

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Кафедра електропостачання ім. проф. В.М. Синькова



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ІНІ ЕАЕ
Віктор КАПЛУН
_____ 2023 р.

«СХВАЛЕНО»

на засіданні кафедри електропостачання
ім. проф. В.М. Синькова

Протокол №12 від 14 червня 2023 р.

В. о. завідувача кафедри

Олександр ГАЙ

«РОЗГЛЯНУТО»

Гарант ОПП ОС «Магістр»

к.т.н., доцент кафедри

електротехніки, електромеханіки

та електротехнологій

Віталій САВЧЕНКО

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Комбіновані системи електроживлення

спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ІНІ енергетики, автоматички і енергозбереження

Розробники: професор кафедри електропостачання, д.т.н., професор
Каплун В.В., доцент кафедри електропостачання, к.т.н., доцент
Петренко А.В.

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2023 р.

1. Опис навчальної дисципліни

«Комбіновані системи електроживлення»

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітній ступінь		
Освітній ступінь	<i>Магістр</i>	
Спеціальність	<i>141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>	
Освітня програма	<i>Електротехнічні системи розосередженої генерації</i>	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	<i>Вибіркова</i>	
Загальна кількість годин	<i>120</i>	
Кількість кредитів ECTS	<i>4</i>	
Кількість змістових модулів	<i>2</i>	
Форма контролю	<i>Екзамен - 3</i>	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	<i>2</i>	
Семестр	<i>3</i>	
Лекційні заняття	<i>10 год.</i>	
Практичні, семінарські заняття	<i>20 год.</i>	
Лабораторні заняття		
Самостійна робота	<i>90 год.</i>	
Індивідуальні завдання		
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	<i>3 год.</i>	

2. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Основною метою дисципліни є розвиток знань та формування вмінь застосування різномірних джерел електроживлення, встановлення взаємозв'язків комплексу автономного і централізованого електропостачання.

Особлива увага приділяється вивченню питань щодо обґрунтування використання комбінованих схем з відновлюваними джерелами електроживлення, використанні схем автоматичного резервування електронавантаження, методик вибору та узгодження параметрів джерел електроживлення з електронавантаженням, вивченню конструктивних особливостей систем електроживлення. Все це дає змогу підготувати студентів до діяльності в електроенергетичних службах підприємств в умовах формування та розвитку енергоринку України».

Завданням вивчення дисципліни є підготовка студентів до самостійної інженерної діяльності з питань:

- вибору електрообладнання комбінованих систем електроживлення;
- налаштування та експлуатації комбінованих систем електроживлення;
- аналізу ефективності роботи комбінованих систем електроживлення.

Набуття компетентностей:

Інтегральна компетентність: Здатність розв'язувати складні проблеми і задачі під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності (ЗК):

- ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК3. Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- ЗК4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК6. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- ЗК7. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.

Фахові компетентності:

СК1. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

СК2. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

СК14. Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування,

автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН20. Виявляти основні чинники та технічні проблеми, що можуть заважати впровадженню сучасних методів керування електроенергетичними, електротехнічними та електромеханічними системами

3. Програма та структура навчальної дисципліни для повного терміну навчання денної форми навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							заочна форма						
	тижні	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	14	
Змістовний модуль 1														
Лекція 1. Комбіновані системи електроживлення локальних об'єктів			2											
Лекція 2. Функціональний аналіз створення комбінованих систем електроживлення локальних об'єктів з полігенерацією			2											
Лекція 3. Обґрунтування управління енерго-ефективністю локальних систем електроспоживання у реальному часі			2											
Практична робота 1. Принципи аванпроекування комбінованих систем електроживлення з полігенерацією				2										
Практична робота 2. Дослідження режимів роботи систем акумуляції з полігенерацією				4										
Практична робота 3. Дослідження формування енергетичного балансу вітросонячної електростанції				4										
Самостійна робота 1. Вивчення будови та дослідження експлуатаційних характеристик елементів вітросонячної електростанції							20							
Самостійна робота 2. Вивчення схем електроживлення з фотоелектричними перетворювачами							20							
Разом за змістовним модулем 1		56	6	10			40							
Змістовний модуль 2														
Лекція 4. Моделювання комбінованих систем електроживлення на основі прогнозування генерації електроенергії відновлюваними джерелами			2											
Лекція 5. Реалізація та технічні			2											

