

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»**

**Навчально-науковий інститут нафти і газу
Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики**



ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор із науково-педагогічної роботи


Богдан КОРОБКО
« 25 » 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

СОНЯЧНА ЕНЕРГЕТИКА
(назва навчальної дисципліни)

підготовки **бакалавра**
(назва ступеня вищої освіти)

освітньої програми **«Відновлювальна теплоенергетика, альтернативні види палива та захист довкілля»**
(назва освітньої програми)


спеціальності **183 Технології захисту навколишнього середовища**
(шифр і назва спеціальності)

**Полтава
2025 рік**

Робоча програма навчальної дисципліни «Сонячна енергетика» для студентів спеціальності 183 – Технології захисту навколишнього середовища. Складена відповідно до освітньої-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти «Відновлювана теплоенергетика, альтернативні види палива та захист довкілля», 2022р.

Розробники: Кутний Б.А., професор кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики, доктор технічних наук, доцент.

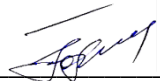
Погоджено

Гарант освітньо-професійної програми _____  (Ілляш О.Е.)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики

Протокол від «__» __серпня__ 2025 року № 1


Завідувач кафедри теплогазопостачання,
вентиляції та теплоенергетики
«__» __серпня__ 2025 року

 (Голік Ю.С.)

Схвалено навчально-методичною комісією інституту

Протокол від « 30 » __серпня__ 2025 року № 1

Голова навчально-методичної комісії інституту

 (Гаврик С.Ю.)

« 30 » __серпня__ 2025 року

1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників | Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти | Характеристика навчальної дисципліни |
|--|---|--|
| | | денна форма навчання |
| Кількість кредитів – 5,0 | Галузь знань <u>18 – виробництво та технології</u> (шифр і назва) | Обов'язкова |
| Загальна кількість годин – 150 | | |
| Модулів – 1 | Спеціальність <u>183 – «Технології захисту навколишнього середовища»</u> (шифр і назва) | Рік підготовки: |
| Змістових модулів – 1 | | 4-й |
| | | Семестр |
| | 7-й | |
| Індивідуальне завдання: - курсовий проект | Ступінь вищої освіти <u>бакалавр</u> | Лекції, год |
| | | 36 |
| | | Практичні, семінарські заняття, год |
| | | 24 |
| | | Лабораторні заняття, год |
| | | - |
| | | Самостійна робота, год |
| | | 45 |
| | | Індивідуальна робота |
| 45 | | |
| | | Вид контролю |
| | | екзамен |

Примітка.

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

для денної форми навчання – 60/90.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Сонячна енергетика» є отримання студентами знань, які дозволяють вирішувати такі типові задачі діяльності і проблеми: вибір типових схем отримання енергії від Сонця, або розробка такої схеми згідно з технічним завданням; розробка проекту енергогенеруючої установки з використанням типового обладнання; вибір або розробка заходів, що забезпечують функціонування устаткування з найвищою ефективністю.

Компетентності за ОПП:

К11 - Здатність обґрунтовувати, здійснювати підбір, розраховувати, проектувати, модифікувати, готувати до роботи та використовувати сучасну техніку і обладнання для захисту повітряного, водного середовища, раціонального землекористування, поводження з відходами.

К15 - Здатність до проектування систем і технологій захисту навколишнього середовища та забезпечення їх функціонування.

К19 - Здатність проектувати, конструювати системи відновлюваної тепло- та електроенергетики з урахуванням технічних, фінансових та екологічних критеріїв.

К20 - Здатність правильно обирати та застосовувати засоби автоматизації та обліку в екологотеплоенергетичних системах.

К21 - Здатність аналізувати та оцінювати енергетичні потреби систем різного призначення відповідно до сучасних концепцій вуглецево-нейтральної, циркулярної та цифрової економіки.

К22 - Здатність постійно розширювати власні знання про нові технології в тепло- та електроенергетиці й технологіях захисту навколишнього середовища.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Дисципліни, які мають бути вивчені раніше: «Безпека людини», «Іноземна мова (за професійним спрямуванням)», «Екологічна оцінка програмних та проектних рішень», «Енергетична та екологічна безпека», «Практика виробнича».

4. Очікувані результати навчання з дисципліни

Програмні результати навчання за ОПП:

ПР12 - Обирати інженерні методи захисту довкілля, здійснювати пошук новітніх техніко-технологічних й організаційних рішень, спрямованих на впровадження у виробництво перспективних природоохоронних розробок і сучасного обладнання, аналізувати напрямки вдосконалення існуючих природоохоронних і природо відновлюваних технологій забезпечення екологічної безпеки.

ПР15 - Вміти на основі технічного завдання приймати технічні рішення в сфері відновлюваної енергетики, пропонувати варіанти їх взаємодії із системами традиційної енергетики з урахуванням технічних, екологічних та фінансових критеріїв.

