

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра Інженерії енергосистем

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

директор ННІ ЕАіЕ

_____ Віктор КАПЛУН,

“ ____ ” _____ 20__ р.

“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри інженерії
енергосистем

протокол № 7 від “27” травня 2025 р.

Завідувач кафедри _____ Євген АНТИПОВ

”РОЗГЛЯНУТО ”

Гарант ОП Інжиніринг електро-енергетичних
систем з відновлюваними джерелами
Світлана МАКАРЕВИЧ

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

MicroGrid системи територіальних громад

Галузь знань 14 Електрична інженерія

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма Інжиніринг електро-енергетичних систем з відновлюваними
джерелами

Навчально-науковий інститут енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробники: доцент кафедри інженерії енергосистем, к.т.н., доцент Павленко В.М.)

Київ – 2025 р.

Опис навчальної дисципліни MicroGrid системи територіальних громад

Дисципліна пропонує студентам поглиблене вивчення децентралізованих енергетичних систем. Курс присвячений принципам проектування, функціонування, керування та оптимізації локальних MicroGrid, що інтегрують відновлювані джерела енергії, накопичувачі та адаптивні системи споживання для забезпечення надійного та ефективного електропостачання громад. Студенти ознайомляться з архітектурою MicroGrid, її режимами роботи (автономний, мережевий), методами забезпечення стабільності, а також економічними та екологічними аспектами впровадження. Дисципліна акцентує увагу на практичних аспектах через аналіз реальних кейсів, моделювання та симуляцію, що дозволяє здобувачам здобути ключові компетенції для розробки та впровадження інноваційних рішень у сфері сучасної енергетики. Вивчення цього курсу сприятиме формуванню у студентів високого рівня професійних навичок, необхідних для розв'язання актуальних завдань енергетичної трансформації та енергетичної безпеки України.

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	бакалавр	
Спеціальність	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	
Освітня програма	Інжиніринг електро-енергетичних систем з відновлюваними джерелами	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	вибіркова	
Загальна кількість годин	180	
Кількість кредитів ECTS	6	
Кількість змістових модулів	3	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	відсутня	
Форма контролю	екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм здобуття вищої освіти		
	Форма здобуття вищої освіти	
	денна	заочна
Курс (рік підготовки)	3	
Семестр	6	
Лекційні заняття	30 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	30 год.	год.
Лабораторні заняття	30 год.	год.
Самостійна робота	90 год.	год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми здобуття вищої освіти	6 год.	

1. Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Мета Формування у здобувачів вищої освіти інтегральної компетентності (ІК), а також фахових компетентностей (ФК14, ФК17, ФК24, ФК26) та програмних результатів навчання (ПРН7, ПРН13, ПРН17, ПРН23, ПРН33), необхідних для проектування, аналізу, експлуатації та модернізації MicroGrid систем з відновлюваними джерелами енергії, здатних ефективно забезпечувати електроенергією територіальні громади в умовах невизначеності та постійного розвитку електроенергетичної галузі.

Набуття компетентностей:

інтегральна компетентність (ІК): Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або

у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів інженерії, і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

загальні компетентності (ЗК): _____

спеціальні (фахові) компетентності (СК):

ФК14. Здатність проектувати системи автоматизації, засоби вимірювальної техніки та керування технологічними процесами в електроенергетиці.

ФК17. Здатність проводити налагодження, технічне обслуговування та ремонт електроенергетичного обладнання, систем та комплексів.

ФК24. Здатність до прийняття обґрунтованих рішень щодо модернізації та реконструкції електроенергетичних систем з відновлюваними джерелами енергії.

ФК26. Здатність працювати в умовах невизначеності, приймати нестандартні рішення, адаптуватися до нових умов та технологій у сфері електроенергетики.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН7. Оцінювати економічну ефективність та екологічну безпеку інженерних рішень в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

ПРН13. Розробляти та впроваджувати системи керування електроенергетичними процесами, зважаючи на надійність, ефективність та безпеку.

