

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

Кафедра електроенергетики

**«ЗАТВЕРДЖЕНО»**  
завідувач кафедри

Випанасенко С.І. \_\_\_\_\_  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**Комплексне використання відновлюваних джерел енергії**

Галузь знань .....	14 Електрична інженерія
Спеціальність .....	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітній рівень.....	Магістр
Освітня програма	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Статус .....	Вибіркова
Загальний обсяг .....	3 кредита ЄКТС (90 годин)
Форма підсумкового контролю	залік
Термін викладання .....	2-й семестр
Мова викладання .....	українська

Викладач: професор Плаксін С. В.

Пролонговано: на 2019/2020 н.р. Рогоза М.В. (\_\_\_\_\_) «03»09 2019р.  
(підпис, ПІБ, дата)

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_»\_\_ 20\_\_р.  
(підпис, ПІБ, дата)

Дніпро  
НТУ «ДП»  
2018

Робоча програма навчальної дисципліни «Комплексне використання відновлюваних джерел енергії» для магістрів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. електроенергетики. – Д. : НТУ «ДП», 2018. – 13 с.

Розробник – Плаксін С. В., д.ф.-м.н., с.н.с.

Робоча програма регламентує:

- мету дисципліни;
- дисциплінарні результати навчання, сформовані на основі трансформації очікуваних результатів навчання освітньої програми;
- базові дисципліни;
- обсяг і розподіл за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять;
- програму дисципліни (тематичний план за видами навчальних занять);
- алгоритм оцінювання рівня досягнення дисциплінарних результатів навчання (шкали, засоби, процедури та критерії оцінювання);
- інструменти, обладнання та програмне забезпечення;
- рекомендовані джерела інформації.

Робоча програма призначена для реалізації компетентнісного підходу під час планування освітнього процесу, викладання дисципліни, підготовки студентів до контрольних заходів, контролю провадження освітньої діяльності, внутрішнього та зовнішнього контролю забезпечення якості вищої освіти, акредитації освітніх програм у межах спеціальності.

Погоджено рішенням методичної комісії спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (протокол № 5 від 5.09.2018).

## ЗМІСТ

1 Мета навчальної дисципліни	4
2 Очікувані дисциплінарні результати навчання	4
3 Базові дисципліни	4
4 Обсяг і розподіл за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять	5
5 Програма дисципліни за видами навчальних занять	5
6 Оцінювання результатів навчання	6
6.1 Шкали	7
6.2 Засоби та процедури	7
6.3 Критерії	8
7 Інструменти, обладнання та програмне забезпечення	11
8 Рекомендовані джерела інформації	12

## 1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

В освітньо-професійній програмі Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» спеціальності 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" здійснено розподіл програмних результатів навчання (ПРН) за організаційними формами освітнього процесу. Зокрема, до дисципліни ВЗ.11 «Комплексне використання відновлюваних джерел енергії» віднесено такі результати навчання:

ВКЗ.11	Розраховувати, проектувати та розробляти системи для комплексного використання відновлюваних джерел енергії та знати принципи їх сумісного використання
--------	---

**Мета дисципліни** полягає у формуванні у майбутніх професіоналів системи знань з комплексного використання відновлюваних джерел енергії та вміння приймати продуктивні рішення у сфері альтернативної енергетики з урахуванням сучасного рівня досягнень науково-технічного прогресу.

Реалізація мети вимагає трансформації програмних результатів навчання в дисциплінарні та адекватний відбір змісту навчальної дисципліни за цим критерієм.

