

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет електротехнічний  
Кафедра автоматизованих електромеханічних систем  
в промисловості та транспорті

## **СИЛАБУС**

програма вивчення дисципліни

**«Мережі електропостачання з розподіленою генерацією»**  
для здобувачів третього рівня (доктор філософії) вищої освіти

Галузь знань: 14 – Електрична інженерія

Спеціальність: 141- Електроенергетика, електротехніка та  
електромеханіка

**Викладач дисципліни:**

**Сінчук Олег Миколайович** - завідувач кафедри автоматизованих електромеханічних систем в промисловості та транспорті, доктор технічних наук, професор.

Е-mail: [speet@ukr.net](mailto:speet@ukr.net)

Контактний телефон: (+38) 056 409-17-30 (каф. АЕСПТ).

Кафедра автоматизованих електромеханічних систем в промисловості та транспорті знаходиться у головному корпусі КНУ (Кривий Ріг, вул. Віталія Матусевича 11), ауд. 303.

## АНОТАЦІЯ

Курс має за мету теоретичну підготовку докторів філософії по мережам електропостачання з розподільчою генерацією.

На сучасному етапі розвитку електроенергетики наряду з питаннями вдосконалення технологій все більшої актуальності набувають питання раціональної організації експлуатації, управління функціонуванням і розвитком електричних мереж енергосистем. Зумовлені вони рівнем електрифікації промисловості і побуту, що вимагає від електроенергетичної галузі підвищених вимог до якості електропостачання. Законом України «Про ринок електричної енергії» у статті 18 визначено термін «якість електропостачання» як характеристику рівня надійності електропостачання, комерційної якості надання послуг з передачі, розподілу та постачання електричної енергії, а також якості електричної енергії. Виділити з такої множини показників визначальні складно і залежать вони від особливостей споживачів. Тобто, оцінити рівень якості електропостачання можна лише за результатом по системі в цілому. Розв'язання цієї задачі відносно сучасних електроенергетичних систем можливе лише на основі системного аналізу. Тобто, мережі електропостачання з розподільчою генерацією мають необхідний рівень якості

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Всі галузі, всі спеціальності	За вибором	
Модулів – 2		Рік підготовки	
Змістових модулів – 2		1	1
РГР – 0		Семестр	
Загальна кількість годин – 120		2	2
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 4,5	Третій рівень (доктор філософії) вищої освіти	32 год.	-
		Практичні, семінарські	
		16 год.	-
		Лабораторні	
			-
		Самостійна робота	
		72 год.	-
		Курсова робота	
		-	-
		Вид контролю:	
екзамен	-		

**Примітка.**

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить (%) – 66,7%.

## **2. Місце дисципліни в структурі освітньо-наукової програми**

Дисципліна «Мережі електропостачання з розподіленою генерацією» включена в блок професійної підготовки нормативних дисциплін освітньо-наукової програми спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка третього рівня (доктор філософії) вищої освіти.

Вхідні знання і вміння, необхідні для вивчення даного курсу, повинні бути сформовані в курсах «Організація та реалізація досліджень здобувача наукового ступеня доктора філософії» та «Ідентифікація та моделювання складних електромеханічних систем».

Основні положення дисципліни повинні бути використані в подальшому при вивченні спеціальних дисциплін, при підготовці тексту дисертації, при публікації наукових статей в журналах, доповідей на науково-дослідних конференціях та семінарах а також підготовці грантових заявок для участі в міжнародних проектах.

## **3. Перелік планованих результатів навчання, співвіднесених з планованими результатами освоєння освітньої-наукової програми**

Метою освоєння дисципліни є ознайомлення студентами з методами розробки, дослідження та проектування гнучких виробничих комплексів; з мережами електропостачання з розподільчою генерацією; визначення їх технічних та енергетичних характеристик, вивчення особливостей систем керування та програмування; використання комп'ютерних технологій для проектування й дослідження гнучких виробничих комплексів

Завданнями дисципліни є: виявлення комплексу вимог до мереж електропостачання з розподільчою генерацією, визначення оптимальних вимог інтеграції джерел розподільчої генерації в електричні мережі з позиції мінімізації витрат електричної енергії, комплексна оцінка мережі

електропостачання з розподільчою генерацією, багатокритеріальне порівняння альтернативних варіантів застосування мереж електропостачання з розподільчою генерацією.

