

Додаток 2

до наказу від \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. № \_\_\_\_\_

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**


Кафедра електропостачання ім. проф. В.М. Синькова

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Директор ННІ ЕАЕ  
В.В. Каплун  
2022 р.




**РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО**  
на засіданні кафедри електропостачання  
ім. проф. В.М. Синькова

Протокол № 14 від “ 02 ” 05 2022 р.  
Завідувач кафедри  
В.В. Козирський



**РОЗГЛЯНУТО**  
Гарант ОП Електроенергетика,  
електротехніка та електромеханіка  
Гарант ОП М.М. Заблодський  
(ПІБ гаранта)



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
Smart Grid технології в електроенергетиці

Спеціальність - 141 Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка  
Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження  
Розробники: Козирський В.В.  
Д.т.н., професор кафедри електропостачання ім. проф. В.М. Синькова

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2022 р.

## 1. Опис навчальної дисципліни

Smart Grid технології в енергозабезпеченні життя людини  
(назва)

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	<i>Магістр</i>	
Спеціальність	<i>141 – Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка</i>	
Освітня програма	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	105	
Кількість кредитів ECTS	чотири	
Кількість змістових модулів		
Курсовий проект (робота) (за наявності)		
Форма контролю	<i>Іспит</i>	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)		
Семестр		
Лекційні заняття	<i>10 год.</i>	<i>год.</i>
Практичні, семінарські заняття	<i>год.</i>	<i>год.</i>
Лабораторні заняття	<i>20 год.</i>	<i>год.</i>
Самостійна робота	<i>год.</i>	<i>год.</i>
Індивідуальні завдання	<i>год.</i>	<i>год.</i>
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	<i>2 год.</i>	

### 1. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Мета - навчальної дисципліни є формування у студентів необхідних теоретичних знань, прикладних вмінь та практичних навичок з питань сучасних тенденцій розвитку електроенергетичної галузі у напрямі застосування інформаційних і цифрових технологій, розуміння основних концепцій створення Smart Grid технологій в енергозабезпеченні життя людини.

Завдання - опанування студентами комплексного підходу до вирішення питань сучасного розвитку електроенергетичних систем з використанням Smart Grid технологій.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:**

- сучасні проблеми інтенсифікації електроенергетичної галузі у світі;
- сучасні вимоги споживачів до надійності і ефективності забезпечення енергоресурсами;
- цифрові технології в системах енергозабезпечення;
- інформаційні системи і стандарти у системах енергозабезпечення;
- основні напрями розвитку Smart Grid технологій в енергетиці;
- Micro Grid системи, їх принципи побудови і функціонування;
- принципи техніко-економічного забезпечення функціонування Micro Grid системи;
- інтелектуальні системи керування в Micro Grid системах.

**вміти:**

- аналізувати техніко-економічний стан електроенергетичних систем;
- визначати шляхи розвитку електроенергетичних систем для забезпечення вимог споживачів до надійності і ефективності забезпечення енергоресурсами;
- застосовувати цифрові технології, інформаційні системи та міжнародні стандарти у системах енергозабезпечення;
- створювати проекти систем енергозабезпечення на основі Smart Grid технологій;
- застосовувати принципи Smart Grid технологій при створенні Micro Grid систем;
- уміти застосовувати інтелектуальні системи керування в Micro Grid системах;
- проводити аналіз режимів роботи та техніко-економічних взаємозв'язків в Micro Grid системах.

Набуття компетентностей:

**загальні компетентності (ЗК):**

1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
3. Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій.
4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
5. Здатність використовувати іноземну мову для здійснення науково-технічної діяльності.
6. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

7. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.
8. Здатність виявляти та оцінювати ризики.
9. Здатність працювати автономно та в команді.
10. Здатність виявляти зворотні зв'язки та корегувати свої дії з їх врахуванням.