ПРН17. Проводити вимірювання електричних і магнітних величин, здійснювати обробку та аналіз отриманих результатів, використовуючи сучасні засоби та методи.

ПРН23. Здійснювати технічне обслуговування та ремонт електроенергетичного обладнання та систем.

ПРН33. Обґрунтовувати та приймати технічні рішення щодо експлуатації та модернізації електроенергетичних систем з відновлюваними джерелами енергії.

2. Програма та структура навчальної дисципліни

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.
Змістовий модуль 1. Основи MicroGrid систем та їх компоненти													
Тема 1.1. Вступ до MicroGrid систем. Концепції та архітектура.	1	14	2	2	2		8						
Тема 1.2. Відновлювані джерела енергії в MicroGrid.	2	14	2	2	2		8						
Тема 1.3. Системи накопичення енергії.	3	18	2	2	4		10						
Тема 1.4. Елементи розподільчої мережі MicroGrid.	4	14	2	2			10						
Разом за модулем 1	60		8	8	8		36						
Змістовий модуль 2. Функціонування та керування MicroGrid													
Тема 2.1. Режими роботи MicroGrid: мережевий та автономний.	5	16	2	2	4		8						
Тема 2.2. Системи керування MicroGrid:	6	14	2	2			10						

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.	
централізовані та децентралізовані.														
Тема 2.3. Забезпечення стабільності та якості електроенергії в MicroGrid.	7	16	2	2	24		8							
Тема 2.4. Захист та надійність MicroGrid систем.	8	14	2	2			10							
Разом за модулем 2		60	8	8	8		36							
Змістовий модуль 3. Проектування та оптимізація MicroGrid														
Тема 3.1. Проектування MicroGrid для територіальних громад.	9	12	2	2	4		4							
Тема 3.2. Моделювання та симуляція MicroGrid систем.	10-11	16	4	4	4		4							
Тема 3.3. Економічні аспекти та бізнес-моделі MicroGrid.	12-13	18	4	4	6		4							
Тема 3.4. Нормативно-правова база та регулювання MicroGrid.	14-15	14	4	4			6							
Разом за модулем 3		60	14	14	14		18							
Усього годин		180												

3. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Змістовий модуль 1. Основи MicroGrid систем та їх компоненти	8
2.	Тема 1.1. Вступ до MicroGrid систем: визначення, історія розвитку, основні концепції, архітектура та складові. Переваги та виклики впровадження.	2
3.	Тема 1.2. Відновлювані джерела енергії для MicroGrid: типи (сонячні, вітрові, гідро, біоенергетика), характеристики, принципи інтеграції, питання нестабільності.	2
4.	Тема 1.3. Системи накопичення енергії: призначення, види (акумуляторні, маховикові, гідроакумуляуючі), принципи роботи, особливості застосування в MicroGrid.	2
5.	Тема 1.4. Елементи та обладнання розподільчої мережі MicroGrid: комутаційна апаратура, трансформатори, лінії електропередачі, сучасні рішення для Smart Grid.	2
6.	Змістовий модуль 2. Функціонування та керування MicroGrid	8
7.	Тема 2.1. Режими роботи MicroGrid: мережевий та автономний режими, принципи синхронізації з зовнішньою мережею, "острівний" режим, процедури перемикання.	2
8.	Тема 2.2. Архітектура та функції систем керування MicroGrid: централізовані, децентралізовані та гібридні системи, ієрархія керування, вимоги до диспетчеризації.	2
9.	Тема 2.3. Забезпечення стабільності та якості електроенергії в MicroGrid: регулювання частоти та напруги, компенсація реактивної потужності, методи фільтрації гармонік.	2