## 2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Шифр ПРН	Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
	шифр ДРН	зміст
ВКЗ.11	ВКЗ.11-3.11	Розраховувати, проектувати та розробляти системи для комплексного використання відновлюваних джерел енергії та знати принципи їх сумісного використання

## 3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Назва дисципліни	Здобуті результати навчання
Вища математика	Використання базових знань з фізики, математики, теоретичних основ електротехніки, електроприводу, електроапаратів, електричних систем та мереж, електричної частини станцій та підстанцій, закономірностей перехідних процесів в системах електропостачання для подальшого вивчення розподільчих електричних мереж промислових підприємств та міст, проектування систем електропостачання, розробки заходів щодо ефективного управління режимами роботи струмоприймачів за принципами ощадного використання електроенергії та забезпечення оптимальних техніко-економічних показників роботи систем електропостачання з обґрунтованим вибором основного переліку електротехнічного обладнання для
Фізика	
Теоретичні основи електротехніки	
Електротехнічні матеріали	
Електричні машини	
Основи електроприводу	
Мікропроцесорна техніка	
Електричні апарати	
Електричні системи та мережі	
Електромагнітні перехідні процеси	
Електрична частина станцій та	

Назва дисципліни	Здобуті результати навчання
підстанцій	побудови високонадійних мереж.
Електропостачання	
Організація виробництва та маркетинг	
Основи релейного захисту та автоматики	

#### 4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Вид навчальних занять	Обсяг, години	Розподіл за формами навчання, години					
		денна		вечірня		Заочна	
		аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота
Лекційні	50	25	25	-	-	-	-
Практичні	40	17	23	-	-	-	-
Лабораторні	-	-	-	-	-	-	-
Семінари	-	-	-	-	-	-	-
РАЗОМ	90	42	48	-	-	-	-

#### 5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	<b>ЛЕКЦІЇ</b>	<b>50</b>
ВКЗ.11-3.11	1. Основні принципи створення гібридних енергосистем на основі відновлюваних джерел 1.1. Поняття про ВДЕ, їх класифікація та загальні характеристики. Потенціал ВДЕ. Доля різних ВДЕ у світовій енергетиці та енергетиці України. Атлас ВДЕ України.	4
	1.2. Проблема дискретності й нерівномірності енергетичних потоків ВДЕ на Землі. Невідповідність добових і річних графіків енерговиробництва з ВДЕ та енергоспоживання. Оцінка ефективності використання комплексних енергосистем на базі ВДЕ. Ключова роль енергонакопичувачів.	6
	1.3. Типи енергонакопичувачів. Хімічне акумулювання. Накопичувачі теплової енергії. Накопичувачі електроенергії, їх параметри. Принципи підбору оптимальної ємності накопичувача. Розвиток сектора стаціонарних накопичувачів електроенергії для застосування у фотоенергетиці та інтелектуальних електромережах.	6
	1.4. Розрахунок типової вітро-сонячної енергосистеми Принципи побудови, конфігурація і метод розрахунку типової вітро-сонячної енергосистеми.	6
	1.5. Розрахунок гібридної енергосистеми за допомогою програмного забезпечення «Nomer». Проектування і аналіз	6

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	гібридних систем енергозабезпечення з використанням HOMER Energy Modeling Software.	
	2. Методи та пристрої синхронізації відновлюваних джерел енергії з мережею загального користування. 2.1. Класифікація методів і пристроїв синхронізації з мережею Структурна схема гібридної вітросонячної енергетичної установки, синхронізованої з мережею. Варіанти побудови. Призначення і взаємозв'язок функціональних блоків. Класифікація методів і пристроїв синхронізації. Особливості синхронізації по напрузі, по частоті, по фазі. Узагальнена структурна схема синхронізації.	6
	2.2. Аналіз роботи пристрою синхронізації з мережею. Схема електрична принципова. Часові діаграми. Режими роботи. Функціональні блок-схеми пристроїв синхронізації. Базові електронні вузли. Елементи цифрової техніки. Схеми порівняння, компаратори, керуючі елементи, частотні і фазові детектори, аналого-цифрові і цифроаналогові перетворювачі, квадратурні детектори.	6
	2.3. Пристрої контролю й захисту від перевантаження Допусковий контроль та діагностика, узагальнені алгоритми контролю та діагностики. Критерії захисту силових вузлів. Захист за струмом, напругою. Взаємозв'язок контролю, діагностики і надійності виробів. Схеми структурних вузлів захисту і контролю. Комутаційні пристрої. Призначення комутаційних пристроїв, схемотехнічні рішення, параметри, промислові зразки та їх характеристики. Гальванічна розв'язка між вхідними і вихідними ланцюгами.	6
	2.4. Перетворювачі напруги Інвертори та їх характеристики. Пристрої відбору максимальної потужності. Структурні схеми, принцип дії та особливості побудови, експлуатаційні параметри. Елементна база силових вузлів і пристроїв управління.	4
	<b>ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ</b>	<b>40</b>
ВК3.11-3.11	Визначення оптимальної схеми гібридної енергосистеми на основі відновлюваних джерел	10
ВК3.11-3.11	Дослідження ефективності використання комплексних енергосистем на базі ВДЕ	10
ВК3.11-3.11	Розрахунок типової вітро-сонячної енергосистеми	10
ВК3.11-3.11	Визначення основних параметрів та вибір пристроїв контролю та захисту від перевантаження	10
	<b>РАЗОМ</b>	<b>90</b>

