



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та природокористування

Навчально-науковий інститут автоматики, кібернетики та  
обчислювальної техніки

Кафедра автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих  
технологій

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-педагогічної,  
методичної та виховної роботи

\_\_\_\_\_ О.А. Лагоднюк

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

**04-03-86**

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
Program of the Discipline

**«Децентралізовані системи електропостачання»**

**DECENTRALIZED POWER SUPPLY SYSTEMS**

спеціальність  
speciality

141 - Електроенергетика,  
електротехніка та електромеханіка

141 - Electrical power engineering,  
electrotechnics and electromechanics

спеціалізація  
specialization

Рівне – 2018



Робоча програма з дисципліни «Децентралізовані системи електропостачання» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». – Рівне: НУВГП, 2018. – 11с.

Розробник: Василюк С.В., докт. техн. наук, доцент, професор кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Протокол від 04 вересня 2018 р. № 1.

Завідувач кафедри

д.т.н., проф. Древецький В.В.

Схвалено науково-методичною комісією за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Протокол від 04 вересня 2018 р. № 1.

Голова науково-методичної комісії

д.т.н., доц. Василюк С.В.



## ВСТУП

Робоча програма навчальної дисципліни «Децентралізовані системи електропостачання» розроблена на підставі освітньо-професійної програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (затверджена вченою радою НУВГП 29.06.2017р., пр. №6), тимчасового стандарту вищої освіти (затверджений вченою радою НУВГП 13.12.2016р., пр. №11) та навчального плану підготовки фахівців за другим (магістерським) рівнем вищої освіти спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (затверджений вченою радою НУВГП 29.06.2017р., пр. №6). Вивченню дисципліни передують отримання компетентностей з дисциплін «Комп'ютерне проектування електроенергетичних систем», «Системи управління енерго- та ресурсощадними технологіями». Дисципліна є основою для оволодіння компетентностями з дисципліни «Гнучкі системи передачі електроенергії», проходження науково-дослідної практики, написання кваліфікаційної магістерської роботи.

### Анотація

В результаті вивчення дисципліни «Децентралізовані системи електропостачання» здобувачі вищої освіти за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» мають оволодіти наступними компетентностями: здатність готувати технічні завдання на розроблення проектних рішень, виконувати проектні і конструкторські роботи під час розроблення проектів комплексів і систем захисту, автоматики, інформаційного забезпечення та управління виробництвом, передачею та розподілом електроенергії з використанням сучасних інформаційних технологій та програмних середовищ, брати участь у розгляді різної технічної документації, готувати необхідні огляди, відгуки, висновки; здатність застосовувати інженерні знання для прийняття невідомих раніше проектних рішень.

**Ключові слова:** енергетична установка, дизельний генератор, вітроенергетичний потенціал, сонячні панелі.

### Abstract

Graduates of specialty 141 "Electrical power engineering, electrotechnics and electromechanics", as a result of discipline "Decentralized power supply systems" studying, must master the following competencies: the ability to prepare technical tasks for the development of design decisions, to carry out design and design work during the development of projects of protection complexes and systems, automation, information provision and management of production, transmission and distribution of electricity using modern information technologies and software environments, to participate in consideration of various technical documentation, prepare the necessary reviews, reviews, conclusions; the ability to apply engineering knowledge for the adoption of previously unknown design decisions.

**Key words:** power plant, diesel generator, wind energy potential, solar panels.



## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань 14 - Електрична інженерія	Нормативна	
Модулів - 1	Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»  Спеціалізація _____	Рік підготовки:	
Змістовних модулів – 2		1-й	1-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання: _____		Семестр	
Загальна кількість годин - 90		1-й	1-й
Тижневих годин для денної форми навчання:  аудиторних – 2  самостійної роботи студента – 4	Рівень вищої освіти: магістр	Лекції	
		16 год.	2 год.
		Практичні, семінарські	
		год	год
		Лабораторні	
		14 год.	4 год.
		Самостійна робота	
		60 год.	84 год.
		Індивідуальне завдання:	
Вид контролю:			
зал.	зал.		

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 33,3% до 66,7%

для заочної форми навчання – 6,7% до 93,3%



## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою** навчальної дисципліни є формування знань в галузі побудови та експлуатації децентралізованих систем електропостачання з використанням відновлюваних джерел енергії та дизельних генераторів.