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
10.	Тема 2.4. Захист та надійність MicroGrid систем: принципи релейного захисту в MicroGrid, селективність, стійкість до збурень, резервування та відновлення роботи.	2
11.	Змістовий модуль 3. Проектування та оптимізація MicroGrid	14
12.	Тема 3.1. Методологія проектування MicroGrid: етапи проектування, вибір оптимального складу генеруючого обладнання та накопичувачів, врахування місцевих умов та потреб громади.	2
13.	Тема 3.2. Моделювання та симуляція MicroGrid систем: огляд програмних комплексів (MATLAB/Simulink, DIgSILENT PowerFactory, ETAP), методи імітаційного моделювання	4
14.	Тема 3.3. Економічні аспекти та бізнес-моделі MicroGrid: техніко-економічне обґрунтування, окупність інвестицій, тарифоутворення, моделі фінансування, роль стейкхолдерів.	4
15.	Тема 3.4. Нормативно-правова база та регулювання MicroGrid: міжнародний та національний досвід, стандарти, політика підтримки ВДЕ, інтеграція MicroGrid в енергосистему.	4

4. Теми лабораторних (практичних, семінарських) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Змістовий модуль 1. Основи MicroGrid систем та їх компоненти	
2.	Практична робота 1. Аналіз структури та архітектури MicroGrid систем.	2
3.	Лабораторна робота 1. Дослідження характеристик сонячних фотоелектричних систем.	2
4.	Практична робота 2. Розрахунок потенціалу відновлюваних джерел енергії для MicroGrid.	2
5.	Лабораторна робота 2. Дослідження режимів роботи акумуляторних систем накопичення енергії.	2
6.	Практична робота 3. Вибір та розрахунок параметрів систем накопичення енергії.	2
7.	Лабораторна робота 3. Баланс потужності в автономній MicroGrid з ВДЕ та накопичувачами.	4
8.	Практична робота 4. Визначення основних параметрів електричних мереж MicroGrid.	2
9.	Змістовий модуль 2. Функціонування та керування MicroGrid	
10.	Практична робота 5. Розрахунок режимів роботи MicroGrid та перехідних процесів.	2
11.	Лабораторна робота 4. Моделювання перехідних процесів при зміні режимів роботи MicroGrid.	4
12.	Практична робота 6. Аналіз та вибір систем керування для MicroGrid.	2
13.	Практична робота 7. Методи покращення якості електричної енергії в MicroGrid.	2
14.	Лабораторна робота 5. Аналіз показників якості електричної енергії в MicroGrid.	4
15.	Практична робота 8. Визначення та розрахунок надійності MicroGrid систем.	2
16.	Змістовий модуль 3. Проектування та оптимізація MicroGrid	

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
17.	Практична робота 9. Розробка технічного завдання на проектування MicroGrid.	2
18.	Лабораторна робота 6. Проектування та симуляція MicroGrid в спеціалізованому програмному забезпеченні (ч. 1).	4
19.	Практична робота 10. Оптимізація параметрів MicroGrid за допомогою програмних засобів.	4
20.	Лабораторна робота 7. Проектування та симуляція MicroGrid в спеціалізованому програмному забезпеченні (ч. 2).	4
21.	Практична робота 11. Розрахунок економічних показників MicroGrid проекту.	4
22.	Лабораторна робота 8. Техніко-економічний аналіз MicroGrid проекту.	6
23.	Практична робота 12. Аналіз нормативно-правових вимог до впровадження MicroGrid.	4

5. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Опрацювання нормативної бази щодо MicroGrid. Аналіз світового досвіду впровадження.	6
	Глибоке вивчення конкретних типів ВДЕ та їх застосування в умовах України.	8
	Детальний огляд новітніх технологій накопичення енергії.	6
	Вивчення функцій та типів Smart Grid компонентів, мікропроцесорні пристрої.	8
	Аналіз нормативних вимог до синхронізації та перемикання режимів.	6
	Огляд сучасних SCADA-систем та контролерів для MicroGrid.	9
	Вивчення стандартів якості електричної енергії (напр., EN 50160).	6
	Аналіз сучасних схем релейного захисту для MicroGrid.	8
	Детальне вивчення методики проектування оптимальних конфігурацій MicroGrid.	6
	Поглиблене вивчення функціоналу одного з програмних комплексів для моделювання.	6
	Аналіз успішних прикладів бізнес-моделей MicroGrid в різних країнах.	6
	Самостійний аналіз актуального законодавства України та ЄС щодо розподіленої генерації та MicroGrid.	15

6. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

Для оцінювання рівня досягнення програмних результатів навчання та формування компетентностей здобувачів вищої освіти з дисципліни "MicroGrid системи територіальних громад" використовуються наступні методи та засоби діагностики:

- **Усне або письмове опитування:** Застосовується для перевірки засвоєння теоретичного матеріалу лекцій, основних понять та визначень, розуміння принципів функціонування MicroGrid систем та їх компонентів.
- **Співбесіда:** Використовується для більш глибокої перевірки розуміння комплексних питань, вміння аналізувати проблеми, обґрунтовувати свою думку та відповідати на додаткові питання.

- **Тестування:** Застосовується для оперативного контролю знань з окремих тем або змістових модулів, оцінки рівня засвоєння термінології та фактів, а також для перевірки здатності застосовувати базові знання.
- **Захист лабораторних/практичних, розрахункових/графічних робіт, проєктів:** Є ключовим методом оцінювання практичних навичок, включаючи:
 - Вміння проводити розрахунки та моделювання.
 - Здатність аналізувати отримані дані та робити висновки.
 - Навички роботи зі спеціалізованим програмним забезпеченням.
 - Уміння проєктувати та обґрунтовувати інженерні рішення.
 - Здатність презентувати результати своєї роботи та відповідати на запитання.
- **Пірінгове оцінювання, самооцінювання:** Запроваджується для розвитку у студентів навичок критичного аналізу власної роботи та робіт одногрупників, об'єктивного оцінювання, саморефлексії та підвищення відповідальності за результати навчання.

7. Методи навчання (вибрати необхідне чи доповнити):

- Лекції (традиційний метод для передачі теоретичного матеріалу).
- Практичні заняття (для закріплення теоретичних знань та розвитку навичок розв'язання задач).
- Лабораторні роботи (для набуття практичних навичок роботи з обладнанням та програмним забезпеченням).
- **Метод практико-орієнтованого навчання** (акцент на застосуванні знань у реальних ситуаціях).
- **Кейс-метод** (аналіз конкретних прикладів MicroGrid систем).
- **Метод проєктного навчання** (розробка студентами власних проєктів MicroGrid).
- **Метод навчання через дослідження** (самостійний пошук та аналіз інформації студентами).
- **Метод навчальних дискусій та дебатів** (обговорення проблемних питань та різних точок зору).
- **Метод командної роботи, мозкового штурму** (для генерації ідей та розв'язання складних задач).
- Використання мультимедійних презентацій, відеоматеріалів, онлайн-ресурсів.
- Самостійна робота студентів (опрацювання літератури, підготовка до занять, виконання індивідуальних завдань).

8. Оцінювання результатів навчання.

Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національну оцінку згідно чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

