

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ
ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО**

Факультет механіки, енергетики та інформаційних технологій
Кафедра енергетики

ПОГОДЖЕНО

Гарант ОПП «Відновлювані
джерела енергії та
гідроенергетика»
Сергій КОРОБКА _____
(ім'я та прізвище, підпис)
«28» серпня 2025 року

ЗАТВЕРДЖЕНО

Декан факультету механіки,
енергетики та інформаційних
технологій
Степан КОВАЛИШИН _____
(ім'я та прізвище, підпис)
«28» серпня 2025 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ВІТРОЕНЕРГЕТИКА»**

рівень вищої освіти	<u>перший (бакалаврський)</u> (назва освітнього рівня)
галузь знань	<u>14 Електрична інженерія</u> (назва галузі знань)
спеціальність	<u>145 «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика»</u> (назва спеціальності)
освітня програма	<u>«Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика»</u> (назва)
вид дисципліни	<u>обов'язкова</u> (обов'язкова / за вибором)
програма навчання	_____ (повна/ скорочена)

2025–2026 навчальний рік

Робоча програма «Вітроенергетика»

(назва навчальної дисципліни)

Укладачі: Головко В.М. – д.т.н., професор кафедри енергетики, Сиротюк С.В. – к.т.н., доцент кафедри енергетики, Станицький Т.О. – старший викладач кафедри енергетики

(вказати укладачів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри енергетики

Протокол № 2 від «26.08.2025 року»

Завідувач кафедри енергетики _____



(Сергій СИРОТЮК)

Погоджено навчально-методичною комісією спеціальності «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика»

(назва спеціальності)

Протокол № 1 від «28.08.2025 року»

Голова НМКС _____

Віталій БОЯРЧУК

(підпис, ім'я та прізвище)

Схвалено рішенням навчально-методичної ради факультету МЕІТ

(назва факультету)

Протокол № 1 від «28.08.2025 року»

Голова НМРФ _____

Степан КОВАЛИШИН

(підпис, ім'я та прізвище)

Ухвалено вченою радою факультету МЕІТ протокол №1 від «28.08.2025 року»

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Всього годин	
	денна форма здобуття освіти	заочна форма здобуття освіти
Семестр	4	4
Кількість кредитів/годин	5/150	8/240
Усього годин аудиторної роботи	80	30
в т.ч.:		
• лекційні заняття, год.	32	14
• практичні заняття, год.	—	—
• лабораторні заняття, год.	48	16
• семінарські заняття, год.	—	—
Усього годин самостійної роботи	70	210
Форма контролю	Іспит	Іспит

Примітка.

Частка аудиторного навчального часу студента у відсотковому вимірі:

для денної форми здобуття освіти – 53 %

для заочної форми здобуття освіти – 12,5 %

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою навчальної дисципліни Вітроенергетика є формування у майбутніх фахівців теоретичних основ та практичних умінь і навиків з конструкції засобів перетворення поступального руху вітрового потоку в електричну енергію й обґрунтування технологічних рішень її раціонального використання залежно від поставлених цілей, природних умов та інших впливових чинників, з метою зниження рівня споживання традиційних енергетичних ресурсів, підвищення рівня надійності енергозабезпечення.

Завдання навчальної дисципліни передбачають:

- формування у здобувачів вищої освіти теоретичних знань та практичних умінь щодо основ конструкції засобів перетворення поступального руху вітрового потоку в електричну енергію й обґрунтування технологічних рішень її раціонального використання;
- набуття навичок з оцінки ефективності засобів перетворення поступального руху вітрового потоку в електричну енергію;
- набуття навичок використання сучасних програмних засобів для розрахунку параметрів засобів перетворення поступального руху вітрового потоку в електричну енергію;
- підготовка майбутніх фахівців до прийняття інженерних рішень, спрямованих на підвищення ефективності, надійності та конкурентоспроможності енергетичних систем традиційної та відновлюваної енергетики.

