

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



СИЛАБУС ВИБІРКОВОГО ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТУ

«Застосування сонячної енергії»

Мова навчання – *українська*

Шифр та найменування галузі знань *14 «Електрична інженерія»*

Код та найменування спеціальності *141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»*

Освітньо-професійна програма *Екоенергетика та інтелектуальна електромеханіка*

Ступінь вищої освіти *бакалавр*

Затверджено на засіданні

Методичної Ради зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електромеханіка» галузі знань 14 «Електрична інженерія» « 18 » квітня 2024 р. протокол № 7.

Реєстраційний номер в навчальному відділі
R31-08/2024-25

1. Загальна інформація

Кафедра: Екоенергетики, термодинаміки та прикладної екології

Викладач: **Халак В'ячеслав Федорович**, викладач кафедри екоенергетики, термодинаміки та прикладної екології, доктор філософії

Профайл **Контакти:**
khalak@cloud.ontu.edu.ua,
068-060-03-94



Освітній компонент викладається на 3 курсі у 1 семестрі

Кількість: кредитів — 5, годин — 150

Аудиторні заняття, годин:	всього		лекції	практичні
денна	50		26	24
заочна	10		4	6
Самостійна робота, годин	Денна –	100	Заочна – 140	

Розклад занять

2. Анотація освітнього компоненту

Освітній компонент (ОК) "Застосування сонячної енергії" дозволить студентам ознайомитися з теоретичними основами електроенергетичного обладнання, що використовує відновлювані джерела енергії, вивчити електротехнічні аспекти функціонування енергетичних систем на основі відновлюваних джерел, та освоїти методи проектування, експлуатації та моделювання енергетичних систем.

Енергія Сонця є основним і найбільш потужним відновлюваним джерелом енергії на Землі. Доля сонячної енергії у енергетичному балансі України і багатьох інших країн у майбутньому незмінно зростатиме. Тому вивчення особливостей цього виду енергії та можливих напрямків її застосування є фундаментальною складовою освітньо-професійної програми «Екоенергетика та інтелектуальна електромеханіка».

Матеріал курсу містить наступні складові: основні фізичні характеристики сонячного випромінювання за межами атмосфери і на поверхні Землі; аналіз розподілу сонячної енергії в залежності від географічних і кліматичних умов; математичні моделі для розрахунку потужності випромінювання для заданого приймача; класифікація і конструктивні рішення для теплових колекторів сонячної енергії; системи сонячного опалення і гарячого водопостачання; безпосереднє перетворення сонячної енергії у електричну (фотовольтаїка); теорія фотоелектричних перетворень, сучасні і перспективні фотоелектричні матеріали, перспективи зростання ККД фотоелектричних перетворювачів; глобальні і локальні фотоелектричні системи; проблеми акумулювання сонячної енергії і перспективні технології для їх вирішення; концентратори сонячної енергії, теорія і розрахунок; теплові сонячні електростанції різних типів; методи розробки проєктів сонячної енергетики; новітні технології сонячної енергетики: фотовольтаїка, текстильвольтаїка.

Освітній компонент «Застосування сонячної енергії» базується на знаннях, отриманих здобувачем вищої освіти в результаті вивчення освітніх компонент «Вища математика», «Вступ до фаху», «Фізика», «Прикладна електродинаміка», «Українська мова (за професійним спрямуванням)», «Теоретичні основи електротехніки», «Основи метрології та

електричні вимірювання», «Електроматеріалознавство», «Електричні мережі та системи», «Електричні машини», «Основи електропостачання підприємств», «Екологія за професійним спрямуванням», «Теоретична та прикладна електромеханіка».

3. Мета освітнього компоненту

Мета курсу полягає в тому, щоб дати студентові уявлення про фізичні явища, що дозволяють перетворити енергію сонячного випромінювання у зручну і звичну для споживання форму теплової або електричної енергії, привчити його до інженерного мислення і творчого використання як математичного апарату, так і інформації про наявні розробки в галузі сонячної енергетики, та підготувати студента до самостійної дослідницької або виробничої діяльності.

