А коротке замикання на землю в трифазній електроенергетичній системі з глухо або ефективно заземленими нейтраліями силових елементів, при якому із землею з'єднуються дві фази.

Б сукупність двох однофазних коротких замикань на землю в різних, але електрично зв'язаних частинах електроустановки.

В коротке замикання між двома фазами в трифазній електроенергетичній системі.

8. Методи навчання

За джерелами знань використовуються такі методи навчання: словесні – розповідь, пояснення, лекція, інструктаж; наочні – демонстрація, ілюстрація; практичні – лабораторна робота.

За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, синтетичний, аналітико-синтетичний, індуктивний, дедуктивний.

За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

9. Форми контролю

Оцінювання якості знань студентів, в умовах організації навчального процесу за кредитно-модульною системою здійснюється шляхом поточного, модульного, підсумкового (семестрового) контролю за 100-бальною шкалою оцінювання, за шкалою ECTS та національною шкалою оцінювання.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль		Рейтинг з навчальної роботи R_{HP}	Рейтинг з додаткової роботи R_{DR}	Рейтинг штрафний $R_{ШТР}$	Підсумкова атестація (екзамен чи залік)	Загальна кількість балів
Змістовий модуль 1-2	Змістовий модуль 3-4					
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 екзамен 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 R_{HP} (до 70 балів): $R_{дис} = R_{HP} + R_{At}$

Критерії оцінювання за модулями

Вид діяльності	Кількість балів	З урахуванням ваги модуля

Змістовий модуль 1. (35%)

Навчальна робота		
Лабораторна робота №1	20	7
Лабораторна робота №2	20	7
Лабораторна робота №3	15	5,25
Самостійна робота		
Завдання 1.	5	1,75
Завдання 2.	5	1,75
Завдання 3.	5	1,75
Модульний контроль		
<u>Модульний тест</u>	30	10,5
Всього за модуль 1	100	35

Змістовий модуль2. (35%)

Навчальна робота		
Лабораторна робота №1	20	7
Лабораторна робота №2	20	7
Самостійна робота		
Завдання 1.	10	3,5
Завдання 2.	10	3,5
Завдання 3.	10	3,5
Завдання 4.		
Завдання 5.		
Модульний контроль		
<u>Модульний тест</u>	30	10,5
Всього за модуль 2	100	35

Підсумкова атестація (30%)

<u>Підсумковий тест</u>	100	30
Всього з дисципліни	300	100

11. Навчально-методичне забезпечення

1. Підручники та посібники, зазначені у списку літератури.
2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт.
3. Нормативні документи.

4. Таблиці, схеми і плакати з електропривода, виготовлені на кафедрі, а також типографічним способом.
5. Стенди із зразками електродвигунів, апаратів керування і захисту.
6. Лабораторні установки з електроприводу.
7. Інтернет-ресурси.

12. Рекомендована література

Основна

1. Про затвердження Порядку формування тарифу на послуги з диспетчерського (оперативно-технологічного) управління/ НКРЕКП, постанова 22.04.2019 № 586

2. Про затвердження Умов та Правил здійснення підприємницької діяльності з постачання електричної енергії за регульованим тарифом. Постанова Національної комісії з питань регулювання електроенергетики України від 13 червня 1996 року N 15/1.

3. Варецький Ю.О., Карач Л.В. Оперативно-диспетчерське керування електроенергетичними системами. — Львів, Вид. Національного ун-ту «Львівська політехніка». 2002. — 160 с.

4. Управління режимами роботи електричних мереж: Навч. посіб / А.О.Омельчук, А.В.Петренко, Л.В.Мартинюк – К.: ЦП «Компринт», 2021. – 290 с.

5. Лысяк Г.Н., Спряпан В.Н., Данилюк А.В. Математическое моделирование установившихся режимов электрических систем переменного тока: Учебное пособие. — К.: УМК ВО. 1990. — 104 с.

6. Оцінювання параметрів і режимів електричних мереж: Навч. посіб / А.О.Омельчук – К.: ЦП «Компринт», 2019. – 302 с.

7. Електрична частина станцій і підстанцій: Навч. посібник / А.О.Омельчук. - К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2017. - 479 с.

8. Енергозберігаючі режими в системах електропостачання: Навч. посібник / А.О.Омельчук. - К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2016. - 257 с.

9. Правила улаштування електроустановок. - Х.: «Форт», 2017.-760 с.

10. Niculescu, T., Pasulescu, D., & Stoica, I. O. (2014). Study of electro-dynamic forces in short circuit regime using matlab - simulink software. Paper presented at

the International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, , 1(2) 339-346.