8.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
Модуль 1. Основи MicroGrid систем та їх компоненти (Макс. 20 балів)		
Участь у дискусіях на лекціях (за наявності оцінювання)	ПРН7, ПРН33	2
Лабораторна робота 1. Дослідження характеристик сонячних ФЕП.	ПРН7, ПРН33	3
Практична робота 1. Аналіз структури та архітектури MicroGrid систем.	ПРН7, ПРН33	2
Лабораторна робота 2. Дослідження режимів роботи акумуляторних СНЕ.	ПРН7, ПРН33	3
Практична робота 2. Розрахунок потенціалу ВДЕ для MicroGrid.	ПРН7, ПРН33	2
Лабораторна робота 3. Баланс потужності в автономній MicroGrid.	ПРН13, ПРН17, ПРН33	4
Практична робота 3. Вибір та розрахунок параметрів СНЕ.	ПРН7, ПРН33	2
Самостійна робота за модулем 1 (контрольні питання)	ПРН7, ПРН33	2
Всього за Модулем 1		20
Модуль 2. Функціонування та керування MicroGrid (Макс. 20 балів)		
Участь у дискусіях на лекціях (за наявності оцінювання)	ПРН13, ПРН33	2
Практична робота 5. Розрахунок режимів роботи MicroGrid та перехідних процесів.	ПРН13, ПРН33	3
Лабораторна робота 4. Моделювання перехідних процесів MicroGrid.	ПРН13, ПРН17, ПРН33	4
Практична робота 6. Аналіз та вибір систем керування для MicroGrid.	ПРН13, ПРН33	3
Лабораторна робота 5. Аналіз показників якості електричної енергії.	ПРН17, ПРН33	4
Практична робота 7. Методи покращення якості електричної енергії.	ПРН17, ПРН33	2
Самостійна робота за модулем 2 (аналіз кейсів, підготовка)	ПРН13, ПРН17, ПРН33	2
Всього за Модулем 2		20
Модуль 3. Проєктування та оптимізація MicroGrid (Макс. 30 балів)		
Участь у дискусіях на лекціях (за наявності оцінювання)	ПРН7, ПРН33	3
Практична робота 9. Розробка технічного завдання на проєктування MicroGrid.	ПРН7, ПРН33	5
Лабораторна робота 6. Проєктування та симуляція MicroGrid в ПЗ (ч. 1).	ПРН13, ПРН33	6
Практична робота 10. Оптимізація параметрів MicroGrid в ПЗ.	ПРН13, ПРН33	5
Лабораторна робота 7. Проєктування та симуляція MicroGrid в ПЗ (ч. 2).	ПРН13, ПРН33	6
Практична робота 11. Розрахунок економічних показників MicroGrid.	ПРН7	3

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
Лабораторна робота 8. Техніко-економічний аналіз MicroGrid проекту.	ПРН7, ПРН33	5
Самостійна робота за модулем 3 (дослідження, підготовка звіту)	ПРН7, ПРН33	2
Всього за Модулем 3		30
Навчальна робота	Сума балів за всіма модулями	70
Екзамен/залік	30	
Всього за курс	(Навчальна робота + екзамен) ≤ 100	100

8.2. Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка за національною системою (екзамени/заліки)
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

8.3. Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів та перескладання	- Студенти зобов'язані дотримуватися встановлених термінів здачі практичних, лабораторних робіт та самостійних завдань. Роботи, подані після визначеного дедлайну без поважних причин (наприклад, документально підтвердженої хвороби, участі у заходах покращуючих імідж НУБіП), оцінюються на нижчу оцінку (до мінус 25% від максимального балу за кожний вид робіт, якщо інше не обумовлено викладачем). - Перескладання незарахованих лабораторних/практичних занять можливе у встановлені викладачем терміни лише за наявності поважних причин, що підтверджені документально (наприклад, лікарняний лист, посилання на участь в громадських заходах). Порядок та умови перескладання визначаються згідно з Положенням про екзамени та заліки у НУБіП України.
Політика щодо академічної доброчесності	- Будь-які прояви академічної недоброчесності (списування, плагіат, використання несанкціонованих джерел інформації під час контрольних заходів, фальсифікація даних у звітах з лабораторних робіт тощо) суворо заборонені. - Роботи (звіти практичних, лабораторних, з СРС), що містять некоректні текстові запозичення без належного цитування або мають ознаки повного плагіату, не зараховуються і підлягають повторного виконання. У випадку повторного виявлення плагіату студент може бути відсторонений від подальшого проходження курсу з відповідними наслідками. - Використання мобільних девайсів та інших електронних пристроїв під час контрольних робіт та екзаменів дозволяється за умови їх використання для доступу до офіційних навчальних матеріалів, якщо це передбачено умовами контролю.
Політика щодо відвідування	Відвідування лекційних, практичних та лабораторних занять є обов'язковим для засвоєння матеріалу та активної участі в навчальному процесі, що є важливою складовою формування компетентностей інженера-енергетика.