ПР19 - Вміти оцінювати географічні та кліматичні умови місцевості для застосування вітроенергетичних або сонячних електроенергетичних установок.

ПР20 - Вміти самостійно проводити теплоенергетичний аналіз та знати особливості обслуговування об'єктів відновлюваної енергетики за умови дотримання стандартів якості навколишнього природного середовища.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Критерієм успішного проходження здобувачем освіти підсумкового оцінювання може бути досягнення ним мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом вивчення навчальної дисципліни.

Мінімальний пороговий рівень оцінки варто визначати за допомогою якісних критеріїв і трансформувати в мінімальну позитивну оцінку числової (рейтингової) шкали.

| Сума балів | Значення ЄКТС | Оцінка за національною шкалою | Критерій оцінювання | Рівень компетентності |
|------------|---------------|-------------------------------|--|--|
| 90- 100 | А | Відмінно | Здобувач демонструє повні й міцні знання навчального матеріалу в обсязі, що відповідає робочій програмі дисципліни, правильно й обґрунтовано приймає необхідні рішення в різних нестандартних ситуаціях. Власні пропозиції здобувача в оцінках і вирішенні практичних задач підвищує його вміння використовувати знання, які він отримав при вивченні інших дисциплін. | Високий , що повністю забезпечує вимоги до знань, умінь і навичок, що викладені в робочій програмі дисципліни |
| 82- 89 | В | Добре | Здобувач демонструє гарні знання, добре володіє матеріалом, що відповідає робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та вміє застосовувати теоретичні положення при вирішенні практичних задач, але допускає окремі неточності. Вміє самостійно виправляти допущені помилки, кількість яких є незначною. | Достатній , що забезпечує здобувачу самостійне вирішення основних практичних задач |
| 74- 81 | С | Добре | Здобувач загалом добре володіє матеріалом, знає основні положення матеріалу, що відповідають робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та використовує для рішення характерних /типових практичних завдань на професійному рівні. Додаткові питання про можливість використання теоретичних положень для практичного використання викликають ускладнення. | Достатній , конкретний рівень, за вивченим матеріалом робочої програми дисципліни |

| | | | | |
|-------|-----------|---|--|---|
| 64-73 | D | Задовільно | Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни та розуміє постановку стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішення. Розуміє основні положення, що є визначальними в курсі, може вирішувати подібні завдання тим, що розглядалися з викладачем, але допускає значну кількість неточностей і грубих помилок, які може усувати за допомогою викладача. | Середній , що забезпечує достатньо надійний рівень відтворення основних положень дисципліни |
| 60-63 | E | Достатньо | Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни та розуміє постановку стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішення. Володіє основними положеннями, на рівні, який визначається як мінімально допустимий. Правила вирішення практичних завдань з використанням основних теоретичних положень пояснюються з труднощами. Виконання практичних завдань значно формалізовано: є відповідність алгоритму, але відсутнє глибоке розуміння роботи та взаємозв'язків з іншими дисциплінами. | Середній , що є мінімально допустимим у всіх складових навчальної дисципліни |
| 35-59 | FX | Незадовільно з можливістю повторного складання екзамену/заліку | Здобувач може відтворити окремі фрагменти з курсу. Незважаючи на те, що програму навчальної дисципліни здобувач виконав, працював він пасивно, його відповіді під час практичних і лабораторних робіт в більшості є невірними, необґрунтованими. Цілісність розуміння матеріалу з дисципліни у здобувача відсутня. | Низький , не забезпечує практичної реалізації задач, що формуються при вивченні дисципліни |
| 0-34 | F | Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни | Здобувач повністю не виконав вимог робочої програми навчальної дисципліни. Його знання на підсумкових етапах навчання є фрагментарними. Здобувач не допущений до здачі екзамену/заліку. | Незадовільний , здобувач не підготовлений до самостійного вирішення задач, які окреслює програма навчальної дисципліни |

6. Засоби діагностики результатів навчання

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання є: екзамен; стандартизовані тести; виконання курсового проекту та розрахунково-графічних робіт, презентація результатів виконаних практичних завдань.

7. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Сонячна енергетика

Тема 1. Світовий досвід та перспективи застосування геліоенергетики.

Вступ до дисципліни. Розвиток геліоенергетики у світі. Розвиток геліоенергетики в Україні. Класифікація геліоустановок.

Практичне заняття № 1.

Тема 2. Сонячне випромінювання.

Сонячне випромінювання. Потенційні можливості сонячної енергії. Складові випромінювання. Вплив земної атмосфери. Оцінювання сонячної енергії.

Практичне заняття № 2, 3.

Тема 3. Теплові сонячні колектори.