## 6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Оцінювання досягнень студентів здійснюється за допомогою прозорих процедур, що ґрунтуються на об'єктивних критеріях відповідно до «Положення про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти».

Досягнутий рівень компетентностей відносно очікуваних, що ідентифікований під час контрольних заходів, відображає реальний результат навчання студента за дисципліною.

## 6.1 Шкали

Оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та інституційною шкалами. Остання необхідна (за офіційною відсутністю національної шкали) для конвертації (переведення) оцінок мобільних студентів.

### *Шкали оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП»*

Рейтингова	Інституційна
90...100	відмінно / Excellent
74...89	добре / Good
60...73	задовільно / Satisfactory
0...59	незадовільно / Fail

Кредити навчальної дисципліни зараховується, якщо студент отримав підсумкову оцінку не менше 60-ти балів. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації.

## 6.2 Засоби та процедури

Зміст засобів діагностики спрямовано на контроль рівня сформованості знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності студента за вимогами НРК до 8-го кваліфікаційного рівня під час демонстрації регламентованих робочою програмою результатів навчання.

Студент на контрольних заходах має виконувати завдання, орієнтовані виключно на демонстрацію дисциплінарних результатів навчання (розділ 2).

Засоби діагностики, що надаються студентам на контрольних заходах у вигляді завдань для поточного та підсумкового контролю, формуються шляхом конкретизації вихідних даних та способу демонстрації дисциплінарних результатів навчання.

Засоби діагностики (контрольні завдання) для поточного та підсумкового контролю дисципліни затверджуються кафедрою.

Види засобів діагностики та процедур оцінювання для поточного та підсумкового контролю дисципліни подано нижче.

### *Засоби діагностики та процедури оцінювання*

ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ			ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ	
навчальне заняття	засоби діагностики	процедури	засоби діагностики	Процедури

лекції	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдання під час лекцій	комплексна контрольна робота (ККР)	визначення середньозваженого результату поточних контролів;
практичні	Контрольні запитання за кожною темою	виконання завдань під час самостійної роботи		виконання ККР під час заліку за бажанням студента

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання контрольних конкретизованих завдань. Лабораторні заняття оцінюються якістю виконання поставленого завдання відповідно до звіту.

Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком дескрипторам, то інтегральне значення оцінки може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюються викладачем.

За наявності рівня результатів поточних контролів з усіх видів навчальних занять не менше 60 балів, підсумковий контроль здійснюється без участі студента шляхом визначення середньозваженого значення поточних оцінок.

Незалежно від результатів поточного контролю кожен студент під час заліку має право виконувати ККР, яка містить завдання, що охоплюють ключові дисциплінарні результати навчання.

Кількість конкретизованих завдань ККР повинна відповідати відведеному часу на виконання. Кількість варіантів ККР має забезпечити індивідуалізацію завдання.