	– У випадку пропуску занять з об'єктивних причин (наприклад, хвороба, підтверджена лікарняним; участь у наукових, спортивних або інших заходах, пов'язаних з навчанням та/або офіційною діяльністю університету), студент має повідомити викладача та директорат. За погодженням з викладачем та директором ННІ навчання може відбуватись індивідуально, в тому числі з використанням дистанційних технологій, з підтвердженням засвоєння пропущеного матеріалу.
--	---

1. Навчально-методичне забезпечення:

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn - <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=5517> ;

1. Handbook on Microgrids for Power Quality and Connectivity (ADB)

Безкоштовний PDF — практичний огляд архітектур і забезпечення якості у мікромережах web.mit.ac.ir+3pes-psrc.org+3pnnl.gov+3docs.nrel.gov+15adb.org+15academia.edu+15

[Завантажити PDF](#)

2. Microgrid Conceptual Design Guidebook (Sandia National Labs, 2022)

Безкоштовний інструктивний документ для проєктування, планування, моніторингу мікромереж adb.orgsandia.gov

[Завантажити PDF](#)

9. Рекомендовані джерела інформації

Основна література:

1. Mahmoud, M. S. Chapter 1 - Microgrid Control Problems and Related Issues. *Microgrid* / M. S. Mahmoud (Ed.). Butterworth-Heinemann, 2017. P. 1–42. [DOI: 10.1016/B978-0-08-101753-1.00001-2](https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101753-1.00001-2).
 - Анотація: Ознайомлення з основними компонентами мікромереж, принципами їх експлуатації та ключовими проблемами керування, що виникають у таких системах.
2. Mehrizi-Sani, A. Chapter 2 - Distributed Control Techniques in Microgrids. *Microgrid* / M. S. Mahmoud (Ed.). Butterworth-Heinemann, 2017. P. 43–62. [DOI: 10.1016/B978-0-08-101753-1.00002-4](https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101753-1.00002-4).
 - Анотація: Розглядаються методи розподіленого керування в мікромережах, включаючи концепції ієрархічного та дроп-керування, роль силовії електроніки та мультиагентних систем.
3. Peyghami, S., Mokhtari, H., Blaabjerg, F. Chapter 3 - Hierarchical Power Sharing Control in DC Microgrids. *Microgrid* / M. S. Mahmoud (Ed.). Butterworth-Heinemann, 2017. P. 63–100. [DOI: 10.1016/B978-0-08-101753-1.00003-6](https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101753-1.00003-6).
 - Анотація: Зосереджено на ієрархічному керуванні розподілом потужності в мікромережах постійного струму, детально розглядаючи первинний, вторинний та третинний рівні керування, а також автономні системи.

