

Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра електричних станцій та систем

ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор з науково-педагогічної роботи по організації навчального процесу та його науково-методичного забезпечення



[Handwritten signature]

Васілевський О. М.

« 06 » 2020 р.

Робоча програма навчальної дисципліни НЕТРАДИЦІЙНІ ТА ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСАХ

рівень вищої освіти	третій (освітньо-науковий)
галузь знань	14 – Електрична інженерія
спеціальність	141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
освітня кваліфікація	Доктор філософії з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

2020 рік

Робоча програма навчальної дисципліни

Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії в електроенергетичних системах та електротехнічних комплексах

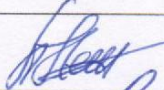
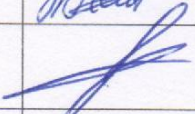



рівень вищої освіти третій (освітньо-науковий)

галузь знань 14 – Електрична інженерія

спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

освітня кваліфікація Доктор філософії з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

2020. – 15 с.

	Посада Протокол засідання	ПІБ	Підпис
Розроблено	Професор кафедри ЕСС	д.т.н., професор Лежнюк П.Д.	
Схвалено	Гарант освітньо-наукової програми	д.т.н., доцент Кулик В. В.	
	Зав. кафедри ЕСС, засідання кафедри ЕСС (протокол № 11 від 21.04.2020 р.)	д.т.н., професор Лежнюк П.Д.	
	Директор ІнМАД засідання секції Науково- технічної ради ВНТУ (протокол № 2 від 25.05.2020 р.)	д.т.н., професор Грушко О. В.	
Затверджено	Голова методичної ради Методична рада ВНТУ (протокол № 12 від 18.06.2020 р.)	д.т.н., професор Васілевський О. М.	

© П.Д. Лежнюк, 2020.

© ВНТУ, 2020 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань 14 Електрична інженерія	Обов'язкова (професійна)	
Модулів – 2	спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 4		1	1
Індивідуальне науково-дослідне завдання		Семестр	
Загальна кількість годин – 90		2	2
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 2,63	Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)	Лекції	
		24 год.	6 год.
		Практичні, семінарські	
		24 год.	6 год.
		Лабораторні	
		Курсовий проект	
		Самостійна робота	
		42 год.	78 год.
		Вид контролю: залік	

Примітка.

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

для денної форми навчання – 53 % - 47 %,

для заочної форми навчання – 13 % - 87 %

Мова навчання – українська.

2. Передумови для вивчення дисципліни

Дисципліна «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії в електроенергетичних системах та електротехнічних комплексах» базується на знаннях, отриманих з дисципліни «Математичне моделювання в наукових дослідженнях» та «Оптимізація функціонування та автоматизація електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів» і створює передумови для написання дисертації. Вивчення дисципліни передбачає проведення власного наукового дослідження, публікацію та апробацію результатів дослідження, підготовлення рукопису дисертації.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Робочу навчальну програму вивчення навчальної дисципліни «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії в електроенергетичних системах та електротехнічних комплексах» складено з урахуванням вимог освітньо-наукової програми підготовки доктора філософії зі спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Мета викладання дисципліни полягає у формуванні компетентностей, необхідних для використання та формування рішень в сфері нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії (НВДЕ) в електроенергетичних системах та електротехнічних комплексах.

Основне завдання вивчення навчальної дисципліни полягає в тому, щоб оволодіти методами та способами розбудови НВДЕ в електричних мережах для підвищення їх енергоефективності (підвищення надійності, зменшення втрат електроенергії та покращання її якості).

Програмні результати вивчення дисципліни

Згідно з **вимогами освітньо-наукової програми здобувачі повинні:**

ПР05. Уміти прогнозувати тенденції розвитку в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ПР07. Уміти виконувати постановку, формулювання і розв'язання завдань у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, що пов'язані з процедурами спостереження об'єктів, вимірювання, контролю, діагностування і прогнозування з урахуванням важливості соціальних обмежень (суспільство, здоров'я і безпека, охорона довкілля, економіка, промисловість тощо).

ПР08. Уміти проектувати та розробляти інженерні продукти, процеси та системи автоматизованого виробництва, обирати і застосовувати методи комп'ютеризованих експериментальних досліджень.