11. Nowak, W., W. Szpyra, R. Tarko, and M. Benesz. 2016. "Calculation of Currents Flowing in the Towers Earthing System during Single-Phase Faults in High Voltage Overhead Lines." *Przegląd Elektrotechniczny* 92 (6): 203-206. doi:10.15199/48.2016.06.40.

12. Program Elplek: [Електронний ресурс]. – URL : <http://pp.kpnet.fi/ijl>.

13. Toader D. , Haragus S., Blaj C. Currents closing via the copper ribbon of MV cables at single-phase short-circuits on the HV side of a 110/20 kV station, 2008 11th International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment, Brasov, 2008, pp. 191-196, doi: 10.1109/OPTIM.2008.4602365.

14. Turkia N, Phipia T, Bantsadze V. The creation of a mathematical model for simultaneous asymmetric faults in electric systems. In: Information and computer technology, modeling and control: Proceedings of the international scientific conference devoted to the 85th anniversary of academician I. V. prangishvili. ; 2017. p 139-150.

15. Valiullin K. R. Detection of Faults on Power Line with Artificial Neural Networks, 2020 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM), Sochi, Russia, 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICIEAM48468.2020.9111987.

16. Yang, D., Zhang, B., Ma, L., Xing, L., & Wu, C. (2018). Two-step optimization for limiting three-phase and single-phase short circuit current. Paper presented at the 2nd IEEE Conference on Energy Internet and Energy System Integration, EI2 2018 - Proceedings, doi:10.1109/EI2.2018.8582568

17. О.В. Гай, В.В. Козирський Перехідні процеси в енергетиці. – К. : ЦП «Компринт», 2016. – 489 с.

18. Вдов Т. В., Дмитренко О. О. ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ «ELPLEK»–ПРОГРАМИ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ АВАРІЙНИХ РЕЖИВІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ //Міжнародний науково-технічний журнал" Сучасні проблеми електроенергетехніки та автоматики". – 2017. – С. 33-36.

19. Г.Г. Півняк, В.М. Винославський, А.Я. Рибалко, Л.І. Несен Перехідні процеси в системах електропостачання. Підручник для вузів. / за ред. Г.Г. Півняка. – Дніпропетровськ: Національний гірничий унів. – 2002. – 597 с.

20. Гай О. В., Гусятинський Д.О. Особливості представлення деяких елементів в програмному продукті «Elplek». Енергетика і автоматика, 2020, №3. С. 34-44.

21. Кухарчук А. В. и др. Анализ возможности использования программного продукта «Elplek» для моделирования работы релейной защиты //Фундаментальные исследования. – 2016. – Т. 3. – №. 11.

22. Півняк Г.Г., Слесарев В.В. Нова структура інформаційного забезпечення задач керування енергоємними технологічними процесами // Доповіді НАН України. Математика. Природознавство. Технічні науки. 2000, № 8.-С. 107-110.

23. Півняк Г.Г., Кириченко В.І. Електромеханічні системи енергонапружених барабанних млинів. – Дніпропетровськ: НГА України, 2000. – 166 с.

24. Черемісін М.М. Перехідні процеси в системах електропостачання: Навч. Посібник. – Х.: Факт, 2005. – 176с.

Додаткова література

1. ГКД 34.20.171-96 Обмеження струмів короткого замикання в електричних мережах 110-750 кВ. Методика.

2. ДСТУ ІЕС/TR 60909-4:2008 Струми короткого замикання в трифазних системах змінного струму. Частина 4. Приклади обчислення сили струму короткого замикання (ІЕС/TR 60909-4:2000, IDT).

3. ДСТУ ІЕС 60909-0:2007 Струми короткого замикання у трифазних системах змінного струму. Частина 0. Обчислення сили струму (ІЕС 60909-0:2001, IDT).

4. НПАОП 10.0-5.41-13 Інструкція з визначення струмів короткого замикання, вибору і перевірки уставок максимального струмового захисту в мережах напругою до 1200 В.

5. ПУЕ, Правила улаштування електроустановок (перше переглянуте, перероблене, доповнене та адаптоване до умов України видання). Київ: 2017.

Методична література

1. Методичні вказівки до виконання до виконання курсової роботи з дисципліни «Перехідні процеси в електроенергетиці» для підготовки фахівців РВО "Перший (бакалаврський)" Галузь знань 14 – Електрична інженерія Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка Спеціалізація Електротехніка та електротехнології.