Класифікація та принцип роботи сонячних колекторів. Сонячні колектори плоского типу. Вакуумні трубчасті сонячні колектори. Фокусуючі сонячні колектори.

Практичне заняття № 4,5.

Тема 4. Проектування та експлуатація систем сонячного теплопостачання.

Конструкція геліоколекторних установок. Розрахунок сонячної радіації, що падає на колектор. Тепловий розрахунок системи сонячного теплопостачання. Розрахунок системи гарячого водопостачання за рахунок геліоколекторних установок. Розрахунок системи підтримання опалення за рахунок геліоколекторних установок. Наладка та введення до експлуатації геліоколекторних установок. Обслуговування та поточний ремонт геліоколекторних установок.

Практичні заняття № 6,7.

Тема 5. Фотоелектричні панелі.

Фотовольтаїка. Класифікація та особливості фотоелементів. Конструкції фотоелектричних панелей. Вольт-амперна характеристика фотоелектричних панелей.

Практичні заняття № 8, 9.

Тема 6. Сонячна фотоелектрична станція (ФЕС).

Класифікація, переваги та недоліки. Класифікація контролерів, робота з акумуляторами та з мережею. Проектування ФЕС та підбір обладнання, способи кріплення сонячних панелей. Експлуатація ФЕС.

Практичні заняття № 10, 11.

Тема 7. Сонячні теплові електростанції

Принцип роботи сонячних теплових електростанцій. Класифікація сонячних теплових електростанцій. Особливості експлуатації, монтажу та техніки безпеки.

Практичні заняття № 12.

8. Структура навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем | Кількість годин | | | | | | |
|---|-----------------|--------------|-----------|-----|-----|-----------|-----------|
| | денна форма | | | | | | |
| | усього | у тому числі | | | | | с.р. |
| | | л | п | лаб | інд | с.р. | |
| <i>1</i> | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| Модуль 1 | | | | | | | |
| Змістовий модуль 1. Сонячна енергетика | | | | | | | |
| Тема 1. Світовий досвід та перспективи застосування геліоенергетики. | 10 | 2 | 2 | | | 3 | |
| Тема 2. Сонячне випромінення. | 18 | 4 | 4 | | | 5 | |
| Тема 3. Теплові сонячні колектори. | 24 | 6 | 4 | | | 8 | |
| Тема 4. Проектування та експлуатація систем сонячного теплопостачання | 32 | 8 | 4 | | | 9 | |
| Тема 5. Фотоелектричні панелі. | 24 | 6 | 4 | | | 7 | |
| Тема 6. Сонячна фотоелектрична станція (ФЕС). | 32 | 8 | 4 | | | 10 | |
| Тема 7. Сонячні теплові електростанції | 10 | 2 | 2 | | | 3 | |
| Разом за змістовим модулем 1 | 105 | 36 | 24 | - | - | 45 | |
| Змістовий модуль 2. Курсовий проект | | | | | | | |
| Курсовий проект | 45 | | | | | 45 | |
| Усього годин | 150 | 36 | 24 | - | - | 45 | 45 |

* Враховано у тому числі у складі годин по відповідним темам.

9. Перелік питань для семінарських занять

| № питання | Назва питань | Кількість годин |
|-----------|------------------------------------|-----------------|
| | Семінарські заняття не передбачені | |

10. Перелік питань для практичних занять

| № заняття | Назва питань | Кількість годин |
|---------------------------|---|-----------------|
| Змістовий модуль 1 | | |
| 1 | Світовий досвід та перспективи застосування геліоенергетики. | 2 |
| 2,3 | Сонячне випромінення | 4 |
| 4, 5 | Теплові сонячні колектори | 4 |
| 6,7 | Проектування та експлуатація систем сонячного теплопостачання | 4 |
| 8, 9 | Фотоелектричні панелі | 4 |
| 10, 11 | Сонячна фотоелектрична станція. Розрахунок параметрів сонячної установки. | 4 |
| 12 | Сонячні теплові електростанції | 2 |
| | Разом | 24 |

11. Перелік питань для лабораторних занять

| № заняття | Назва питань | Кількість годин |
|-----------|------------------------------------|-----------------|
| | Лабораторні заняття не передбачені | |

12. Самостійна робота

Метою самостійної роботи студента є: навчитися користуватися бібліотечними фондами і каталогами, працювати з історичними та літературними джерелами, складати конспекти, аналізувати матеріал, порівнювати різні наукові концепції та робити висновки.

Види самостійної роботи студента:

- опрацювання лекційного матеріалу;
- підготовка до практичних занять;
- опрацювання тем курсу, які виносяться на самостійне вивчення за списками літератури рекомендованими в робочій навчальній програмі дисципліни;
- підготовка до виконання модульної контрольної роботи (тестування);
- відвідування консультацій (згідно графіку консультацій кафедри);
- підготовка до екзамену.