### **Завдання:**

- вивчити структуру енергетичної установки на основі відновлюваних джерел енергії;
- вивчити структуру джерела живлення з дублюючим дизельним генератором;
- вміти оцінювати потенціал відновлюваних джерел енергії;
- засвоїти способи забезпечення безперебійності електропостачання в децентралізованих системах.

В результаті вивчення даного курсу **студент повинен:**

### **знати:**

- особливості побудови децентралізованих систем електропостачання;
- умови під'єднання відновлюваних джерел до автономної електромережі;
- характеристики вітрових, сонячних та інших відновлюваних джерел енергії.

### **вміти:**

- використовувати набути знання для проектування децентралізованих систем електропостачання віддалених об'єктів;
- вміти узгоджувати характеристики електрообладнання при побудові децентралізованих джерел;
- використовувати знання й практичні навички для оцінки техніко-економічних показників роботи децентралізованих систем.

## 3. Програма навчальної дисципліни

### **Змістовий модуль 1 – Способи побудови енергетичних комплексів з вітровими та сонячними електростанціями**

#### **Тема 1. Автономні системи електропостачання на основі відновлюваних джерел енергії**

Структура енергетичної установки на основі відновлюваних джерел. Техніко-економічні показники функціонування. Способи забезпечення безперебійності електропостачання.

#### **Тема 2. Гібридні системи електропостачання з дублюючими дизельними електростанціями**



Аналіз структури джерела живлення з дублюючим дизельним генератором. Проблема підтримання незмінної вихідної частоти. Умови роботи інвертора. Вибір оптимального режиму роботи.

### **Тема 3. Гібридні системи електропостачання з вітро-сонячно-дизельною генерацією**

Умови використання вітро-сонячно-дизельної генерації. Структура джерела живлення. Забезпечення безперебійності електропостачання. Переваги та недоліки.

## **Змістовий модуль 2 – Вибір складу і структури енергетичного комплексу**

### **Тема 4. Оцінка енергетичних потреб об'єкта електропостачання**

Добові графіки навантаження автономних споживачів. Імовірнісно-статистична модель навантаження. Типові добові графіки навантаження децентралізованих споживачів.

### **Тема 5. Оцінка вітроенергетичного потенціалу**

Характеристики вітроенергетичного потенціалу. Вітроенергетичний кадастр регіону, його основні характеристики. Коефіцієнт варіації середньої швидкості вітру. Повторюваність різних градацій швидкості вітру. Сумарна енергія вітростанції за визначений часовий інтервал.

### **Тема 6. Оцінка сонячного випромінювання**

Характеристики сонячного випромінювання. Розрахунок енергії сонячного випромінювання на довільну площадку. Можливі варіанти орієнтації сонячних панелей під час роботи.

### **Тема 7. Обґрунтування структури енергетичного комплексу**

Узгодження потужності та номенклатури відновлюваних джерел живлення в децентралізованій системі з наявними природними ресурсами. Забезпечення стійкості і надійності децентралізованої системи. Резервування. Вибір засобів автоматичного релейного захисту та автоматизації децентралізованої системи.

### **Тема 8. Сучасне електрообладнання децентралізованих систем і рекомендації по його застосуванню**

Типи сонячних панелей, вітрогенераторів, біогазових установок, виробники, основні техніко-економічні показники. Умови експлуатації відновлюваних джерел. Показники надійності, безвідмовності та ремонтпридатності.



#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма					Заочна форма						
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	ср		л	п	лаб	інд	ср
<b>Зм. модуль 1 - Способи побудови енергетичних комплексів з вітровими та сонячними</b>												
Тема 1. Автономні системи електропостачання на основі відновлюваних джерел енергії	9	2				7	12	2			10	
Тема 2. Гібридні системи електропостачання з дублюючими дизельними електростанціями	12	2		2		8	13		2		11	
Тема 3. Гібридні системи електропостачання з вітро-сонячно-дизельною генерацією	11	2		2		7	12		2		10	
Разом за зм. модулем 1	32	6		4		22	37	2		4	31	
<b>Зм. модуль 2 – Вибір складу і структури енергетичного комплексу</b>												
Тема 4. Оцінка енергетичних потреб об'єкта електропостачання	12	2		2		8	11				11	
Тема 5. Оцінка вітроенергетичного потенціалу	11	2				7	10				10	
Тема 6. Оцінка сонячного випромінювання	12	2		4		8	11				11	
Тема 7. Обґрунтування структури енергетичного комплексу	11	2				7	10				10	
Тема 8. Сучасне електрообладнання децентралізованих систем і рекомендації по його застосуванню	12	2		4		8	11				11	
Разом за зм. модулем 2	58	10		10		38	53				53	
<b>Усього годин</b>	<b>90</b>	<b>16</b>		<b>14</b>		<b>60</b>	<b>90</b>	<b>2</b>		<b>4</b>	<b>84</b>	