**Дисципліна спрямована на формування загальних і спеціальних компетенцій:**

- **К04.** Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми;
- **К10.** Здатність до застосування сучасних інформаційних технологій у науковій діяльності, пошуку та критичного аналізу інформації;
- **СК2.** Здатність застосовувати системний підхід до вирішення науково-технічних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки;
- **СК10.** Здатність демонструвати практичні навички в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки;

**та результатів навчання:**

- **ПРО6.** Уміти прогнозувати тенденції розвитку в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки;
- **ПР14.** Уміти оцінювати вплив підприємств електроенергетики, електротехніки та електромеханіки на навколишнє середовище та безпеку життєдіяльності людини.

**В результаті вивчення дисципліни здобувач повинен**

**знати:**

- призначення, визначення режимів роботи та параметри джерел мереж електропостачання з розподільчою генерацією області застосування і їх будову, .;
- методи вибору параметрів , методи визначення вагів годинникових критеріїв;
- генерацію альтернативних варіантів побудови мікромереж;;

**вміти:**

- обґрунтовано розраховувати і вибирати електрообладнання для мереж електропостачання з розподіленою генерацією;
- визначати методи багатокритеріальних рішень;
- розробляти технічну документацію для проектної електромеханічної системи;
- проводити порівняльний аналіз варіантів мереж, проводити оцінку ефективності сучасної роботи мереж електропостачання з розподільчою генерацією, налагоджувати й експлуатувати складні системи числового програмного керування електроприводами гнучких виробничих комплексів для різних областей застосування.

#### **4. Тематичний план дисципліни**

(60 годин/2,0 кредита.)

##### «Мережі електропостачання з розподіленою генерацією»

Тема 1. Інтеграція джерел розподільчої генерації в системах електропостачання України

Загальні тенденції. Розподільча генерація. Формування систем.

Тема 2. Визначення оптимальних вимог інтеграції джерел розподільчої генерації в електричній мережі з позиції мінімізації витрат електричної енергії.

Визначення режимів роботи та параметрів джерел розподільчої генерації. Вибір параметрів. Адаптація методів.

Тема 3. Комплексна оцінка впливу джерел розподільчої генерації на показники роботи електричних мереж.

Оцінка зміни витрат потужності в мережі. Методика виборів параметрів. Принципи оцінки та забезпечення надійності електропостачання з розподільчою генерацією.

Тема 4. Багатокритеріальне порівняння альтернативних варіантів застосування розподільчої генерації.

## Задачі та методи багатокритеріального порівняння

Тема 5. Забезпечення адекватності моделювання режимів систем електропостачання в джерелах розподільчої генерації в реальному інформаційному середовищі.

Типові графіки електричних навантажень. Побудова нечітких оцінок електричних навантажень на основі органічних різнорідних та ретроспективних вихідних даних.

Тема 6. Формування мікромереж як прогресивну форму застосування мереж розподільчої генерації.

Генерація альтернативних варіантів. Аналіз альтернативних варіантів. Багатокритеріальний підхід до вибору оптимальної структури та параметрів мікромереж

Тема 7. Методи аналізу енергопроцесів в системах електропостачання з джерелом розподільчої генерації.

Робота елементів систем електропостачання з розподільчою генерацією. Процеси в системах електропостачання з розподільчою генерацією. Будова додаткових витрат електричної енергії.

Тема 8. Силова електроніка.

Інтелектуальні мережі, будова силової електроніки

## 5. Тематика практичних занять

№ за нять	Теми занять	Кількість годин	
		денна	заочна
Пз.1	Розрахунок системи компенсації реактивній потужності	8	2

Пз.2	Розрахунок експлуатаційних витрат системи компенсації неактивних складових струмів на миттєвих потужностей неактивних складових струмів	8	2
	Разом:	16	4

### 6. Тематика самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1	<b>Тема 1.</b> Інтеграція джерел розподільчої генерації в системах електропостачання України	9	12
2	<b>Тема 2.</b> Визначення оптимальних вимог інтеграції джерел розподільчої генерації в електричній мережі з позиції мінімізації витрат електричної енергії.	9	14
3	<b>Тема 3.</b> Комплексна оцінка впливу джерел розподільчої генерації на показники роботи електричних мереж	9	14
4	<b>Тема 4.</b> Багатокритеріальне порівняння альтернативних варіантів застосування розподільчої генерації	9	14
5	<b>Тема 5.</b> Забезпечення адекватності моделювання режимів систем електропостачання	9	12