Питання для самостійного вивчення студентами

| № з/п | Назва питань | Кількість годин |
|---------------------------|---|-----------------|
| Змістовий модуль 1 | | |
| 1 | Світовий досвід застосування геліоенергетики. | 1 |
| 2 | Досвід застосування геліоенергетики в Україні. | 1 |
| 3 | Сонячне випромінювання. | 1 |
| 4 | Потенційні можливості сонячної енергії. | 1 |
| 5 | Вплив земної атмосфери на поглинання сонячного випромінювання. | 1 |
| 6 | Оцінювання потужності сонячної енергії на 1 м ² поверхні. | 2 |
| 7 | Складові сонячного випромінювання. | 2 |
| 8 | Класифікація та принцип роботи сонячних колекторів. | 2 |
| 9 | Сонячні колектори плоского типу. | 2 |
| 10 | Вакуумні трубчасті сонячні колектори. | 2 |
| 11 | Фокусуючі сонячні колектори. | 2 |
| 12 | Конструкції, переваги та недоліки 1-но контурних геліоустановок. | 2 |
| 13 | Конструкції, переваги та недоліки 2-х контурних геліоустановок. | 2 |
| 14 | Конструкції, переваги та недоліки багатоконтурних геліоустановок . | 2 |
| 15 | Методика розрахунку системи гарячого водопостачання від сезонного геліоколектора. | 2 |
| 16 | Методика розрахунку ГПВ та опалення від цілорічного геліоколектора. | 2 |
| 17 | Фотовольтаїка. | 2 |
| 18 | Класифікація та особливості сучасних фотоелементів. | 2 |
| 19 | Фотоелектричні панелі, види, технічні характеристики. | 2 |
| 20 | Вольтамперна характеристика фотоелектричних панелей, її ключові точки. | 2 |
| 21 | Класифікація фотоелектричних станцій (ФЕС). | 2 |
| 22 | Контролери для ФЕС. | 2 |
| 23 | Акумулятори для ФЕС, типи. Технічні характеристики. | 2 |
| 24 | Інвертори для ФЕС, типи. Технічні характеристики. | 2 |
| 25 | Кріплення фотоелектричних панелей ФЕС. | 2 |
| | Разом за змістовим модулем 1 | 45 |
| | Усього | 45 |

13. Індивідуальні завдання

Для денної форми навчання індивідуальне завдання – курсовий проект. Тема курсового проекту «Альтернативне енергопостачання індивідуального житлового будинку». Обсяг 2 листа

креслень формату А1(або 4 листа формату А2), 30-35 сторінок пояснювальної записки формату А4.

14. Методи навчання

При викладанні дисципліни застосовуються словесні, наочні, практичні методи навчання.

Словесні і наочні методи навчання використовуються під час лекцій та інструктажів, практичні – при проведенні практичних занять.

Під час проведення лекцій використовуються такі словесні методи як розповідь, пояснення та наочні методи: ілюстрація, демонстрація.

Перед проведенням практичних занять викладачами проводиться вступний інструктаж. Під час проведення практичних занять студенти вирішують задачі, виконується ескізування об'єктів, вимірювання теплотехнічних параметрів та розрахунок теплотехнічних характеристик.

15. Методи контролю

Поточний контроль успішності засвоєння студентами навчального матеріалу може здійснюватися шляхом опитування й оцінювання знань студентів під час практичних та лабораторних занять, оцінювання виконання студентами самостійної роботи та індивідуальних завдань, проведення і перевірки письмових контрольних робіт, тестування або в ході індивідуальних співбесід зі студентами під час консультацій. Вибір конкретних форм і методів поточного контролю знань студентів залежить від викладача і доводиться до їхнього відома на першому занятті. Модульний контроль є частиною поточного контролю і має на меті перевірку засвоєння студентом певної сукупності знань та вмінь, що формують відповідний модуль. Він реалізується шляхом проведення спеціальних контрольних заходів (у формі тестування чи написання студентами контрольних робіт), проводиться наприкінці кожного змістового модулю за рахунок аудиторних занять або самостійної роботи для дистанційної форми навчання, під час групових консультацій або ж за рахунок часу, відведеного на самостійну роботу студентів. На підставі результатів модульного контролю здійснюється міжсесійний контроль (атестація).

Підсумковий контроль – екзамен, проводиться в формі співбесіди або письмової відповіді на питання.