***фахові (спеціальні) компетентності (ФК):***

1. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач створення Smart Grid технологій.
2. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань створення Smart Grid технологій.
3. Здатність планувати, організовувати та проводити наукові дослідження.
4. Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
5. Здатність здійснювати аналіз техніко-економічних показників та експертизу проектно-конструкторських рішень в області Smart Grid технологій.
6. Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для використання в електроенергетиці.
7. Здатність демонструвати обізнаність з питань інтелектуальної власності та контрактів в електроенергетиці.
8. Здатність досліджувати та визначити проблему і ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в електроенергетиці.
9. Здатність розуміти і враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні міркування, що впливають на реалізацію технічних рішень в електроенергетиці.
10. Здатність керувати проектами і оцінювати їх результати.
11. Здатність оцінювати показники надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних об'єктів та систем.
12. Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів проблеми, що вирішується, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію обладнання електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних комплексів.
13. Здатність демонструвати обізнаність та вміння використовувати нормативно-правові акти, норми, правила й стандарти в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

14.Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

15.Здатність публікувати результати своїх досліджень у наукових фахових виданнях.

**2. Програма та структура навчальної дисципліни для:**

– повного терміну денної (заочної) форми навчання;

– скороченого терміну денної (заочної) 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	
<b>Змістовий модуль 1. Назва</b>														
Тема 1. Загальні положення та концептуальні основи Smart Grid технологій	3	6	2		4									
Тема 2. Енергосистема майбутнього. Специфіка реалізації SMART GRID технологій	4	8	4		4									
Разом за змістовим модулем 1	14		6		8									
<b>Змістовий модуль 2. Назва</b>														
Тема 1. Інтеграція систем розподіленої генерації до централізованих електричних мереж	4	8	2		6									
Тема 2. Особливості та проблеми сумісного функціонування джерел розподіленої генерації в	4	8	2		6									

енергосистемі України													
Разом за змістовим модулем 2	16	4		12									
Усього годин	30	10		20									
Курсовий проект (робота) з _____ _____		-	-	-		-		-	-	-			-
(якщо є в робочому навчальному плані)													
Усього годин	30	10		20									

### 3. Теми лабораторно-практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основні терміни і поняття SMART GRID технології в енергетиці. Принципи і концепція побудови інтелектуальних енергетичних систем на базі SMART GRID технологій Розробки SMART GRID технології в енергетиці у світі. Енергоефективність як тренд в сучасній енергетиці.	2
2	Принципи створення інтелектуальних енергетичних систем. Концепція інтелектуальної енергосистеми з активно-адаптивною мережею. Ключові напрямлення концепції.	2
3	Нова техніка - пріоритетні (основні) технології інтелектуальних енергосистем. Технології моніторингу і діагностики електричних мереж. Система управління енергосистемою з використанням SMART GRID технологій. Принципи управління енергоспоживанням з використанням SMART GRID технологій.	4
4	Економічні, технологічні і соціальні ефекти, очікувані при розвитку інтелектуальної енергетики. Енергосистема майбутнього. Специфіка реалізації SMART GRID технологій в Україні та Польщі.	2
5	Будова електричних мереж напругою 0,38 і 20 кВ, приєднання установок розподіленої генерації. Інтеграція поновлюваних джерел енергії в розподільні електричні	2

	мережі. Режими роботи джерел розподіленої генерації в розподільних електричних мережах.	
6	Техніко-економічне обґрунтування приєднання джерел розподіленої генерації до єдиної системи управління електропостачання сегмента електричної мережі. Спосіб формування динамічного енергоострову. Вплив джерел розподіленої генерації на якість електричної енергії в розподільних електричних мережах. Особливості взаємного впливу електричної мережі та джерел розподіленої генерації. Європейський досвід запровадження моніторингу показників якості електричної енергії та надійності електропостачання. Інтелектуальні системи захисту та автоматики замкнених електричних мереж з джерелами розподіленої генерації.	4
7	Вплив нерегульованого джерела розподіленої генерації на величину технологічних витрат електроенергії в досліджуваному сегменті розподільної електричної мережі. Методи прийняття рішень в умовах невизначеності щодо кількості та місць приєднання джерел розподіленої генерації. Особливості функціонування систем релейного захисту і автоматики сегмента розподільної електричної мережі з джерелами розподіленої генерації.	4

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

- Принципи будови та складові електроенергетичних систем.
- Засоби розподіленої генерації в електроенергетичних системах.
- Новий напрям розвитку електричних мереж - SMART GRID.
- Методи навчання. Світові тенденції розвитку електроенергетики.
- Терміни у системі - SMART GRID технологій в енергетиці.
- Основні поняття і визначення.
- Мета і вихідні положення створення SMART GRID технологій в енергетиці.
- Функціональні властивості енергосистеми на базі SMART GRID.
- Взаємозв'язки і впливи у системі «Людина - SMART GRID технології в енергетиці – оточуюче середовище (екологічні аспекти)».
- Місце відновлюваної енергетики, комутаційних систем, систем автоматики і акумулювання електроенергії в побудові розумних електричних мереж.
- Хронологія світових устроїв та місія світової енергетики на початку ххі ст.