В результаті вивчення курсу студенти повинні

знати:

- основні фізичні характеристики сонячного випромінювання за межами атмосфери і на поверхні Землі;
- розподіл сонячної енергії в залежності від географічних і кліматичних умов;
- математичні моделі для розрахунку потужності випромінювання для заданого приймача;
- класифікацію і конструктивні рішення для теплових колекторів сонячної енергії;
- теорію фотоелектричних перетворень, сучасні і перспективні фотоелектричні матеріали.

вміти:

- розраховувати щільність потоку променевої енергії від Сонця для заданих географічних умов, для заданого дня року та часу в дні;
- визначати вплив орієнтації приймача випромінювання на потік отриманої сонячної енергії та вибирати оптимальну орієнтацію приймача;
- здійснювати вибір необхідного типу перетворювачів сонячної енергії залежно від задач проекту;
- розрахувати концентратори сонячної енергії та здійснювати вибір необхідних матеріалів для їх втілення;
- розраховувати необхідну площу сонячного поля для проектів сонячної енергетики різного складу;
- вибирати необхідне обладнання для акумулювання та перетворення електричної енергії, отриманої у фотоелектричних системах.

4. Компетентності та програмні результати навчання

У результаті вивчення освітнього компоненту «Застосування сонячної енергії» здобувач вищої освіти отримує наступні програмні компетентності та програмні результати навчання, які визначені в Стандарті вищої освіти зі спеціальності № 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка та освітньо-професійній програмі «Екоенергетика та інтелектуальна електромеханіка» підготовки бакалаврів.

Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів фізики та інженерних наук і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

ЗК 02 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 03 Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

СК18 Здатність виконувати професійні обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища.

СК19 Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

СК20 Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

СК22* Здатність до опанування міжнародного та вітчизняного досвіду з енергетики, електротехніки та електромеханіки

Програмні результати навчання:

ПРН 04. Знати принципи роботи біоенергетичних, вітроенергетичних, гідроенергетичних та сонячних енергетичних установок.

ПР 18 Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

ПРН 20* Аналізувати розвиток енергетичних та природоохоронних систем на національному та міжнародному рівнях

5. Інформаційний обсяг освітнього компоненту

5.1 Перелік лекційних занять

Тема	Зміст теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	Загальні положення та освоєння відновлюваних джерел енергії. Способи виробництва електричної енергії з сонячного випромінювання	2	0.3
2.	Теоретичні основи сонячної енергетики. Основні величини які впливають на надходження сонячного випромінювання.	2	0.2
3.	Сонячні енергетичні ресурси та напрями їх використання. Аналіз світового та українського потенціалу сонячної енергії.	2	0.2
4.	Основи сонячної електроенергетики. Принципи перетворення сонячної радіації на електричну енергію (фотоефект). Використання сонячної енергії для побутових потреб	2	0.3
5.	Класифікація та основні типи сонячних фотовольтаїчних систем.	2	0.2
6.	Системи накопичення енергії. Акумуляторні батареї. Сучасні розробки систем накопичення електричної енергії	2	0.3
7.	Проектування автономних систем: оцінка навантаження, розміри батареї та PV-масиву	2	0.3
8.	Застосування фотобатарей у приватних господарствах України. Особливості вибору, встановлення та експлуатації фотоелектричних систем.	2	0.3
9.	Сонячна теплоенергетика. Принцип дії, класифікація та конструкції сонячних колекторів.	2	0.3
10.	Системи сонячного теплопостачання. Інтеграція сонячних колекторів у системи гарячого водопостачання та опалення.	2	0.3
11.	Поняття комбінованої енергосистеми та комплексні енергетичні системи. Роль сонячної енергії в мережевих та автономних гібридних системах.	2	0.3
12.	Оптимізація та приклади комбінування сонячної енергії з іншими відновлюваними джерелами	2	0.2
13.	Випробування сонячних теплових та фотоелектричних систем	2	0.2
14.	Застосування водню у відновлюваній енергетиці. Виробництво	2	0.3

	водню за допомогою сонячної електроенергії (електроліз) та його використання.		
15.	Монтаж та експлуатація сонячних теплових систем. Монтаж та експлуатація сонячних PV систем.	2	0.2
16.	Сонячні високотемпературні системи для парових циклів	2	0.2
Разом за ОК:		32	4