16. Розподіл балів, які отримують студенти

Схема нарахування балів* з навчальної дисципліни «Сонячна енергетика» за видами робіт

| Види робіт/контролю | Перелік тем | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | Тема 1. | | Тема 2. | | Тема 3. | | Тема 4. | | Тема 5. | | Тема 6. | | Тема 7. |
| | Практичне заняття | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Опитування | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Виконання практичних завдань | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Виконання завдань самостійної роботи | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Тестування | | | | | | | | | | | | | 2 |
| Всього за темами | 4 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 6 |
| Екзамен | 50 | | | | | | | | | | | | |
| Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни | 100 | | | | | | | | | | | | |

*В Таблиці вказана максимальна кількість балів, які можна набрати за видами робіт

Шкала та критерії оцінювання відповіді за результатами опитування

| Бали | Критерії оцінювання |
|------|--|
| 1 | Питання розкрито повністю, що свідчить про відмінне засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання. Студент вільно володіє науково-понятійним апаратом. |
| 0,5 | Механічне відтворення матеріалу з деякими помилками, неточності у використанні науково-понятійного апарату. |
| 0 | Відсутність відповіді на теоретичне питання, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти. |

Шкала та критерії оцінювання виконання практичних завдань

| Бали | Критерії оцінювання |
|------|--|
| 2 | Виконано завдання практичної роботи в повному обсязі, належним чином оформлено висновки, в яких відображено здатність до практичного застосування отриманих знань. |
| 1 | Виконано завдання практичної роботи із несуттєвими помилками або не в повному обсязі, оформлено висновки, які частково розкривають практичне завдання. |
| 0 | Не виконано практичну роботу або виконано із суттєвими помилками. |

Шкала та критерії оцінювання виконання завдань самостійної роботи

| Бали | Критерії оцінювання |
|------|--|
| 1 | Виконання завдань самостійної роботи здійснене у повному обсязі, не містить помилок, що дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні. |
| 0,5 | Виконання завдань самостійної роботи здійснене не у повному обсязі, містить несуттєві помилки, що дає можливість оцінити рівень формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти як достатній. |
| 0 | Завдання самостійної роботи не виконано та/або результати не відповідають поставленим завданням та/або завдання виконано із суттєвими помилками. |

Оцінювання тестування:

- кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів (наприклад, $0,2 \times 10 = 2$);
- правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти результатами складання екзамену

| Вид завдання | Бали | Критерії оцінювання |
|---|-------|--|
| 1, 2. Теоретичні питання. (макс. по 15 балів) | 12-15 | Питання розкрито повністю, відповідь обґрунтована, логічно побудована, що свідчить про високий засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання. |
| | 8-11 | Питання розкрито, матеріал викладено у логічній послідовності, відповідь правильна або із незначними неточностями, що свідчить про достатній рівень засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання. |
| | 4-7 | Питання розкрито в цілому, відповідь містить несуттєві помилки, що свідчить про середній рівень засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання. |
| | 0-3 | Механічне відтворення матеріалу із суттєвими помилками, що не може свідчити про формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти. |

| | | |
|--------------|-------|--|
| 3. Задача | 16-20 | Завдання вирішено повністю та правильно, виклад рішення здійснено чітко, у логічній послідовності, відповідь обґрунтована, що свідчить про високий рівень засвоєння матеріалу відповідно до програмних результатів навчання та здатності його застосування під час вирішення практичних завдань. |
| | 11-15 | Завдання вирішено правильно або із незначними неточностями, виклад рішення здійснено у логічній послідовності, відповідь достатньо обґрунтована, що свідчить про достатній рівень засвоєння матеріалу відповідно до програмних результатів навчання та здатності його застосування під час вирішення практичних завдань. |
| | 6-10 | Завдання вирішено, однак рішення містить помилки, порушена логічність викладу матеріалу, що свідчить про середній рівень засвоєння теоретичного матеріалу відповідно до програмних результатів навчання та здатності його застосування під час вирішення практичних завдань. |
| | 0-5 | Відсутнє вирішення завдання або вирішення з суттєвими помилками, що не може свідчити про формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти. |

Шкала оцінювання: національна та ECTS

| 100-бальна рейтингова система оцінювання | Оцінка за шкалою ECTS | Оцінка за національною шкалою |
|--|---|-------------------------------|
| | | для екзамену |
| 90 – 100 | A – відмінно | 5- відмінно |
| 82-89 | B – дуже добре | 4- добре |
| 74-81 | C – добре | |
| 64-73 | D – задовільно | 3- задовільно |
| 60-63 | E – достатньо | |
| 35-59 | FX – незадовільно з можливістю повторного складання | 2- не задовільно |
| 0-34 | F – незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни | 2 - не задовільно |

Шкала оцінювання за курсовий проєкт:

| Текстова (аналітично-розрахункова) частина | Графічна частина | Захист роботи | Сума |
|--|------------------|---------------|------|
| 30 | 30 | 40 | 100 |

Захист курсового проєкту є *обов'язковим*.