#### 5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Визначення погодних умов в місці розташування децентралізованої системи електропостачання	2	2
2	Вибір типів та кількості відновлюваних джерел енергії	2	2
3	Вибір типу та кількості інверторів у складі децентралізованої системи	2	
4	Розроблення проекту децентралізованої системи електропостачання.	4	
5	Розрахунок техніко-економічних показників децентралізованої системи електропостачання.	4	
	<b>Разом</b>	<b>14</b>	<b>4</b>



## 6. Самостійна робота

Самостійна робота є методом засвоєння студентом навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових навчальних занять. Самостійна робота студента над засвоєнням навчального матеріалу з навчальної дисципліни може виконуватися в бібліотеці, навчальних аудиторіях та в домашніх умовах.

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

26 годин – опрацювання лекційного матеріалу, в тому числі:

16 годин – опрацювання матеріалу, що викладався на лекціях;

10 годин – опрацювання окремих питань, які не викладалися на лекціях;

28 годин – підготовка до лабораторних робіт, в тому числі:

14 годин – вивчення методичних вказівок перед проведення лабораторної роботи;

14 годин – підготовка звітів з лабораторних робіт;

6 годин – підготовка до модульних контрольних робіт.

### 6.1 Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
<b>Матеріал, що викладався на лекціях</b>			
1	Тема 1. Автономні системи електропостачання на основі відновлюваних джерел енергії	2	4
2	Тема 2. Гібридні системи електропостачання з дублюючими дизельними електростанціями	2	4
3	Тема 3. Гібридні системи електропостачання з вітро-сонячно-дизельною генерацією	2	4
4	Тема 4. Оцінка енергетичних потреб об'єкта електропостачання	2	4
5	Тема 5. Оцінка вітроенергетичного потенціалу	2	4
6	Тема 6. Оцінка сонячного випромінювання	2	4
7	Тема 7. Обґрунтування структури енергетичного комплексу	2	4
8	Тема 8. Сучасне електрообладнання децентралізованих систем і рекомендації по його застосуванню	2	4
	<b>Разом</b>	<b>16</b>	<b>32</b>
<b>Питання, які не викладалися на лекціях</b>			
1	Стійкість децентралізованих систем електропостачання	5	5
2	Техніко-економічні показники децентралізованих систем електропостачання	5	5
	<b>Разом</b>	<b>10</b>	<b>10</b>





## 7. Методи навчання

Лекції читаються з використанням мультимедійних проекторів для демонстрації різноманітних схем, графіків діаграм, формул, технічних характеристик пристроїв, схем їх ввімкнення тощо. Під час лекцій проводиться дискусійне обговорення проблемних питань.

Лабораторні роботи та курсовий проект виконуються з використанням безкоштовного програмного забезпечення «System Advisor Model».

## 8. Методи контролю

Для визначення рівня засвоєння студентами навчального матеріалу використовуються такі методи оцінювання знань:

- оцінювання за виконання лабораторних робіт;
- опитування при захисті лабораторних робіт;
- оцінювання при поточному контролі;
- підсумковий екзамен.

Усі форми контролю включено до 100-бальної шкали оцінювання.

## 9. Розподіл балів, які отримують студенти

Основними критеріями, що характеризують рівень компетентності студента при оцінюванні результатів поточного та підсумкового контролів, є:

- виконання всіх видів навчальної роботи, передбачені робочою програмою навчальної дисципліни;
- глибина і характер знань навчального матеріалу за змістом навчальної дисципліни, що міститься в основних та додаткових рекомендованих літературних джерелах;
- вміння аналізувати явища, які вивчаються, у їх взаємозв'язку і розвитку;
- характер відповідей на поставлені питання (чіткість, лаконічність, логічність, послідовність тощо);
- вміння застосовувати теоретичні положення під час розв'язання практичних задач;
- вміння аналізувати достовірність одержаних результатів.