5.2 Перелік практичних робіт

№ з/п	Назва практичної/лабораторної роботи	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	<i>Розрахунок надходження кількості сонячного випромінювання на поверхню.</i>	2	0.5
2.	<i>Розрахунок параметрів сонячної електростанції баштового типу</i>	2	0.5
3.	<i>Розрахунок параметрів сонячної електростанції з використанням лінз Френеля</i>	2	0.5
4.	<i>Розрахунок ефективності сонячного теплового колектора з різними кількостями прозорих покриттів.</i>	2	0.5
5.	<i>Компонування, вимоги та розрахунок розташування сонячних фотомодулів</i>	2	0.5
6.	<i>Розрахунок сонячного теплового колектору для підприємства.</i>	2	0.5
7.	<i>Розрахунок сонячного електричного колектора. Розрахунки напруги на вході в інвертор</i>	2	0.5
8.	<i>Розрахунок сонячної системи для електролізу</i>	2	0.5
9.	<i>Розрахунок теплового колектора прямої дії</i>	2	0.5
10.	<i>Розрахунок сонячного теплового колектора непрямої дії</i>	2	0.5
11.	<i>Розрахунок сонячних PV систем з використанням PV плівки</i>	2	0.5
12.	<i>Розрахунок та підбір елементів геліоустановки для систем опалення</i>	2	0.5
Всього за ОК:		24	6

5.3 Перелік завдань до самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	<i>Розробка презентаційних матеріалів та доповідь на одну з тем: Високотемпературні сонячні електростанції; Концентруючі сонячні системи; Тонкоплівкові технології в PV; Оптимізація потужності: принцип роботи та порівняння контролерів MPPT та PWM; DC-DC перетворювачі в PV-системах; Компонування та проектування фотомодулів; PV-системи для електролізу; Сонячні теплові системи для опалення будівель; Сонячні теплові системи для опалення теплиць.</i>	30	30
2.	<i>Опрацювання теоретичного матеріалу</i>	60	70
3.	<i>Опрацювання та виконання практичних завдань не розглянутих на заняттях</i>	10	35
Всього за ОК:		100	135

6. Система оцінювання та вимоги

Контроль успішності навчання здобувача проводиться у формах вхідного, поточного і підсумкового контролів.

Вхідний контроль якості навчання здійснюється на початку курсу проведенням перевірки залишкових знань здобувачів за ОК, що забезпечують вивчення даного освітнього

компоненту (діагностика первинних знань здобувачів).

Формами поточного контролю є:

- письмові контрольні роботи за окремими темами або модульні контрольні роботи;
- тестування знань здобувачів з певних тем або з певних окремих питань ОК;
- виконання практичних робіт;
- усне опитування;

Підсумковий контроль – **екзамен**.

Нарахування балів:

Вид роботи, що підлягає контролю	Максимальна кількість оціночних балів	
	Денна	Заочна
Змістовний модуль 1. Застосування сонячної енергії		
Лекційний курс*	-	-
Практичні роботи*	48	48
Самостійна робота*	22	22
Всього за змістовний модуль 1	70,0	70,0
Екзамен	30,0	30,0
Всього	100,0	

*Є можливість визнання результатів неформальної освіти відповідно до п.2 Положення про порядок перезарахування результатів навчання (навчальних дисциплін) в Одеському національному технологічному університеті.

Критерії оцінювання програмних результатів навчання здобувачів
Підсумковий контроль – екзамен

24,9 – 30 балів	<i>Здобувач демонструє вичерпні та глибокі знання всього навчального матеріалу, вільно застосовує розвинені вміння та навички у стандартних і нестандартних ситуаціях, формулює чіткі й обґрунтовані висновки, приймає виважені рішення, вільно володіє науковою термінологією та демонструє високу комунікативну культуру.</i>	<i>відмінно</i>
18,7 – 24,8 балів	<i>якщо здобувач виявляє децю обмежені знання навчального матеріалу, допускає окремі несуттєві помилки й неточності</i>	<i>дуже добре</i>
12,5 – 18,6 балів	<i>якщо здобувач засвоїв основний навчальний матеріал, володіє необхідними вміннями та навичками для вирішення стандартних завдань, проте при цьому допускає неточності, не виявляє самостійності суджень, демонструє недоліки комунікативної культури</i>	<i>добре</i>
6,3 – 12,4 балів	<i>якщо здобувач відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень; з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих; володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий</i>	<i>достатньо</i>
0 – 6,2 балів	<i>якщо здобувач володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу; володіє матеріалом на рівні елементарного</i>	<i>незадовільно</i>