ПР10. Володіти сучасними методами та розробленими методиками проектування і дослідження, а також аналізу отриманих результатів.

Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач в результаті вивчення дисципліни

К01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, формування системного наукового світогляду.

К05. Здатність виявляти та вирішувати науково-практичні проблеми, ставити та розв'язувати задачі дослідницького характеру, приймати обґрунтовані рішення та самостійно працювати над їх практичною реалізацією.

ФК1. Здатність демонструвати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів керування електроенергетичними, електротехнічними та електромеханічними системами та комплексами.

ФК2. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення науково-технічних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ФК3. Здатність демонструвати розуміння специфіки електроенергетики, електротехніки та електромеханіки як науки та вміти її застосовувати під час роботи з технічною літературою та іншими джерелами інформації.

ФК5. Здатність застосовувати відповідні математичні методи, комп'ютерні технології, а також засади стандартизації та сертифікації для розв'язання завдань в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ФК7. Здатність здійснювати аналіз техніко-економічних показників та експертизу проектно-конструкторських рішень в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки з використанням комп'ютерного моделювання.

ФК9. Здатність впроваджувати новітні досягнення для проектування автоматизованого виробництва і автоматизованого розроблення або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

ФК10. Здатність демонструвати практичні навички в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ФК14. Здатність демонструвати обізнаність з питань надійності та ефективності функціонування електроенергетичних та електротехнічних систем з відновлюваними джерелами енергії, що зумовлені необхідністю забезпечення сталого розвитку.

Контрольні заходи

Поточний та підсумковий контроль знань здобувачів проводиться шляхом фронтального, індивідуального чи комбінованого опитування під час практичного заняття, контрольних робіт, колоквіумів, тестування, заліку.

На поза аудиторну роботу виноситься вивчення окремих проблем курсу, підготовка до практичних занять, колоквіумів, тестування, диференційованого заліку, виконання індивідуальних науково-дослідних завдань (підготовка доповідей на щорічну науково-теоретичну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ та інші науково-технічні конференції та семінари, підготовка наукових публікацій).

4. Програма навчальної дисципліни

Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Технологічні особливості нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії (НВДЕ) і вплив їх на режими електричних мереж енергосистем

Тема 1. Технологічні особливості сонячних, вітрових, гідро- електростанцій та біогазоустановок

Тема 2. Вплив НВДЕ на режими електричних мереж енергосистем і електротехнічних комплексів

Змістовий модуль 2. Сумісна робота НВДЕ з централізованими джерелами енергії

Тема 3. Сумісна робота різнотипних джерел енергії в системі та підвищення балансної надійності

Тема 4. Оптимізація резерву потужності в системі з НВДЕ для забезпечення якості електропостачання

Змістовий модуль 3. Оптимізація потужності НВДЕ і місця їх приєднання в електричній системі

Тема 5. Вибір оптимальної потужності НВДЕ в системі без і з її реконструкцією

Тема 6. Оптимізація місця приєднання НВДЕ для зменшення втрат електроенергії і покращання якості електропостачання

Змістовий модуль 4. Автоматизовані системи керування режимами НВДЕ на основі SMART GRID технологій