Оцінювання результатів поточної роботи (завдань, що виконуються на лабораторних заняттях, ІНДЗ, результати самостійної роботи студентів) проводиться за такими критеріями:

- 0% - завдання не виконано;
- 40% - завдання виконано частково та містить суттєві помилки методичного або розрахункового характеру;
- 60% - завдання виконано повністю, але містить суттєві помилки у розрахунках або в методиці;
- 80% - завдання виконано повністю і вчасно, проте містить окремі несуттєві недоліки (розмірності, висновки, оформлення тощо);
- 100% - завдання виконано правильно, вчасно і без зауважень.



### Розподіл балів по темам для стаціонару:

Поточне тестування та самостійна робота								Сума
Зм. модуль 1			Зм. модуль 2					
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
12	13	12	13	12	12	13	13	100

T1, ..., T8 – теми змістових модулів

### Розподіл балів, що присвоюються студентам за видами робіт:

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою
	для заліку
90-100	зараховано
82-89	
74-81	
64-73	
60-63	
35-59	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## 10. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Децентралізовані системи електропостачання», розміщені в університетській комп'ютерній мережі.

2. Конспект лекцій з курсу «Децентралізовані системи електропостачання», розміщені в університетській комп'ютерній мережі.

## 11. Рекомендована література

### Базова

- 1 Обухов Є.В. Використання відновлюваних джерел енергії: Навч. посібник. / Обухов Є.В. - Одеса: ТЭС, 1999. - 254с.
- 2 Енергоефективність та відновлювані джерела енергії / Під заг. ред. А.К. Шидловського. - Київ.: Українські енциклопедичні знання, 2007. - 560 с.
- 3 Лутукин Б.В. Возобновляемая энергетика в децентрализованном электроснабжении / Б.В. Лутукин, О.А. Суржикова, Е.Б. Шандарова. – М.: Энергоатомиздат, 2008. – 231 с.
- 4 Кобец Б.Б. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid / Кобец Б.Б., Волкова И.О. – М.: ИАЦ Энергия, 2010. – 208с.
- 5 Основи віторенергетики: підручник / Г.Півняк, Ф.Шкрабець, Н.Нойбергер, Д.Ципленков. – Д.: НГУ, 2015. – 335 с.



### Допоміжна

- 1 Кашкаров А.П. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 144 с.
- 2 Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії України. – К.: НАНУ, 2011. – 41 с.
- 3 Титко Р. Відновлювальні джерела енергії (досвід Польщі для України) / Титко Р., Калініченко В. – Варшава-Краків-Полтава, 2010. - 525 с.
- 4 Дудюк Д.Л. Нетрадиційна енергетика: основи теорії та задачі: навч. посіб. / Дудюк Д.Л., Мазепа С.С., Гнатишин Я.М. – Львів: «Магнолія 2006», 2008. – 188 с.
- 5 Gevorkian P. Alternative energy systems in building design / Gevorkian P. – McGraw-Hill Comp., 2010. - 522 p.
- 6 Солнечная энергетика: Учебное пособие для вузов / [Виссарионов В.И., Дерюгина Г.В., Кузнецова В.А., Малинин Н.К.]; Под ред. В.И.Виссарионова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. - 320 с.

### 14. Інформаційні ресурси

1. Порядок продажу, обліку та розрахунків за вироблену електричну енергію з альтернативних джерел енергії об'єктами електроенергетики (генеруючими установками) приватних домогосподарств, затверджений Постановою Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сфері енергетики 27.02.2014 № 170, зі змінами, внесеними згідно з Постановою № 229 від 25.02.2016. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z0539-14#n12>.

2. Енергетична стратегія України на період до 2030 р. Схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 № 1071. – Режим доступу: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/doccatalog/document?id=260994>

3. Правила користування електричною енергією. Затверджені Постановою НКРЕ від 31.07.96 № 28 (у редакції постанови НКРЕ від 17.10.2005 № 910), зареєстровано в Міністерстві юстиції України 02.08.1996р. за № 417/1442. - Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z0417-96/paran13#n13>.