За умови відсутності хоча б однієї частини чи інших складових елементів, передбачених методичними рекомендаціями, курсовий проєкт *до захисту не допускається*.

| Текстова (аналітично-розрахункова) частина | |
|--|--|
| 23-30 | Робота виконана з дотриманням вимог нормативних документів та Методичних рекомендацій до виконання курсових робіт (проєктів). Чітко обґрунтований вибір об'єкту, предмету дослідження, актуальність теми, чітко визначена мета та описані методи дослідження. В роботі здійснений глибокий та ґрунтовний аналіз проблеми, яка досліджується, використані сучасні вітчизняні та |

| | |
|-------------------------|--|
| | закордонні джерела літератури, наведені результати власного дослідження, проведеного на високому рівні, отримані результати обґрунтовані, поставлені в роботі завдання досягнуті повністю. Робота містить обґрунтовані висновки, які чітко корелюються з поставленими завданнями, надані переконливі рекомендації. |
| 16-22 | Робота виконана з дотриманням вимог нормативних документів та Методичних рекомендацій до виконання курсових робіт (проектів). Обґрунтований вибір об'єкту, предмету, актуальність теми, визначена мета та описані методи дослідження; поставлені завдання виконані повністю, тема роботи розкрита, аналіз стану проблеми здійснено на середньому рівні, в основному з використанням вітчизняних джерел літератури; наведені результати власного дослідження, які проведені на середньому рівні; отримані результати, зроблені висновки та рекомендації обґрунтовані, але не повною мірою або непереконливо, простежується нечіткість відповідності висновків поставленим завданням та проведеним дослідженням. |
| 8-15 | Робота виконана в цілому з дотриманням вимог нормативних документів та Методичних рекомендацій до виконання курсових робіт (проектів). Обґрунтування вибору об'єкту, предмету, актуальності теми здійснено недостатньо, формально, поставлені завдання в переважній більшості виконані, тема роботи розкрита на достатньому рівні, але спостерігаються недоліки змістового характеру; аналіз стану проблеми проведено поверхнево, з використанням лише вітчизняних джерел літератури, без опрацювання або з незначним опрацюванням сучасних джерел. Мета роботи сформульована нечітко; наведені результати власного дослідження містять неглибоке обґрунтування або не обґрунтовані; висновки правильні, але не повні або не повною мірою забезпечується їх відповідність поставленим завданням та/або проведеним дослідженням, рекомендації в переважній більшості непереконливі. |
| 0-7 | Робота не відповідає вимогам Методичних рекомендацій до виконання курсових робіт (проектів). Тема роботи не розкрита, об'єкт, предмет, методи дослідження не визначені, актуальність теми не аргументована або аргументація є суттєво недостатньою. Розділи в теоретичній частині не пов'язані між собою або порушена логічна послідовність викладення матеріалу, відсутній огляд сучасних джерел літератури, аналіз визначеної проблеми не проведений або виконаний із суттєвими помилками, поверхнево; практична частина роботи не містить власних досліджень або вони є неактуальними, не відповідають поставленим у роботі завданням. Висновки та пропозиції не відповідають темі роботи та поставленим завданням чи проведеному дослідженню та/або сучасним вимогам, та/або відсутні, частково відсутні, помилково визначені, не корелюють між собою. |
| Графічна частина | |
| 23-30 | Матеріал структурований, повністю відповідає вимогам Методичних рекомендацій до виконання курсових робіт (проектів) в частині оформлення, викладений чітко, стисло, зрозуміло. Текст, ілюстрації, таблиці виконані з використанням текстових та графічних редакторів. Ілюстративний матеріал повністю та з високою наочністю розкриває та доповнює зміст роботи. |
| 16-22 | Матеріал структурований, відповідає вимогам Методичних рекомендацій до виконання курсових робіт (проектів) в частині оформлення, викладений чітко, стисло, зрозуміло, але текст містить стилістичні помилки та/або незначні невідповідності вимогам. Текст, ілюстрації, таблиці виконані з використанням текстових та графічних редакторів. Ілюстративний матеріал повністю, але з недостатньою наочністю та/або точністю розкриває та доповнює зміст роботи. |