Пререквізити: для успішного опанування курсу «Вітроенергетика» необхідно володіти знаннями із суміжних курсів: Вища математика, Фізика, Хімія, Теплотехніка, Теоретичні основи електротехніки, Електричні машини та апарати, Інформаційні та комунікаційні технології, Потенціал відновлюваних джерел енергії.

Постреквізити: вивчення дисципліни «Вітроенергетика» створює підґрунтя для опанування низки спеціальних фахових дисциплін, серед яких: Проектування, монтаж та експлуатація систем відновлюваної енергетики, Економіка енергетики, завершальної освітньої компоненти – підготовки бакалаврської кваліфікаційної роботи (проекту).

Відповідно до освітньо-професійної програми «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика» вивчення дисципліни забезпечує набуття здобувачами таких компетентностей та програмних результатів навчання:

Індекс в матриці ОПП	Програмні компоненти
1	2
Інтегральна компетентність	Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі відновлюваних джерел енергії та гідроенергетики або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів фізики та інженерних наук і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.
Загальні компетентності	➤ Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій ➤ Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел
Фахові (спеціальні) компетентності	• Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інженерних дисциплін для розв'язання складних задач з відновлюваних джерел енергії та гідроенергетики. • Здатність розуміти і застосовувати фізичні принципи і математичні методи, необхідні в галузі відновлюваних джерел енергії та гідроенергетики. • Здатність виявляти, класифікувати і описувати ефективність систем і компонентів енергосистеми на основі використання аналітичних методів, моделювання та експериментальних досліджень. • Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію обладнання відновлюваних джерел енергії та гідроенергетики. • Здатність забезпечувати моделювання електротехнічних об'єктів і технологічних процесів виробництва, передачі та розподілу електричної енергії з використанням стандартизованих пакетів і засобів автоматизації інженерних розрахунків, проводити експерименти за заданими методиками з обробкою й аналізом результатів. • Здатність вирішувати проблеми якості в енергетичній галузі. • Здатність вирішувати питання інтелектуальної власності. • Здатність застосовувати методики вибору енергетичного обладнання відповідно до природних умов. • Проектувати обладнання відновлюваних джерел енергії, гідроелектростанцій, гідроакумуляуючих електростанцій. • Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики. • Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу.
Програмні результати навчання	○ Використовувати сучасні інформаційні технології та спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач професійної діяльності. ○ Знання і розуміння наукових принципів, що лежать в основі енергетичної галузі, навички застосування сучасних математичних, фізичних та інженерних методів для розв'язання складних задач

	професійної діяльності. ○ Систематизовані знання і розуміння ключових аспектів та концепцій в галузі відновлюваної енергетики та гідроенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії. ○ Розробляти проекти згідно із визначеними та описаними вимогами до конструкцій, технологічних схем, режимів роботи обладнання, характеристик енергетичних ресурсів, відповідних матеріалів, що застосовуються при аналізі процесів і проектуванні енергетичних установок і апаратів перетворення відновлюваних джерел енергії та гідроенергетики, а також технічними умовами та іншими нормативними документами. ○ Знати існуючі підходи до проектування, виготовлення, випробувань та експлуатації обладнання та устаткування відновлюваної енергетики та гідроенергетики. ○ Знати методи і порядок проектування об'єктів відновлюваної енергетики та гідроенергетики. ○ Знати існуючі конструкції обладнання та устаткування призначеного для перетворення енергії відновлюваних джерел в електричну та інші види енергій. ○ Знати заходи підтримки та зміни режимів роботи систем електроживлення, об'єктів відновлюваної енергетики, систем блискавкозахисту та захисту від перенапруг. ○ Знати фактори, що призводять до виникнення незворотних процесів в устаткуванні та обладнанні електричних станцій та об'єктів відновлюваної енергетики та гідроенергетики.
--	---

3. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви тем	Кількість годин											
	денна форма здобуття освіти (ДФЗО)						заочна форма здобуття освіти (ЗФЗО)					
	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
Тема 1	14	4		4		6	33	2		1		30
Тема 2	29	6		16		7	36	2		4		30
Тема 3	13	6		0		7	34	4		0		30
Тема 4	33	6		20		7	40	2		8		30
Тема 5	19	6		6		7	34	2		2		30
Тема 6	12	4		2		6	33	2		1		30
Підготовка до навчальних занять та контрольних заходів	30					30	30					30
Усього годин	150	32		48		70	240	14		16		210

4. ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст	Кількість годин	
		ДФЗО	ЗФЗО
1	Тема 1. Загальні аспекти та особливості розвитку вітроенергетики 1.1. Загальні відомості 1.2. Нормативно-правова база галузі вітроенергетики 1.3. Історія розвитку вітроенергетики 1.4. Сучасний стан та перспективи розвитку вітроенергетики 1.5. Особливості вибору місця встановлення вітроустановок 1.6. Вплив вітроенергетики на навколишнє середовище та людину 1.7. Економіка вітроенергетики	4	2
2	Тема 2. Вітроприймальні елементи та пристрої 2.1. Типи вітроприймальних пристроїв 2.2. Сила лобового тиску вітру 2.3. Взаємодія вітру з похилою поверхнею 2.4. Сили і моменти, що діють на лопать 2.5. Умови обтікання лопаті під час її обертання 2.6. Ротор горизонтально-осьової вітроенергетичної установки 2.7. Швидкохідність ротора	6	2
3	Тема 3. Теорія горизонтально-осьового ротора 3.1. Класична модель ідеального ротора 3.2. Імпульсний варіант класичної моделі ідеального ротора 3.3. Рівняння зв'язку для елемента реального ротора 3.4. Момент і потужність реального ротора 3.5. Потужність горизонтально-осьової вітроустановки 3.6. Режим роботи ротора вітроустановки	6	4
4	Тема 4. Електромеханічна система вітроелектричних установок 4.1. Класифікація вітроустановок 4.2. Параметричні ряди вітроелектричних установок 4.3. Структурні схеми вітроустановок 4.4. Схеми вітроенергетичних систем 4.5. Електрогенератори вітроелектричних установок 4.6. Способи і засоби регулювання вихідної потужності вітроелектричних установок	6	2
5	Тема 5. Основи конструювання вітроелектричних установок 5.1. Загальні засади конструювання вітроенергетичних установок 5.2. Визначення параметрів вітрового ротора 5.3. Визначення параметрів мультиплікатора 5.4. Визначення параметрів електрогенератора 5.5. Визначення параметрів системи керування вітроенергетичною установкою 5.6. Визначення параметрів інверторів 5.7. Визначення параметрів системи акумулювання електроенергії	6	2
7	Тема 6. Робота вітроелектричної установки на електромережу 7.1. Загальні аспекти сумісної роботи вітроелектричної установки з електромережею	4	2

	7.2. Місце приєднання вітроустановки до електромережі 7.3. Коливання напруги 7.4. Гармоніки в системі генерування електроенергії вітроелектричною установкою 7.5. Втрати потужності в електромережах 7.6. Вплив вітроелектричної установки на якість електроенергії		
Усього годин		32	14

5. ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст	Кількість годин	
		ДФЗО	ЗФЗО
1	Ознайомлення із нормативно-правовою документацією у галузі вітроенергетики	4	1
2	Вітроприймальні пристрої вітроенергетичних установок та їх технологічний розрахунок	8	2
3	Аеродинамічне дослідження лопатей та вітрового ротора	8	2
4	Дослідження структури вітроелектричних установок	4	2
5	Дослідження структури та будови вітроелектричних установок конструкції ЛНУП	4	2
6	Дослідження електромеханічної системи вітроелектричних установок	6	2
7	Визначення характеристик трифазного синхронного генератора вітроелектричної установки зі збудженням від постійних магнітів	6	2
8	Розрахунок параметрів вітроелектричних установок	6	2
9	Дослідження параметрів та режимів роботи малогабаритної вітроелектричної установки	2	1
Усього годин		48	16

6. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст	Кількість годин	
		ДФЗО	ЗФЗО
1	Нормативно-правова база державного стимулювання розвитку вітроенергетики	6	30
2	Особливості взаємодії вітрового потоку з малопоширеними вітровими роторами	7	30
3	Основи теорії вертикально-осьових вітроенергетичних установок	7	30
4	Особливості конструкції ефективність вітроелектричних установок	7	30
5	Компоновочні схеми вітроелектричних установок мегаватного класу	7	30
6	Способи та засоби для боротьби з спотворенням форми синусоїди інверторами.	6	30
Підготовка до навчальних занять та контрольних заходів		30	30
Усього годин		70	210

7. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Навчання з дисципліни «Вітроенергетика» здійснюється із застосуванням сучасних інтерактивних та практикоорієнтованих методів, що поєднують словесні (лекція, пояснення, дискусія), наочні (демонстрація, робота з мультимедійними матеріалами) та активні форми (групові проекти, семінари-дискусії, моделювання ситуацій, аналіз кейсів). Використання методів мозкового штурму, проблемно-орієнтованих і дослідницьких підходів сприяє розвитку критичного та креативного мислення, уміння працювати в команді й приймати ефективні управлінські рішення. Ефективність забезпечується залученням сучасних цифрових інструментів, програмних засобів для планування й контролю, а також роботи з професійною літературою та науковими публікаціями.

8. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Оцінювання результатів навчання студентів здійснюється проведенням поточного та підсумкового контролю.

Поточний контроль здійснюється під час лабораторних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання відповідної роботи. Форми проведення поточного контролю – усне та письмове опитування, тестовий контроль.

Підсумковий контроль проводиться з метою оцінювання результатів навчання на завершальному етапі вивчення дисципліни. Підсумковий контроль здійснюється у формі екзамену.

9. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Успішність студента оцінюється шляхом проведення поточного та підсумкового контролю.

Максимальна кількість балів з дисципліни «Вітроенергетика», яку може отримати студент протягом семестру за всі види роботи, становить 100, при цьому 50 балів за результатами поточного оцінювання, та 50 – за результатами екзаменаційного контролю.

Результати **поточного контролю** оцінюються за чотирибальною («2», «3», «4», «5») шкалою. В кінці семестру обчислюється середнє арифметичне значення (САЗ) усіх отриманих студентом оцінок з наступним переведенням його у 50-ти бальну шкалу за формулою:

$$ПК = 10 \cdot САЗ$$

Критерії оцінювання знань студентів

Оцінка	Критерії оцінювання
5 («відмінно»)	У повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано його викладає, глибоко і всебічно розкриває зміст, використовуючи обов'язкову та додаткову літературу. Правильно вирішив 90% тестових завдань.
4 («добре»)	Достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає, в основному розкриває зміст завдань, використовуючи обов'язкову літературу. При викладанні окремих питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються несуттєві неточності й незначні помилки. Правильно вирішив більшість тестових завдань.
3 («задовільно»)	У цілому володіє навчальним матеріалом, викладає його основний зміст, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допускаючи окремі суттєві неточності та помилки. Правильно вирішив близько половини тестових завдань.
2 («незадовільно»)	Не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Викладає матеріал фрагментарно та поверхово, без аргументації й

	обґрунтування, недостатньо розкриває зміст теоретичних і практичних завдань, допускає суттєві неточності. Правильно вирішив меншість тестових завдань.
--	--

Переведення підсумкових рейтингових оцінок з дисципліни, виражених у балах за 100-бальною шкалою, у оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS.

Таблиця 1 – **Шкала оцінювання: національна та ECTS**

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, диференційованого заліку, курсового проєкту (роботи), практики	для заліку
90–100	A	відмінно	зараховано
82–89	B	добре	
74–81	C		
64–73	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

10. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Головка В. М., Сиротюк С. В., Станицький Т. О. Ознайомлення із нормативно-правовою документацією у галузі вітроенергетики. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни "Вітроенергетика". Дубляни, 2025. 14 с.
2. Головка В. М., Сиротюк С. В., Станицький Т. О. Технологічний розрахунок вітроприймальних елементів та пристроїв. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни "Вітроенергетика". Дубляни, 2025. 16 с.
3. Головка В. М., Сиротюк С. В., Станицький Т. О. Аеродинамічне дослідження лопатей та вітрового ротора. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни "Вітроенергетика". Дубляни, 2025. 26 с.
4. Головка В. М., Сиротюк С. В., Станицький Т. О. Ознайомлення із структурою вітроелектричних установок. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни "Вітроенергетика". Дубляни, 2025. 10 с.
5. Головка В. М., Сиротюк С. В., Станицький Т. О. Дослідження структури та будови вітроелектричної установки В-3. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни "Вітроенергетика". Дубляни, 2025. 9 с.
6. Головка В. М., Сиротюк С. В., Станицький Т. О. Дослідження електромеханічної системи вітроелектричних установок. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни "Вітроенергетика". Дубляни, 2025. 19 с.

7. Головка В. М., Сиротюк С. В., Станицький Т. О. Визначення характеристик трифазного синхронного генератора вітроелектричної установки зі збудженням від постійних магнітів. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни "Вітроенергетика". Дубляни, 2025. XX с.
8. Головка В. М., Сиротюк С. В., Станицький Т. О. Розрахунок параметрів вітроелектричних установок. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни "Вітроенергетика". Дубляни, 2025. 18 с.

11. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Головка В.М. Вітроенергетика: навч. посіб. Київ : НТУУ "КПІ", 2019. 88 с.
2. Кудря С. О., Головка В. М. Основи конструювання енергоустановок з відновлюваними джерелами енергії: навч. посіб. Київ : НТУУ "КПІ", 2011. 184 с.
3. Вітроенергетика: монографія. / За заг. ред. С. О. Кудрі. Київ : Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2023. 135 с.
4. Сиротюк С. В., Боярчук В. М., Гальчак В. П. Альтернативні джерела енергії. Енергія вітру. Львів : "Магнолія 2006", 2017. 182 с.
5. Півняк Г., Шкрабець Ф., Нойбергер Н., Ципленков Д. Основи вітроенергетики: підручник. Д. : ДГУ, 2015. 335 с.
6. Lubośny Z. Elektrownie wiatrowe w systemie elektroenergetycznym. Warszawa : WNT, 2007. 277 s.
7. Stiebler M. Wind Energy Systems for Electric Power Generation. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008. 193 p.
8. Дудюк Д. Л., Мазепа С. С., Гнатишин Я. М. Нетрадиційна енергетика: основи теорії та задачі: Навч. посіб. Львів: "Магнолія 2006", 2008. 88 с.
9. Оніпко О. Ф., Коробко Б. П., Миханюк В. М. Вітроенергетика та енергетична стратегія. К.: УАН, Фенікс, 2008. 168 с.
10. Maj J., Kwiatkiewicz P. Energetyka wiatrowa w wybranych aspektach. Poznan : Wojskowa Akademia Techniczna, 2016. 246 s.
11. Lubośny Z. Farmy wiatrowe w systemie elektroenergetycznym. Warszawa : WNT, 2013. 348 s.
12. Klugmann-Radziemska E. Odnawialne Źródła Energii: przykłady obliczeniowe. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej. Gdańsk, 2022. 100 s.

12. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського: <http://www.nbuv.gov.ua/>;
2. Львівська національна наукова бібліотека України імені Василя Стефаника: <http://www.lsl.lviv.ua/>;
3. Національна наукова сільськогосподарська бібліотека Національної академії аграрних наук: <http://www.dnsgb.com.ua/>;
4. Львівська обласна універсальна наукова бібліотека: <http://lounb.org.ua/>.
5. Бібліотечно-інформаційні ресурси – [книжковий фонд](#), періодика та фонди на [електронних носіях](#) бібліотеки ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького, державних органів науково-технічної інформації, наукових, науково-технічних бібліотек та інших наукових бібліотек України.
6. «Вітроенергетика». [Електронний ресурс] : офіційний сайт. – URL: <https://moodle.lnup.edu.ua/course/view.php?id=10843>.
7. <https://uwea.com.ua/ua/>