- Нові виклики і ризики розвитку світової енергетики.
- Енергоефективне суспільство.
- Основні пріоритети розвитку української енергетики.
- Вимірювальні прилади та пристрої.
- Інноваційні технології і компоненти електроенергетичної системи.
- Цифрові підстанції.
- Стандарт МЕК-61850 - «Комунікаційні мережі і системи підстанцій».
- Технологічні елементи електричних мереж нового покоління.
- Smart-мікромережі.
- Ефекти впровадження SMART GRID.
- Методи підвищення надійності забезпечення споживачів електричної енергії з використанням інтелектуальної системи контролю.
- Інтелектуальні системи захисту та автоматики замкнених електричних мереж з джерелами розподіленої генерації.
- Інтеграція поновлюваних джерел енергії в розподільні електричні мережі.
- Обґрунтування режиму генерації джерелами розподіленої генерації в розподільних електричних мережах сільських регіонів.
- Спосіб формування динамічних енергоостровів.
- Вплив джерел розподіленої генерації на якість електричної енергії в розподільних електричних мережах.
- Розробка підходів до формування раціонального графіка генерації електричної енергії ДРГ.
- Використання джерел розподіленої генерації як засобу підвищення надійності.

## 5. **Форми контролю.**

6. **Розподіл балів, які отримують студенти.** Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 27.12.2019 р. № 1371)

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	Відмінно	Зараховано
74-89	Добре	
60-73	Задовільно	



<b>0-59</b>	<b>Незадовільно</b>	<b>Не зараховано</b>
-------------	---------------------	----------------------

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):  $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{АТ}}$

## 11. Методичне забезпечення

Конспект лекцій. Презентації

## 12. Рекомендована література та інформаційні ресурси

– основна:

1. Інтеграція поновлюваних джерел енергії в розподільні електричні мережі сільських регіонів. ВВ Козирський, ЮІ Тугай, ВМ Бодунов, ОВ Гай - Технічна електродинаміка, 2011.
2. Формування динамічної моделі відновлення електропостачання споживачів в системах з джерелами розподіленої генерації. ВВ Козирський, ОВ Гай, ВМ Бодунов, ВА Костюк - Праці Таврійського державного агротехнологічного університету, 2013.
3. Smart Grid як інноваційна платформа розвитку електроенергетичних систем. ВВ Каплун, ВВ Козирський - Енергетика та електрифікація, 2011.
4. Інтелектуальні системи захисту та автоматики замкнених електричних мереж з джерелами розподіленої генерації. ВВ Козирський, ВВ Каплун, ОВ Гай, ВМ Бодунов - Енергетика та електрифікація, 2011.
5. Кобец Б. Б., Волкова И. О. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid. — М.: ИАЦ Энергия, 2010. — 208 с.

– допоміжна:

1. Міжнародне енергетичне агентство, – <http://www.iea.org/>.
2. Європейський парламент, – <http://www.europarl.europa.eu/>.
3. Європейська Комісія, – <http://ec.europa.eu/>.
4. Спілка з координації передачі електроенергії, – <http://www.ucte.com/>.
5. Інститут інженерів електротехніки і електроніки США. //www.ieee.org/.
6. Европейская Комиссия: приоритеты в энергетической инфраструктуре до 2020 г. и после – Концепция интегрированной европейской энергосистемы, сообщение КОМ (2010) 677 от 17.11.2010.
7. Європейська Комісія: «The Europe 2020 Project Bond Initiative», – робочий документ Комісії от 28.02.2011.
8. Об'єднаний дослідницький центр Єврокомісії Joint Research Centre.
9. «Технологічна карта технологічного плану європейської енергетичної стратегії 2011 р.». 2011 Technology Map of the European Strategic Energy

Technology Plan (SET-Plan), – Об'єднаний дослідницький центр Єврокомісії Joint Research Centre (JRC).

10. «Проекти Smart Grid у Європі: отримані уроки та стан розвитку», – Smart Grid projects in Europe: lessons learned and current developments, – Об'єднаний дослідницький центр Єврокомісії Joint Research Centre (JRC).