| | |
|---------------|---|
| 8-15 | Матеріал структурований, в цілому відповідає вимогам Методичних рекомендацій до виконання курсових робіт (проектів) в частині оформлення, однак викладений не стисло, не чітко, текст містить граматичні та/або стилістичні помилки. Ілюстративний матеріал не повністю та/або недостатньо наочно розкриває та доповнює зміст роботи. |
| 0-7 | Структура та оформлення роботи в цілому не відповідають вимогам Методичних рекомендацій до виконання курсових робіт (проектів). Матеріал викладено нечітко, не стисло, текст містить значну кількість граматичних та/або стилістичних помилок. Ілюстративний матеріал не сприяє розкриттю та доповненню змісту роботи. |
| Захист | |
| 31-40 | Здобувач під час захисту демонструє вміння застосовувати глибокі теоретичні знання для практичного вирішення актуальних питань; вільно формулює основні положення роботи та дає правильні, змістовні, розгорнуті, логічно побудовані відповіді на питання; вільно, на високому рівні обґрунтовує рішення поставлених у роботі завдань; повністю та глибоко володіє матеріалом. Відповіді можуть містити незначні неточності, які здобувач зумів повністю виправити після того, як на них було акцентовано увагу з боку членів комісії. Високий рівень якості доповіді: доповідь логічна, послідовна, змістовна. Захист супроводжується необхідними наочними матеріалами, які розкривають сутність роботи, здобувач вміло оперує ними. |
| 21-30 | Здобувач під час захисту в цілому демонструє вміння застосовувати теоретичні знання для практичного вирішення актуальних питань; вільно формулює основні положення роботи, володіє матеріалом та обґрунтовує рішення поставлених у роботі завдань на середньому рівні. Відповіді на питання повні, логічні, але містять незначні неточності, які здобувач не зумів повністю виправити після того, як на них було акцентовано увагу з боку членів комісії. Рівень якості доповіді середній: доповідь логічна, послідовна, змістовна, з незначними неточностями. Захист супроводжується необхідними наочними матеріалами, які в цілому розкривають сутність роботи, здобувач оперує ними на середньому рівні. |
| 11-20 | Здобувач під час захисту володіє змістом роботи та обґрунтовує запропоновані рішення поставлених у роботі завдань на достатньому рівні, доповідь прочитана за текстом. Відповіді на запитання нечіткі, неповні, порушена логічність їх викладення, містять помилки та неточності, які здобувач не зумів виправити після того, як на них було акцентовано увагу з боку членів комісії. Рівень якості доповіді достатній: доповідь в цілому логічна, послідовна, однак не повною мірою розкриває зміст роботи, містить неточності та/або помилки. Захист супроводжується необхідними наочними матеріалами, які недостатньо повно розкривають сутність роботи, здобувач оперує ними невпевнено, але на достатньому рівні. |
| 0-10 | Здобувач під час захисту не володіє або частково, на низькому рівні володіє змістом роботи, не демонструє здатність обґрунтувати рішення поставлених у роботі завдань; доповідь прочитана за текстом, викладена нечітко та невпевнено. Відповіді на запитання відсутні, фрагментарні або із суттєвими помилками, які здобувач не зумів виправити після того, як на них було акцентовано увагу з боку членів комісії. Рівень якості доповіді низький: у доповіді порушена логічна послідовність викладення основних положень дослідження, не розкривається зміст роботи, доповідь містить суттєві помилки. Захист супроводжується наочними матеріалами, які не розкривають зміст роботи, здобувач ними не оперує, або необхідні наочні матеріали відсутні. |

**Таблиця - Шкала оцінювання результатів підготовки та захисту
курсової роботи (проєкту)**

| 100-бальна рейтингова система оцінювання | Оцінка за шкалою ЄКТС | Оцінка за національною шкалою |
|--|-----------------------|-------------------------------|
| 90-100 | A | Відмінно |
| 82-89 | B | Добре |
| 74-81 | C | |
| 64-73 | D | |
| 60-63 | E | Задовільно |
| 35-59 | FX | Незадовільно |
| 0-34 | F | |

Правила модульно-рейтингового оцінювання знань

Загальна трудомісткість дисципліни – 100 балів. За видами робіт вона розподіляється:

1. Поточний контроль: виконання практичних (з захистом) – до 50 балів (робота на практичних та лабораторних заняттях, захист лабораторних робіт, а в разі їх пропусків з поважної причини – індивідуальні співбесіди на консультаціях за темами відповідних занять).

Присутність на заняттях не оцінюється в балах. Пропуски занять підлягають обов'язковому відпрацюванню в індивідуальному порядку під час консультацій. Пропущене заняття має бути відпрацьоване впродовж двох наступних тижнів, при тривалій відсутності студента на заняттях з поважної причини встановлюється індивідуальний графік відпрацювання пропусків, але не пізніше початку екзаменаційної сесії.

Студент, який повністю виконав програму навчальної дисципліни і отримав достатню рейтингову оцінку (не менше 25 балів), допускається до підсумкового контролю з дисципліни.

2. Підсумковий контроль:

Підсумковим контролем є екзамен. Він здійснюється відповідно до вимог «Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

17. Методичне забезпечення

1. Б.А. Кутний Курс лекцій з дисципліни “Сонячна енергетика”, для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності G2 «Технології захисту навколишнього середовища» та G4 «Енерговиробництво» усіх форм навчання. Полтава, Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка, 2025 р. – 92 с.

2. Б.А. Кутний Методичні вказівки до індивідуальної роботи з курсу «Сонячна енергетика» для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності G2 «Технології захисту навколишнього середовища» усіх форм навчання. Полтава, Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка, – 2025 р. – 25с.