Значення оцінки за виконання ККР визначається середньою оцінкою складових (конкретизованих завдань) і є остаточним.

Інтегральне значення оцінки виконання ККР може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюється кафедрою для кожного дескриптора НРК.

### 6.3 Критерії

Реальні результати навчання студента ідентифікуються та вимірюються відносно очікуваних під час контрольних заходів за допомогою критеріїв, що описують дії студента для демонстрації досягнення результатів навчання.

Для оцінювання виконання контрольних завдань під час поточного контролю лекційних і практичних занять в якості критерія використовується коефіцієнт засвоєння, що автоматично адаптує показник оцінки до рейтингової шкали:

$$O_i = 100 a/m,$$

де  $a$  – число правильних відповідей або виконаних суттєвих операцій відповідно до еталону рішення;  $m$  – загальна кількість запитань або суттєвих операцій еталону.



Індивідуальні завдання та комплексні контрольні роботи оцінюються експертно за допомогою критеріїв, що характеризують співвідношення вимог до рівня компетентностей і показників оцінки за рейтинговою шкалою.

Зміст критеріїв спирається на компетентнісні характеристики, визначені НРК для магістерського рівня вищої освіти (подано нижче).

**Загальні критерії досягнення результатів навчання  
для 8-го кваліфікаційного рівня за НРК**

**Інтегральна компетентність** – здатність розв’язувати складні задачі і проблеми у певній галузі професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Дескриптори НРК	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
<b>Знання</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ спеціалізовані концептуальні знання, набуті у процесі навчання та/або професійної діяльності на рівні новітніх досягнень, які є основою для оригінального мислення та інноваційної діяльності, зокрема в контексті дослідницької роботи;</li> <li>◆ критичне осмислення проблем у навчанні та /або професійній діяльності та на межі предметних галузей</li> </ul>	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена. Характеризує наявність: <ul style="list-style-type: none"> <li>- спеціалізованих концептуальних знань на рівні новітніх досягнень;</li> <li>- критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей</li> </ul>	95-100
	Відповідь містить негрубі помилки або описки	90-94
	Відповідь правильна, але має певні неточності	85-89
	Відповідь правильна, але має певні неточності й недостатньо обґрунтована	80-84
	Відповідь правильна, але має певні неточності, недостатньо обґрунтована та осмислена	74-79
	Відповідь фрагментарна	70-73
	Відповідь демонструє нечіткі уявлення студента про об’єкт вивчення	65-69
	Рівень знань мінімально задовільний	60-64
	Рівень знань незадовільний	<60
<b>Уміння</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ розв’язання складних задач і проблем, що потребує оновлення та інтеграції знань, часто в умовах неповної/недостатньої інформації та суперечливих вимог;</li> <li>◆ провадження дослідницької та/або</li> </ul>	Відповідь характеризує уміння: <ul style="list-style-type: none"> <li>- виявляти проблеми;</li> <li>- формулювати гіпотези;</li> <li>- розв’язувати проблеми;</li> <li>- оновлювати знання;</li> <li>- інтегрувати знання;</li> <li>- провадити інноваційну діяльність;</li> <li>- провадити наукову діяльність</li> </ul>	95-100
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності з не грубими помилками	90-94
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в	85-89

Дескриптори НРК	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
інноваційної діяльності	практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації двох вимог	80-84
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації трьох вимог	74-79
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог	70-73
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	65-69
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64
	Рівень умінь незадовільний	<60
<b>Комунікація</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ зрозуміле і недвозначне донесення власних висновків, а також знань та пояснень, що їх обґрунтовують, до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються;</li> <li>◆ використання іноземних мов у професійній діяльності</li> </ul>	<p>Зрозумілість відповіді (доповіді). Мова:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильна;</li> <li>- чиста;</li> <li>- ясна;</li> <li>- точна;</li> <li>- логічна;</li> <li>- виразна;</li> <li>- лаконічна.</li> </ul> <p>Комунікаційна стратегія:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- послідовний і несуперечливий розвиток думки;</li> <li>- наявність логічних власних суджень;</li> <li>- доречна аргументації та її відповідність відстоюваним положенням;</li> <li>- правильна структура відповіді (доповіді);</li> <li>- правильність відповідей на запитання;</li> <li>- доречна техніка відповідей на запитання;</li> <li>- здатність робити висновки та формулювати пропозиції;</li> <li>- використання іноземних мов у професійній діяльності</li> </ul>	95-100
	Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами	90-94
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)	85-89
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано чотири вимоги)	80-84
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п'ять вимог)	74-79