	розпізнання і відтворення окремих фактів, елементів, об'єктів	
--	---	--

Практичні роботи (оцінювання однієї роботи)

3,3 – 4,0 балів	Практична робота відпрацьована та вчасно здана, надані повні обґрунтовані відповіді	відмінно
2,5 – 3,2 балів	Практична робота відпрацьована та вчасно захищена, при відповіді допущені неточності	дуже добре
1,7 – 2,4 балів	Практична робота відпрацьована, відповіді неповні, допущені помилки	добре
0,9 – 1,6 балів	Практична робота відпрацьована, відповіді незадовільні, допущені грубі помилки	достатньо
0 – 0,8 балів	Практична робота не відпрацьована або дані незадовільні відповіді	незадовільно

Самостійна робота

17 – 22 бали	Самостійні роботи відпрацьовані та вчасно захищені, надані повні обґрунтовані відповіді	відмінно
12 – 16 балів	Самостійні роботи відпрацьовані та вчасно захищені, при відповіді допущені неточності	дуже добре
7 – 11 балів	Самостійні роботи відпрацьовані, відповіді неповні, допущені помилки	добре
4 – 6 балів	Самостійні роботи відпрацьовані, відповіді незадовільні, допущені грубі помилки	достатньо
0 – 3 балів	Самостійні роботи не відпрацьовані або дані незадовільні відповіді	незадовільно

7. Засоби діагностики успішності навчання

Методи навчання, які використовуються у процесі проведення занять та самостійних робіт:

Лекційні заняття: Словесні методи: розповідь, пояснення, бесіда, дискусія; Наочні: ілюстрація, спостереження, демонстрація; пояснювально-демонстративний метод, проблемний виклад.

Практичні заняття: аналіз конкретних ситуацій (проблемних, звичайних, нетипових); групове обговорення питання; дискусії, виконання ситуаційно-розрахункових задач, інтерактивні методи навчання (проблемне навчання, робота в малих групах, кейс-метод, мозковий штурм, проєктний метод), тренінг, технології ситуативного моделювання, технології опрацювання дискусійних питань.

Самостійна робота (реферати, доповіді з презентаціями, індивідуальні навчально-дослідні завдання тощо): робота з навчально-методичними матеріалами, робота зі статистично-аналітичними звітами, складання планової та звітної документації, науково-дослідна робота студентів (методи пізнання, аналогій, оцінка, ілюстрація тощо), складання скетчів за темами лекцій, реферування, конспектування.

8. Інформаційні ресурси

Базові (основні):

- Альтернативні джерела енергії та технології їх використання [Електронний ресурс] : підручник / В. В. Клименко, В. П. Солдатенко, С. П. Плешков та ін. ; за ред. В. В. Клименка ; Центральноукр. нац. техн. ун-т. — Кропивницький : Ексклюзив-Систем, 2023. — 268 с. URL: <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHNT.2215845>
- Альтернативні джерела енергії в системах електропостачання [Електронний ресурс] : підручник / С. М. Балюта, Д. М. Люлька, О. О. Серьогін, О. О. Осьмак ; Нац. ун-т харч.