Тема 7. Структура АСК НВДЕ в системі і її апаратне вирішення

Тема 8. Формування законів оптимального керування НВДЕ

5. Структура навчальної дисципліни

Денна форма навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин денна форма навчання			
	усього	у тому числі		
		лек.	пр.	с.р.
МОДУЛЬ I. Змістовий модуль 1. Технологічні особливості нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії і вплив їх на режими електричних мереж				
Тема 1. Технологічні особливості сонячних, вітрових, гідро-електростанцій та біогазоустановок	10	3	3	4
Тема 2. Вплив НВДЕ на режими електричних мереж енергосистем і електротехнічних комплексів	10	3	3	4
Разом за змістовим модулем 1.	20	6	6	8
Змістовий модуль 2. Сумісна робота НВДЕ з централізованими джерелами енергії				
Тема 3. Сумісна робота різнотипних джерел енергії в системі та підвищення балансної надійності	10	3	3	4
Тема 4. Оптимізація резерву потужності в системі з НВДЕ для забезпечення якості електропостачання.	15	3	3	9
Разом за змістовим модулем 2.	25	6	6	13
МОДУЛЬ II. Змістовий модуль 3. Оптимізація потужності НВДЕ і місця їх приєднання в електричній системі				
Тема 5. Вибір оптимальної потужності НВДЕ в системі без і з її реконструкцією	10	3	3	4
Тема 6. Оптимізація місця приєднання НВДЕ для зменшення втрат електроенергії і покращання якості електропостачання	10	3	3	4
Разом за змістовим модулем 3.	20	6	6	8
Змістовий модуль 4. Автоматизовані системи керування режимами НВДЕ на основі SMART GRID технологій				
Тема 7. Структура АСК НВДЕ в системі і її апаратне вирішення	10	3	3	4
Тема 8. Формування законів оптимального керування НВДЕ	15	3	3	9
Разом за змістовим модулем 4.	25	6	6	13
Усього годин	90	24	24	42

Заочна форма навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин заочна форма навчання			
	усього	у тому числі		
		лек.	пр.	с.р.
МОДУЛЬ I. Змістовий модуль 1. Технологічні особливості нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії і вплив їх на режими електричних мереж				
Тема 1. Технологічні особливості сонячних, вітрових, гідро-електростанцій та біогазоустановок	10	1	1	8
Тема 2. Вплив НВДЕ на режими електричних мереж енергосистем і електротехнічних комплексів	10	1	1	8
Разом за змістовим модулем 1.	20	2	2	16
Змістовий модуль 2. Сумісна робота НВДЕ з централізованими джерелами енергії				
Тема 3. Сумісна робота різнотипних джерел енергії в системі та підвищення балансної надійності	10	1	1	8
Тема 4. Оптимізація резерву потужності в системі з НВДЕ для забезпечення якості електропостачання.	15	1	1	13
Разом за змістовим модулем 2.	25	2	2	21
МОДУЛЬ II. Змістовий модуль 3. Оптимізація потужності НВДЕ і місця їх приєднання в електричній системі				
Тема 5. Вибір оптимальної потужності НВДЕ в системі без і з її реконструкцією	10	1	1	8
Тема 6. Оптимізація місця приєднання НВДЕ для зменшення втрат електроенергії і покращання якості електропостачання	10	1	1	8
Разом за змістовим модулем 3.	20	2	2	16
Змістовий модуль 4. Автоматизовані системи керування режимами НВДЕ на основі SMART GRID технологій				
Тема 7. Структура АСК НВДЕ в системі і її апаратне вирішення	10	1	1	8
Тема 8.. Формування законів оптимального керування НВДЕ	15	1	1	13
Разом за змістовим модулем 4.	25	2	2	21
Усього годин	90	8	8	74

6. Теми семінарських занять
Навчальним планом не передбачені.

7. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		(денна, вечірня, заочна форма)
1	Тема Пр1.Проектування сонячної станції	3/1
2	Тема Пр2. Проектування вітрової установки	3/1
3	Тема Пр3. Визначення балансної надійності ЛЕС	3/1
4	Тема Пр4. Визначення резерву потужності для ЛЕС	3/1
5	Тема Пр5. Визначення оптимальної потужності ВДЕ у вузлі	3/1
6	Тема Пр6. Визначення оптимального місця приєднання ВДЕ	3/1
7	Тема Пр7. Вибір структури АСК НВДЕ в системі	3/1
8	Тема Пр8. Формування законів оптимального керування НВДЕ	3/1
	Усього годин	24/8

8. Теми лабораторних занять
Навчальним планом не передбачені.