4. Tenti, P., Caldognetto, T. Chapter 4 - Master/Slave Power-Based Control of Low-Voltage Microgrids. *Microgrid* / M. S. Mahmoud (Ed.). Butterworth-Heinemann, 2017. P. 101–135. [DOI: 10.1016/B978-0-08-101753-1.00004-8](https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101753-1.00004-8).
 - Анотація: Досліджується керування мікромережами низької напруги за принципом "майстер-слід", включаючи розподілені енергетичні ресурси та шлюзи енергії.
5. Abouheaf, M. I., Mahmoud, M. S. Chapter 5 - Online Adaptive Learning Control Schemes for Microgrids. *Microgrid* / M. S. Mahmoud (Ed.). Butterworth-Heinemann, 2017. P. 137–171. [DOI: 10.1016/B978-0-08-101753-1.00005-X](https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101753-1.00005-X).
 - Анотація: Присвячено адаптивним схемам керування мікромережами в режимі реального часу, використовуючи методи машинного навчання та кооперативного керування, зокрема для автономних систем з фотоелектричними елементами.
6. Syed, A. H., Abido, M. A. Chapter 6 - An Optimization Approach to Design Robust Controller for Voltage Source Inverters. *Microgrid* / M. S. Mahmoud (Ed.). Butterworth-Heinemann, 2017. P. 173–201. [DOI: 10.1016/B978-0-08-101753-1.00006-1](https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101753-1.00006-1).
 - Анотація: Розглядається оптимізаційний підхід до розробки стійких контролерів для інверторів напруги, що використовуються в мікромережах, як у мережевому, так і в автономному режимах.
7. Li, D., Chiu, W.-Y., Sun, H. Chapter 7 - Demand Side Management in Microgrid Control Systems. *Microgrid* / M. S. Mahmoud (Ed.). Butterworth-Heinemann, 2017. P. 203–230. [DOI: 10.1016/B978-0-08-101753-1.00007-3](https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101753-1.00007-3).
 - Анотація: Досліджуються методи керування споживанням (Demand Side Management) в системах керування мікромережами, включаючи приклади для житлових будівель з відновлюваними джерелами енергії.
8. Dagdougui, H., Ouammi, A., Sacile, R. Chapter 8 - Towards a Concept of Cooperating Power Network for Energy Management and Control of Microgrids. *Microgrid* / M. S. Mahmoud (Ed.). Butterworth-Heinemann, 2017. P. 231–262. [DOI: 10.1016/B978-0-08-101753-1.00008-5](https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101753-1.00008-5).
 - Анотація: Представлено концепцію співпрацюючих енергетичних мереж для ефективного керування та контролю енергії в мікромережах, з фокусом на модельно-прогнозному керуванні.
9. Dragičević, T., Blaabjerg, F. Chapter 9 - Power Electronics for Microgrids: Concepts and Future Trends. *Microgrid* / M. S. Mahmoud (Ed.). Butterworth-Heinemann, 2017. P. 263–279. [DOI: 10.1016/B978-0-08-101753-1.00009-7](https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101753-1.00009-7).
 - Анотація: Описані концепції та майбутні тенденції розвитку силової електроніки, що застосовується в мікромережах, включаючи ієрархічне керування потужністю та дроп-керування.
10. Shahbazi, M., Khorsandi, A. Chapter 10 - Power Electronic Converters in Microgrid Applications. *Microgrid* / M. S. Mahmoud (Ed.). Butterworth-Heinemann, 2017. P. 281–309. [DOI: 10.1016/B978-0-08-101753-1.00010-3](https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101753-1.00010-3).
 - Анотація: Аналізуються різні типи силових електронних перетворювачів та їх застосування в мікромережах, а також методи їх керування.
11. Angjelichinoski, M., Stefanovic, C., Popovski, P., Blaabjerg, F. Chapter 11 - Power Talk: Communication in a DC Microgrid Through Modulation of the Power Electronics

Components. *Microgrid* / M. S. Mahmoud (Ed.). Butterworth-Heinemann, 2017. P. 311–340. [DOI: 10.1016/B978-0-08-101753-1.00011-5](https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101753-1.00011-5).

- Анотація: Розглядаються методи комунікації в мікромережах постійного струму за допомогою модуляції силових електронних компонентів, зокрема, для ієрархічного та дроп-керування.

12. Mahmoud, M. S., Alyazidi, N. M. Chapter 12 - Pilot-Scale Implementation of Coordinated Control for Autonomous Microgrids. *Microgrid* / M. S. Mahmoud (Ed.). Butterworth-Heinemann, 2017. P. 341–367. [DOI: 10.1016/B978-0-08-101753-1.00012-7](https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101753-1.00012-7).

- Анотація: Описується пілотна реалізація скоординованого керування для автономних мікромереж, включаючи двохуровневі системи керування.

Допоміжна література та інші джерела:

1. *Microgrid. Index* / M. S. Mahmoud (Ed.). Butterworth-Heinemann, 2017. P. 369–377. [DOI: 10.1016/B978-0-08-101753-1.09988-5](https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101753-1.09988-5).

- Анотація: Алфавітний покажчик термінів та понять, що використовуються в книзі "Microgrid".