- технологій. — Київ : НУХТ, 2024. — 397 с. URL: <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHNT.2751771>
3. Відновлювані джерела енергії [Електронний ресурс] : монографія / А. А. Барило, М. Бенменні, М. О. Будько та ін. ; за заг. ред. С. О. Кудрі. — Київ : Ін-т відновлюв. енергетики НАН, 2020. — 392 с. URL: <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHNT.2283733>
4. Штучний холод в енергетичних системах з відновлюваними джерелами енергії [Електронний ресурс] : навч. посіб. / О. С. Подмазко, Н. О. Піщанська ; Одес. нац. технол. ун-т. — Одеса : ОНТУ, 2023. — 184 с. URL: <https://elc.library.ontu.edu.ua/libraryw/DocumentDescription?docid=OdONAHNT.1983419>
5. Автоматизація систем нетрадиційної енергетики. Прибори автоматики, електронні контролери та схеми автоматизації [Електронний ресурс] : метод. вказівки / О. С. Подмазко ; Каф. екоенергетики, термодинаміки та прикладної екології. — Одеса : ОНТУ, 2022. — 34 с. — Електрон. текст. дані. URL: <https://elc.library.ontu.edu.ua/libraryw/DocumentDescription?docid=OdONAHNT.1985465>
6. Застосування енергії моря та землі [Електронний ресурс] : метод. вказівки по розрахунку енергії вітру / О. С. Подмазко ; Каф. термодинаміки та відновлюваної енергетики. — Одеса : ОНТУ, 2022. — 26 с. — Електрон. текст. дані. URL: <https://elc.library.ontu.edu.ua/libraryw/DocumentDescription?docid=OdONAHNT.19858614>

Додаткові:

1. Проектування установок нетрадиційної енергетики. Джерела тепла для первинного контуру теплового насосу : метод. вказівки до курсового (дипломного) проектування та самостійної роботи [Електронний ресурс] : для студентів, які навч. за спец. 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" / Ю. І. Дем'яненко ; Каф. екоенергетики, термодинаміки та прикладної екології. — Одеса : ОНТУ, 2022. — 73 с. URL: <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHNT.1887371>
2. Процеси та елементна база систем нетрадиційної енергетики [Електронний ресурс] : метод. вказівки використання теплового насоса в системах нетрадиційної енергетики / О. С. Подмазко ; Каф. термодинаміки та відновлюваної енергетики. — Одеса : ОНТУ, 2022. — 46 с. URL: <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHNT.1985897>
3. Силові перетворювачі відновлювальної енергетики [Електронний ресурс] : навч. посіб. / С. М. Бойко, І. В. Касаткіна, О. М. Городній, О. А. Жуков. — Варшава : iScience Sp. z.o.o., 2024. — 230 с. URL: <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHNT.2668673>
4. Експериментальні методи дослідження сонячних енергосистем метод вказівки до практ. занять та самост. роботи [Електронний ресурс] : для студентів, які навчаються за спец. 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" / Ю. І. Дем'яненко, В. Ф. Халак ; Каф. екоенергетики, термодинаміки та прикладної екології. — Одеса : ОНТУ, 2023. — 73 с. URL: <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHNT.2211157>
5. Офіційний сайт Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України. URL: <https://saee.gov.ua>
6. Renewable Energy World. URL: <https://www.renewableenergyworld.com>
7. International Energy Agency. URL: <https://www.iea.org>
8. National Renewable Energy Laboratory. URL: <https://www.nrel.gov>
9. International Renewable Energy Agency (IRENA). URL: <https://www.irena.org>
10. Процеси та елементна база систем нетрадиційної енергетики [Електронний ресурс] : метод. вказівки використання теплового насоса в системах нетрадиційної енергетики / О. С. Подмазко ; Каф. термодинаміки та відновлюваної енергетики. — Одеса : ОНТУ, 2022. — 46 с. — Електрон. текст. дані. URL: <https://elc.library.ontu.edu.ua/libraryw/DocumentDescription?docid=OdONAHNT.1985897>

9. Політика освітнього компоненту

Політика всіх освітніх компонент в ОНТУ є уніфікованою та визначена з урахуванням законодавства України, Корпоративному кодексу ОНТУ, Кодексу академічної доброчесності ОНТУ, Положення про організацію освітнього процесу ОНТУ, Положення про порядок перезарахування результатів навчання (навчальних дисциплін) в ОНТУ, вимог ISO 9001:2015 та роботодавців.

Викладач

/ПІДПИСАНО/

В'ячеслав ХАЛАК

Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри ЕТтаПЕ

Протокол від « 12 » квітня 2024 р. № 8.

Завідувач кафедри

/ПІДПИСАНО/

Юрій СЕМЕНЮК

ПОГОДЖЕНО:

Гарант ОП «Екоенергетика та
інтелектуальна електромеханіка»
к.т.н., доцент каф. ЕТтаПЕ

/ПІДПИСАНО/

Дмитро ІВЧЕНКО