9. Самостійна робота

№	Назва теми	Кількість годин
		(денна, вечірня, заочна форма)
1	Тема Ср1. Технологічні особливості сонячних, вітрових, гідро-електростанцій та біогазоустановок	4/8
2	Тема Ср2. Вплив НВДЕ на режими електричних мереж енергосистем і електротехнічних комплексів	4/8
3	Тема Ср3. Сумісна робота різнотипних джерел енергії в системі та підвищення балансної надійності	4/8
4	Тема Ср4. Оптимізація резерву потужності в системі з НВДЕ для забезпечення якості електропостачання.	9/13
5	Тема Ср5. Вибір оптимальної потужності НВДЕ в системі без і з її реконструкцією	4/8
6	Тема Ср6. Оптимізація місця приєднання НВДЕ для зменшення втрат електроенергії і покращання якості електропостачання	4/8
7	Тема Ср7. Структура АСК НВДЕ в системі і її апаратне вирішення	4/8
8	Тема Ср8. Формування законів оптимального керування НВДЕ	9/13
	Усього годин	42/ 74

10. Індивідуальні завдання

Робочим навчальним планом передбачена індивідуальна робота:

реферати з окремих тем курсу та доповіді на щорічну науково-теоретичну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ та інші науково-технічні конференції та семінари, підготовка наукових публікацій.

11. Методи навчання

Лекція, проблемна лекція, демонстрація, зокрема, з використанням мультимедійних засобів навчання, практичні роботи, підготовка рефератів, доповідей науково-дослідного характеру, зокрема, на щорічну науково-технічну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ та інші науково-технічні конференції та семінари, підготовка наукових публікацій.

12. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється у формі фронтального, індивідуального чи комбінованого контролю знань здобувачів під час практичного заняття, тестування, 2 колоквиуми, диференційованого заліку.

13. Розподіл балів, які отримують здобувачі

Таблиця 1 – Вид контролю – залік

Поточне тестування та самостійна робота						Сума
Модуль 1			Модуль 2			100
Тема 1	...	Тема 4	Тема 5	...	Тема 8	
50			50			

Таблиця 2 - Кількість і зміст модулів

Модуль	Кредити	Лекції (год.)	Практичні заняття (семінари) (год.)	Контрольна робота	Колоквиуми
I	1,5	12	12	1	1
II	1,5	12	12	1	1

Таблиця 3 – Оцінювання знань, умінь та навичок здобувачів з окремих видів роботи та в цілому по модулях (в балах)

Вид роботи	Модуль	Модуль
	1	2
1. Індивідуальні завдання	10	10
2. Контрольні роботи	10	10
3. Активність під час занять	10	10
4. Колоквиум	20	20
Всього	50	50

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
75-81	C		
64-74	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

14. Критерії оцінювання знань, умінь та навичок студентів

Рівень компетентності	За нац. шкалою	За шкалою ЕКТС	Критерії оцінювання
IV Високий (творчий) «5»	відмінно	A	Виставляється, якщо при відповіді на питання виявлено всебічні, систематизовані, глибокі знання матеріалу, який виноситься на контроль, уміння вільно виконувати завдання, передбачені програмою, знання основної і додаткової літератури, передбаченої програмою на рівні творчого використання.
III Достатній (конструктивний) «4»	добре	B	Повні знання з питань і задач, що стоять перед студентом. Уміння викладати основні ідеї. Вміння професійно відстоювати свою точку зору. Припускаються несуттєві неточності у викладенні матеріалу та у відповідях.
		C	Достатньо повні знання з поставлених питань і задач. Вміння викладати основні ідеї. Здатність самостійно застосовувати вивчений матеріал на рівні різних ситуацій, наводити окремі власні приклади на підтвердження власних тверджень. Вміння доводити правильність своїх рішень. Несуттєві неточності у відповідях та деякі нераціональності при вирішенні поставлених завдань.
II Середній (репродуктивний) «3»	задовільно	D	Студент може відтворити значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання та розуміння основних положень, може аналізувати матеріал, робити висновки. Пояснення неповні, нелаконічні, не завжди точні. Відповіді на питання неповні, містять неточності, при вирішенні поставлених завдань застосовуються не найраціональніші рішення.
		E	Задовільні знання програмного матеріалу на рівні вищому за початковий. При відповіді на запитання виникають труднощі у деяких положеннях, відповіді не повні, завдання вирішуються нераціонально.
I Низький «2»	незадовільно з можливістю повторного складання	FX	Теорією володіє на рівні фрагментів, викладає матеріал уривчасто. Утруднюється в обґрунтуванні рішень, на запитання дає неправильні відповіді (40-60%). Самостійно не може сформулювати алгоритм рішення поставлених завдань. Рішення не раціональні та неефективні.
	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	F	Теорією володіє на рівні фрагментів, викладає матеріал уривчасто. Утруднюється в обґрунтуванні рішень, на запитання викладача дає неправильні відповіді (60-100%). Самостійно, не може сформулювати алгоритм вирішення завдання.