засоби управління енергоефективністю комбінованих систем електроживлення локальних об'єктів														
Практична робота 4. Проектування систем автономного електроживлення на базі електростанцій з двигунами внутрішнього згоряння				4										
Практична робота 5. Вивчення схем керування електростанцій з двигунами внутрішнього згоряння II та III ступеня автоматизації				4										
Практична робота 6. Автономні системи енергозабезпечення: використання дизель-генератора, як аварійного джерела електроенергії				2										
Самостійна робота 3. Вивчення схем ввімкнення автономних електростанцій на паралельну роботу							25							
Самостійна робота 4. Акумуляування електроенергії в системах електропостачання							25							
Разом за змістовним модулем 2	64	4	10				50							
Усього годин	120													

4. Темі практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Принципи аванпроекування комбінованих систем електроживлення з полігенерацією	2
2	Дослідження режимів роботи систем акумуляування з полігенерацією	4
3	Дослідження формування енергетичного балансу вітросонячної електростанції	4
4	Проектування систем автономного електроживлення на базі електростанцій з двигунами внутрішнього згоряння	4
5	Вивчення схем керування електростанцій з двигунами внутрішнього згоряння II та III ступеня автоматизації	4
6	Автономні системи енергозабезпечення: використання дизель-генератора, як аварійного джерела електроенергії	2
Всього		20

5. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення будови та дослідження експлуатаційних характеристик елементів вітросонячної електростанції	20
2	Вивчення схем електроживлення з фотоелектричними перетворювачами	20
3	Вивчення схем ввімкнення автономних електростанцій на паралельну роботу	25
4	Акумуляування електроенергії в системах електропостачання	25
Разом		90

6. Приклад контрольних питань для визначення рівня засвоєння знань студентами.

1. Які потрібно враховувати параметри, щоб використання комбінованої системи електроживлення було оптимальним?
2. Застосування якої процедури дозволяє коректно вибрати технічні характеристики комбінованої системи електроживлення?
3. Як планування енергетичних балансів комбінованої системи електроживлення впливає на алгоритм управління такими системами?
4. Опишіть структурні взаємозв'язки джерел та споживачів електроенергії локального об'єкту?
5. Яким чином графік енергоспоживання впливає на вибір структури енергетичного модуля комбінованої системи електроживлення?
6. Які елементи входять до структури комбінованої системи електроживлення локального об'єкта?
7. У чому полягає проблема побудови комбінованої системи електроживлення? Які шляхи вирішення?
8. Назвіть методологічні підходи створення комбінованої системи електроживлення?
9. Які розглядаються питання при проектуванні комбінованої системи електроживлення локальних об'єктів?
10. Назвіть методи дослідження складних комбінованих систем електроживлення. Опишіть у чому їх відмінність.
11. Опишіть суть фізичного методу дослідження систем автономної електроенергетики, переваги і недоліки.
12. Опишіть суть методу математичного моделювання для дослідження комбінованих систем електроживлення, переваги і недоліки.
13. Назвіть вимоги до функціональних властивостей комбінованих систем електроживлення в залежності від електроспоживачів.
14. Перелічіть елементи з яких складається структурна схема автономної системи електроживлення.
15. На яких принципах базується створення комбінованих систем електроживлення? Опишіть їх.
16. Які критерії покладені в основу оптимізації комбінованих систем електроживлення? Опишіть головний критерій.
17. У чому полягає суть імітаційного моделювання комбінованих систем електроживлення?
18. Опишіть етапи структурно-функціональної оптимізації комбінованих систем електроживлення з різнорідними джерелами.
19. У чому полягає особливість режиму функціонування комбінованих систем електроживлення для власних потреб електроспоживачів?
20. Які недоліки і переваги виникають у розподілених електричних мережах із появою Micro Grid?

21. Які функції виконує інтелектуальна система управління системою Micro Grid?
22. Як визначається пріоритетна послідовність роботи джерел комбінованих систем електроживлення?
23. Як впливає стохастичний характер первинних джерел енергії на формування енергетичного балансу комбінованих систем електроживлення?
24. Розпишіть у чому полягає мета оптимізації функціонування мікроенергетичної системи.
25. Опишіть один із підходів задачі оптимізації функціонування Micro Grid.
26. Перелічіть методи програмування, які використовуються для оптимізації задач в електроенергетиці.
27. Опишіть на забезпечення яких параметрів направлено керування Micro Grid.
28. Опишіть суть евристичних методів оптимізації для Micro Grid.
29. Які задачі дозволяють вирішити методи оптимізації ACO та PSO? У чому полягає їх відмінність?
30. Опишіть особливості динамічного управління енергоспоживанням локального об'єкта.
31. Розпишіть принципи формування енергетичного балансу локальних систем електроживлення з полігенерацією.
32. Опишіть суть методу оцінювання енергетичного балансу фотоелектричних модулів.
33. За рахунок яких заходів вирішується завдання з безперервного електроживлення локальних об'єктів?
34. Як вирішується завдання з оптимального вибору встановленої потужності СЕС та ВЕС?
35. Якими параметрами визначається стан та виробництво електроенергії комбінованими системами електроживлення з полігенерацією? Опишіть їх.
36. Яким чином використовуються результати моделювання роботи комбінованих систем електроживлення?
37. Як врахувати характер зміни добового графіка навантаження у формуванні енергетичного балансу комбінованих систем електроживлення?
38. Які переваги і недоліки в роботі комбінованих систем електроживлення із СЕС та ВЕС?
39. Які завдання дозволяє вирішити нейромережеве моделювання роботи комбінованих систем електроживлення?
40. Як враховується взаємодія функціонування між централізованими і розподіленими генеруючими потужностями?
41. У чому полягає суть диспетчерсько-технологічного управління локальним об'єктом з відновлюваними джерелами?