3. Б.А. Кутний Методичні вказівки до самостійної роботи з курсу «Сонячна енергетика» для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності G2 «Технології захисту навколишнього середовища» усіх форм навчання. Полтава, Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка, – 2025 р. – 25с.

4. Б.А. Кутний Методичні вказівки до практичних робіт з курсу «Сонячна енергетика» для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності G2 «Технології захисту навколишнього середовища» усіх форм навчання. Полтава, Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка, – 2025 р. – 22с.

18. Рекомендована література

Базова

1. Комплексне використання відновлюваних джерел енергії: Курс лекцій/ М. П. Кузнецов, О. А. Мельник// Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. — 304 с.

2. Відновлювані джерела енергії: навч. Посібник/ За заг. ред. С. О. Кудрі 2-ге вид., доповн. — Київ:

Інститут відновлюваної енергії НАН України, 2024. — 650 с.

3. Силові перетворювачі відновлювальної енергетики: навч. посібник/ С. М. Бойко та ін.// Вінниця: ВНТУ, 2024. — 230 с.
4. Енергосистема України: стан розподіленої генерації та накопичення енергії / Аналітична доповідь: Український інститут майбутнього, 2025.
5. Advanced Materials for Sustainable Energy and Engineering/ Springer Nature Switzerland, 2025. — 569 p.
6. EU Market Outlook for Solar Power 2021-2025/ SolarPower Europe, 2021 (з щорічними оновленнями до 2025).
7. Сонячна теплоенергетика: розрахункова робота (друге видання, перероблене). [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»/уклад.: Ю.П. Вишневська / КПІ ім. Ігоря Сікорського, – Електронні текстові дані (1 файл: 1,2 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 27 с.

Допоміжна

1. Фотоенергетика : навч. посібник / Ю. П. Колонтаєвський, Д. В. Тугай, С. В. Котелевець ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 160 с.
2. Форкун Я. Б. Сонячна теплоенергетика: конспект лекцій (для студентів усіх форм навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, освітньої програми – «Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії») / Я. Б. Форкун, О. О. Шкурпела ; Харків нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 88 с.
3. ДСТУ 4885:2007 Енергоощадність ГЕЛІОЕНЕРГЕТИКА Методика визначання ресурсів. – Київ: Держспоживстандарт України, 2009. – 13с.
4. Закон України від 04.06.2015 № 514-19 Про внесення змін до деяких законів України щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії / Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2015, N 33, ст.324. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/514-19>
5. В.А. Kutniy Calculation of phase change heat accumulator in complex of energy efficient ventilation system/ В.А. Kutniy, В.Р. Novakh //Збірник наукових праць. Серія: Галузеве машинобудування, будівництво. Academic journal. Series: Industrial Machine Building, Civil Engineering 2019. P.191-196.
6. Кутний Б.А. Порівняння ефективності застосування фотоелектричних панелей та геліоколекторів для теплопостачання індивідуального будинку / Кутний Б.А., Чернецька І.В., Шнейдер С.В. // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського, Серія: Технічні науки Том 35 (74) № 1 Частина 2. – 2024. – С.45-49.
7. Кутний Б.А. Дослідження властивостей заклення теплофотоелектричного колектора / Б.А.Кутний, М.В.Осіпа, А.В.Макаров //Збірник наукових праць (Серія: галузеве машинобудування, будівництво) / Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка – Вип. 2 (44). –Полтава: ПолтНТУ, 2015. – С. 209 – 214.
8. Solar Energy / Klaus Jäger, Olindo Isabella, Arno H.M. Smets, René A.C.M.M. van Swaaij, Miro Zeman// Copyright Delft University of Technology, 2014. – 420 p.
9. Кутний Б.А. Результати експериментальних досліджень сонячного колектора / Б.А. Кутний, М.В. Осіпа // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво) / Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка – Вип. 1 (40). –Полтава: ПолтНТУ, 2014. – С. 317 – 322
10. Патент на корисну модель 100541 UA, МПК F24J 2/00. Сонячний теплофотоелектричний колектор / Б.А.Кутний, М.В.Осіпа - № u 2015 01956; Заявл. 04.03.2015; Опубл. 27.07.2015, Бюл.№14.
11. Патент на винахід 1145112 UA, МПК F24J 2/00. Сонячний теплофотоелектричний колектор / Б.А.Кутний, М.В.Осіпа - № u 2015 01956; Заявл. 04.03.2015; Опубл. 25.04.2017, Бюл.№8.

19. Інформаційні ресурси

1. Дистанційний курс з навчальної дисципліни «Сонячна енергетика». Полтава, 2025 року.
(<https://dist.nupp.edu.ua/course/view.php?id=6932>)
2. [Найбільша в світі сонячна електростанція - solarsystem.com.ua](http://solarsystem.com.ua)