	в джерелах розподільчої генерації в реальному інформаційному середовищі		
6	<b>Тема 6.</b> Формування мікромереж як прогресивну форму застосування мереж розподільчої генерації	9	14
7	<b>Тема 7.</b> Методи аналізу енергопроцесів в системах електропостачання з джерелом розподільчої генерації.	9	14
8	<b>Тема 8.</b> Силова електроніка	9	14
9	<b>Тема 9.</b> Транспортно-накопичувальні системи в виробництві	9	14
	<b>Разом:</b>	72	108

## 7. Політика і процедури

При вивченні дисципліни «Гнучкі виробничі комплекси з різними видами сучасних електромеханічних систем» прошу дотримуватися таких правил:

1. Не спізнюватися на заняття.
2. Не пропускати заняття без поважної причини, у разі відсутності прошу попередити та опрацювати матеріал самостійно.
3. Згідно з календарним графіком навчального процесу здавати всі види контролю.
4. Брати активну участь в навчальному процесі.
5. Бути терпимими, відкритими, відвертими і доброзичливими до однокурсників та викладачів.

## 8. Порядок оцінювання результатів навчання

В результаті освоєння дисципліни аспірант освоює такі компетенції:

Компетенції	Дескриптори - основні ознаки освоєння (показники досягнення результату)	Форми і методи навчання, що сприяють формуванню та розвитку компетенції
<p><b>К04.</b> Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми</p>	<p>– уміє аналізувати предметну область, формалізувати завдання керування та розділяти глобальну задачу на складові</p>	<p>лекції, виконання практичних завдань, огляд і обговорення методологічних статей</p>
<p><b>К10.</b> Здатність до застосування сучасних інформаційних технологій у науковій діяльності, пошуку та критичного аналізу інформації</p>	<p>– знає і розуміє сучасні методи ведення науково-дослідних робіт, організації та планування експерименту, комп'ютеризованих методів дослідження та опрацювання результатів вимірювань</p>	<p>лекції, виконання практичних завдань, огляд і обговорення методологічних статей</p>
<p><b>СК2.</b> Здатність застосовувати системний підхід до вирішення науково-технічних завдань електроенергетики, електротехніки та</p>	<p>– уміє проводити постановку, формулювання і вирішення завдань у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, що пов'язані з процедурами спостереження об'єктів, вимірювання, контролю, діагностування і прогнозування з</p>	<p>лекції, виконання практичних завдань, огляд і обговорення методологічних статей</p>

Компетенції	Дескриптори - основні ознаки освоєння (показники досягнення результату)	Форми і методи навчання, що сприяють формуванню та розвитку компетенції
електромеханіки	урахуванням важливості соціальних обмежень (суспільство, здоров'я і безпека, охорона довкілля, економіка, промисловість тощо).	
<b>СК10.</b> Здатність демонструвати практичні навички в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки	– володіє сучасними методами теоретичних та експериментальних досліджень з оцінюванням точності отриманих результатів вимірювань.	лекції, виконання практичних завдань, огляд і обговорення методологічних статей

Рівень сформованості кожної компетенції на різних етапах її формування в процесі освоєння даної дисципліни оцінюється в ході поточного та підсумкового контролю успішності та представлений різними видами оціночних засобів.

Сукупний результат визначається як середнє арифметичне значення оцінок за всіма видами поточного контролю. Враховуються також відповіді аспіранта на питання з відповідних видів занять при поточному контролі - співбесіда, групова дискусія.

Критерії оцінювання співбесіди (усного опитування), розбору конкретних ситуацій:

- Оцінки «відмінно» заслуговує аспірант, який повно і розгорнуто відповів на питання.

- Оцінки «добре» заслуговує аспірант, який повно відповів на питання.
- Оцінки «задовільно» заслуговує аспірант, який неповно відповів на питання.
- Оцінки «незадовільно» заслуговує аспірант, не відповів на питання.

Критерії оцінювання групової дискусії, круглого столу:

- Оцінки «відмінно» заслуговує аспірант, який активно брав участь в обговоренні, коректно і точно ставив питання, повно і розгорнуто відповідав на запитання, сформулював і аргументовано відстоював свою точку зору.
- Оцінки «добре» заслуговує аспірант, який активно брав участь в обговоренні, коректно і точно ставив питання, повно і розгорнуто відповідав на запитання, сформулював свою точку зору.
- Оцінки «задовільно» заслуговує аспірант, який брав участь в обговоренні, відповідав на запитання.
- Оцінки «незадовільно» заслуговує аспірант, який не брав участі в обговоренні, не відповідав на запитання.