42. Опишіть закономірність впливу поточної вартості електроенергії комбінованих систем електроживлення на формування графіка навантаження локального об'єкта.

43. На яких підходах заснована система адаптивного управління локальним об'єктом?

44. Як використання локальної платформи IoT впливає на управління енергетичними потоками комбінованих систем електроживлення?

45. Яким чином взаємопов'язані елементи архітектури системи адаптивного управління енергоспоживанням локального об'єкта?

46. У чому полягає енергоінформаційний підхід управління електроспоживанням локального об'єкта?

47. Які фактори впливають на інтелектуальне управління електроспоживанням локального об'єкта?

48. Що входить до концептуальної моделі інтелектуального управління локальним електрозабезпеченням?

49. Які основні модулі містить структура інтелектуального блоку управління комбінованим електрозабезпеченням локальних об'єктів?

Приклад екзаменаційного білету

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ			
ОС «Магістр» спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка»	Кафедра електропостачання ім. проф. В.М.Синькова 20__-20__ навч. рік	ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №1 з дисципліни "Комбіновані системи електроживлення"	ЗАТВЕРДЖУЮ Зав. кафедри (підпис) "___" _____ 20__ р.
<i>Екзаменаційні запитання</i> (максимальна оцінка 10 балів за відповідь на кожне запитання)			
1. На яких принципах базується створення комбінованих систем електроживлення? Опишіть їх.			
2. Які переваги і недоліки в роботі комбінованих систем електроживлення із СЕС та ВЕС?			
<i>Тестові завдання різних типів</i> (максимальна оцінка 10 балів за відповіді на тестові завдання)			
Тестування з використанням ресурсу електронного навчального курсу			

7. Методи навчання.

При викладанні навчальної дисципліни використовуються такі методи навчання:

М1. Лекція (інтерактивна, проблемна)

М2. Практична робота

М3. Проблемне навчання

М4. Проектне навчання (індивідуальне, малі групи, групове)

М5. Онлайн навчання

8. Форми контролю.

При викладанні навчальної дисципліни використовуються такі методи контролю:

МК1. Тестування

- МК2. Контрольне завдання
- МК3. Розрахункова робота
- МК4. Методи усного контролю (індивідуальне, фронтальне, групове)
- МК5. Екзамен

9. 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 введення в дію від 26.04.2023 р. протокол № 10)

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результати складання	
	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 $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{\text{НР}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{ат}}$.

10. Навчально-методичне забезпечення

Електронний навчальний курс, розроблений на базі платформи LMS Moodle, розміщений на навчальному порталі НУБіП України за адресою: <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=5147>

11. Рекомендовані джерела інформації

1. Каплун В.В. Комбіновані системи електроживлення з поновлюваними джерелами енергії / Каплун В.В., В.В. Козирський, А.В. Петренко. – К.: ЦТІ "Аграр Медіа Груп", 2011. – 330 с.
2. Козирський В.В. Обґрунтування гібридних систем електроживлення та їх інтеграція до розподільних електричних мереж в сільських регіонах / В.В. Козирський, А.В. Петренко, Л.В. Мартинюк. – К.: ЦП «Компринт», 2016. – 126 с.
3. Козирський В.В. Структурно-параметричний синтез гібридних систем електроживлення та їх інтеграція до розподільних електричних мереж в сільських регіонах / В.В. Козирський, А.В. Петренко, А.Л. Приступа, О.В. Гай, А.М. Скрипник, Ф.О. Тютюнник, Л.В. Мартинюк, Д.П. Кожан – К.: ЦП «Компринт», 2017. – 360 с.