Дескриптори НРК	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)	70-73
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)	65-69
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано 10 вимог)	60-64
	Рівень комунікації незадовільний	<60
<b>Автономність та відповідальність</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ відповідальність за розвиток професійного знання і практик, оцінку стратегічного розвитку команди;</li> <li>♦ здатність до подальшого навчання, яке значною мірою є автономним та самостійним</li> </ul>	Відмінне володіння компетенціями: <ul style="list-style-type: none"> <li>- використання принципів та методів організації діяльності команди;</li> <li>- ефективний розподіл повноважень в структурі команди;</li> <li>- підтримка врівноважених стосунків з членами команди (відповідальність за взаємовідносини);</li> <li>- стресовитривалість;</li> <li>- саморегуляція;</li> <li>- трудова активність в екстремальних ситуаціях;</li> <li>- високий рівень особистого ставлення до справи;</li> <li>- володіння всіма видами навчальної діяльності;</li> <li>- належний рівень фундаментальних знань;</li> <li>- належний рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок</li> </ul>	95-100
	Упевнене володіння компетенціями автономності та відповідальності з незначними хибами	90-94
	Добре володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано дві вимоги)	85-89
	Добре володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано три вимоги)	80-84
	Добре володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано чотири вимоги)	74-79
	Задовільне володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано п'ять вимог)	70-73
	Задовільне володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано шість вимог)	65-69
	Задовільне володіння компетенціями автономності та відповідальності (рівень фрагментарний)	60-64
	Рівень автономності та відповідальності незадовільний	<60

## 7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Технічні засоби навчання.  
Дистанційна платформа Moodle.

## 8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Елистратов В. В. Использование возобновляемой энергии. – Санкт-Петербург, 2008. – 224 с.
2. Твайдел Дж., Уэйр А. Возобновляемые источники энергии: пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат. 1990.–392 с.
3. Кудря С.О. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії.– Київ, НТУУ «КПІ», 2012.– 490 с.
4. Виссарионов В.И. Солнечная энергетика.– Москва, Издательский дом «МЭИ», 2008.– 317 с.
5. Корзин Л.Ф. Водородная энергетика и экология.– Киев, «Наукова думка», 2002.– 336 с.
6. Мхитарян Н.М. Гелиоэнергетика (Системы, технологии, применения).– Киев, «Наукова думка», 2002.– 320 с.
7. Мхитарян Н.М. Энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников (Опыт и перспективы).– Киев, «Наукова думка», 1999.– 320 с.
8. Дзензерский В.А., Плаксин С.В., Погорелая Л.М, Толдаев В. Г. Системы управления и энергообеспечения магнитолевитирующего транспорта. – Киев: Наукова думка, 2014. – 276 с.
9. Бекіров Е.А. Автономні джерела електроживлення на базі сонячних батарей.– Сімферополь: ВД «АРІАЛ», 2011.– 484 с.
10. Соловей О.І. Нетрадиційні та поновлювані джерела енергії.– Черкаси, ЧДТУ, 2007.– 491 с.
11. Дзензерский В. А., Плаксин С. В., Житник Н. Е., Погорелая Л.М., Соколовский И. И. Принципы построения гибридных ветро-солнечных энергоустановок // Електротехніка та електроенергетика.– 2007.– № 1.– С. 67 – 72.