**Порядок визначення підсумкової оцінки за семестр**

Підсумкова оцінка студента за семестр визначається наступним чином:

$$O_{\text{підсумкова}} = 0,8 * O_{\text{поточна}} + 0,2 * O_{\text{екзамен}}$$

$O_{\text{екзамен}}$  - бальна оцінка за екзаменаційну роботу (у діапазоні від 0 до 100 балів)

Викладач має можливість додати студентові до 10 балів до оцінки за модуль за:

- участь в конкурсі наукових робіт за напрямом «управління проектами»;
- підготовку та публікацію тез доповіді або статті за

напрямом «управління проектами».

Набрана сума балів переводиться в національну 4-балову та в шкалу за системою ECTS у такий спосіб

За шкалою ECTS	За національною шкалою	За бальною шкалою викладача
A	Відмінно (зараховано) *	90-100
B	Дуже добре (зараховано) *	80-89
C	Добре (зараховано) *	71-79
D	Задовільно (зараховано) *	61-70
E	Достатньої (зараховано) *	50-60
FX	Незадовільно з можливістю повторного складання (незараховано)*	30-49
F	Незадовільно з обов'язковим повторним курсом (незараховано) *	0-29

**Зразок екзаменаційного білету**

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №   2**

1.Визначення координати точки підключення генеруючого джерела заданих параметрів, при яких забезпечується мінімум втрат потужності в лінії

2.Способи підключення мікротурбін

3.Охарактеризувати метод розрахунку втрат електричної енергії в РС  
(метод середніх навантажень)

**Типові контрольні завдання, що необхідні для оцінки знань, умінь,  
навичок в процесі освоєння ОНП**

11.Оптимізація параметрів СЕС з джерелами РГ

2.Концепція Smart Grid

3.Вибір параметрів джерела генерації, розташованого в мережі низької  
напруги

4.Визначення координати точки підключення генеруючого джерела  
заданих параметрів, при яких забезпечується мінімум втрат потужності в  
лінії

5.Способи підключення мікротурбін

6.Охарактеризувати метод розрахунку втрат електричної енергії в РС  
(метод середніх навантажень)

7.Охарактеризувати метод розрахунку втрат електричної енергії в РС  
(метод кількості годин максимальних втрат)

8.Способи підключення акумуляторних батарей

9.Порівняння методів VIKOR і TOPSIS

10.Метод визначення ваг приватних критеріїв оптимальності

11.Основні способи підключення фотоелектричних панелей

12.Будова типових графіків навантажень і типових графіків зміни деяких  
метеорологічних характеристик

13. Технічний ризик при проектуванні мікромереж
14. Технічні засоби, які базуються на використанні приладів СЕ
15. Підвищення точності вимірювань при аналізі обсягів електроспоживання
16. Схема реалізації до вибору оптимальної структури і параметрів мікромереж
17. Інтелектуальні мережі і прилади силової електроніки
18. Метод багатокритеріального рішення VIKOR

## **8. Література для вивчення дисципліни**

### **Базова**

1. А.Ф. Жаркін. Системи електропостачання з джерелами розподільчої генерації. / С.П.Денесюк. В.А. Попов // Монографія / Київ : «Наукова думка», 2017. – 231 с.
2. В.Я. Жуйков. Енергетичні процеси в електричних системах з ключовими елементами / С.П.Денесюк. // Навч. посібник Київ «Текст», 2010.- 264с.
3. Дудюк Д.Л. Гнучке автоматизоване виробництво і роботизовані комплекси / Д.Л. Дудюк, С.С. Мазепа, М.М. Мисик // Навч. посібник. Львів: «Магнолія плюс», видавець СГД ФО В.М.Піча, 2005. – 278с.
4. Атлас енергетичного потенціалу відновлювальних та нетрадиційних джерел енергії України. / С.О. Кудря, Л.В. Яценко, Г.П. Душина.// Київ : НАН України, Державний комітет з енергозбереження, 2011.-41с.

### **Допоміжна**

1. Волчкевич Л.И. Автоматизация производственных процессов: Учеб. пособие. – 2-е изд., стер. – И.: Машиностроение, 2007. – 380.

2. Автоматизация производственных процессов в машиностроении:  
Учеб. для вузов / Н.М. Капустин, П.М. Кузнецов, А.Г. Схиртладзе и др.; Под  
ред. Н.М. Капустина. – М.: Высш. шк., 2004. – 415 с.: ил.

3. Юревич Е.И. Основы робототехники. – 2-е изд. перераб. и доп. – СПб.:  
БХВ-Петербург 2007 – 416 с.