15. Рекомендована література

Базова

1. Кудря С.О. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії. – К.: НТУУ «КПІ», 2012 – 492 с.
2. Лежнюк П.Д., Ковальчук О.А., Нікіторович О.В., Кулик В.В. Відновлювані джерела енергії в розподільних електричних мережах: монографія. – Вінниця: ВНТУ, 2014. – 204 с.
3. Лежнюк П.Д., Комар В.О., Собчук Д.С. Підвищення якості електропостачання шляхом розбудови відновлюваних джерел електроенергії: Монографія. – Луцьк: Луцький НТУ, 2015. – 136 с.
4. Лежнюк П.Д., Рубаненко О.Є., Гунько І. О. Оптимізація режимів електричних мереж з відновлюваними джерелами електроенергії: монографія. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 164 с.
5. Балансова надійність електричної мережі з фотоелектричними станціями: монографія // Лежнюк П.Д., Комар В.О., Кравчук С.В., Лесько В.О., Нетребський В.В. – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 136 с.

Допоміжна

6. Енергоефективність та відновлювані джерела енергії. Під заг. ред. Шидловського А.К. – Київ: Українські енциклопедичні знання, 2007. – 559 с.
7. Інтелектуальні електричні мережі: елементи та режими / Під заг. ред. Кириленка О.В. //К.: Ін-т Електродинаміки НАН України, 2016.–400 с.
6. Електричні мережі та системи: підручн / В. М. Сулейманов, Т. Л. Кацадзе. — К.: НТУУ «КПІ», 2008. – 456 с.
8. Паливно-енергетичний комплекс України в контексті глобальних енергетичних перетворень / Шидловський А.К., Стогній Б.С., Кулик М.М. та ін. – К.: Українські енциклопедичні знання, 2004.
9. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України. Київ: ТОВ «Віол Принт», - 2008. – 55с.
10. Oleksandr Burykin, Petro Lezhniuk, Volodymyr Kulyk, Oleksandr Rubanenko, Yuliia Malohulko. Optimization of the renewable energy sources in the local electrical systems: monograph. – Vinnytsia: VNTU, 2018. – 124 p.
11. Petro Lezhniuk, Oleksandr Burykin, Yuliia Malogulko. Distributed energy sources in the local electrical systems. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018. – 140 p.
12. Petro Lezhniuk, Vyacheslav Komar, Serhii Kravchuk, Volodymyr Netrebskiy, Vladyslav Lesko. Optimal Integration of Photoelectric Stations in Electric Networks. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019. – 210 p.
13. Petro Lezhniuk, Olexander Rubanenko, Olena Rubanenko. Determination of Optimal Transformation Ratios of Power System Transformers in Conditions of Incomplete Information Regarding the Values of Diagnostic Parameters. – Chapter of book: “Fuzzy Logic” . – 2019. – p. 1-29. doi: 10.5772/intechopen.84959.
14. Буславець О.А., Лежнюк П.Д., Черемісін М.М. Інформаційне забезпечення задач зменшення втрат електроенергії в електричних мережах: монографія. – Вінниця: ВНТУ, 2020. – 184 с.
15. Лежнюк П.Д., Собчук Н.В., Слободянюк О.В. Локальні електроенергетичні системи. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 141 с.

16. Добровольська Л.Н., Кулик В.В., Лежнюк П.Д. Електроощадні технології в електроенергетичних системах. – Луцьк: Вежа-Друк, 2018. – 328 с.

17. Кобец Б. Б., Волкова И. О. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid. – М.: ИАЦ Энергия, 2010.

16. Інформаційні ресурси

1. Національна бібліотека України імені академіка В. І. Вернадського: [сайт].
Режим доступу: <http://nbuv.gov.ua/>
2. Енергетика: [сайт]. Режим доступу: <http://LEONARDO.ENERGY.ORG/>

