

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет природокористування
Факультет механіки, енергетики та інформаційних технологій
Кафедра енергетики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Проректор з НВР

професор Віталій БОЯРЧУК
«_____» _____ 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

***ПРОЕКТУВАННЯ ТА ОБСЛУГОВУВАННЯ СИСТЕМ
ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ***

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність: ***141 Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка***

другий (магістерський) рівень вищої освіти

Робоча програма з дисципліни Проектування та обслуговування систем відновлюваної енергетики для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти ОП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Розробник: Сергій СИРОТЮК, к.т.н., доцент

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри енергетики

Протокол від “ 23 ” серпня 2024 року № 2

Завідувач кафедри енергетики

_____ (Сергій СИРОТЮК)
(підпис) (ім'я та прізвище)

Робочу програму схвалено на засіданні методичної комісії факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій

Протокол від “ ” 2024 року №

Голова методичної комісії факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій

_____ (Степан КОВАЛИШИН)
(підпис) (ім'я та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Галузь знань 14 Електрична інженерія

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Характеристика навчальної дисципліни:

Обов'язкова

Кількість кредитів 5

Загальна кількість годин – 150

Індивідуальне науково-дослідне завдання – 30 (курсова робота)

Вид контролю: екзамен

Тижневих аудиторних годин для денної форми навчання – 3

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

для денної форми навчання – 38,9 %

для заочної форми навчання – 17,6 %

2. Програма навчальної дисципліни

План лекційних занять з дисципліни

Тема 1. Основи проектування систем відновлюваної енергетики

- 1.1. Вихідні дані для проектування та їх аналізу
- 1.2. Основні нормативні документи з проектування
- 1.3. Стадійність проектування
- 1.4. Автоматизація проектних робіт

Тема 2. Проектування та обслуговування сонячних теплових систем

- 2.1. Структура сонячних теплових установок
- 2.2. Визначення кількості сонячних колекторів та їх продуктивності
- 2.3. Проектування геліополя системи
- 2.4. Розрахунок параметрів та підбір допоміжних засобів
- 2.5. Обслуговування сонячних теплових установок

Тема 3. Проектування та обслуговування сонячних фотоелектричних систем

- 3.1. Структура, типи та ефективність сонячних фотоелектричних панелей
- 3.2. Типи фотоелектричних систем та особливості їх роботи
- 3.3. Розташування фотоелектричних панелей, способи з'єднання між собою та в системі
- 3.4. Режими роботи фотоелектричних установок
- 3.5. Обґрунтування параметрів засобів керування режимами роботи фотоелектричної установки
- 3.6. Обґрунтування параметрів кабелів, систем акумулювання енергії та засобів захисту
- 3.7. Обслуговування сонячних фотоелектричних установок

Тема 4. Проектування та обслуговування вітроелектричних систем

- 4.1. Структура вітроелектричних установок
- 4.2. Електротехнічні системи вітрових установок
- 4.3. Компоненти електротехнічних систем вітроелектричних установок
- 4.4. Особливості акумулювання електроенергії, виробленою вітроелектричною установкою
- 4.5. Розрахунок параметрів та підбір структурних компонентів вітроенергетичної системи
- 4.6. Обслуговування вітроелектричних установок

Тема 5. Проектування та обслуговування систем використання теплоти навколишнього середовища

- 5.1. Режими роботи теплових pomp
- 5.2. Визначення параметрів засобів відбору первинної теплоти
- 5.3. Розрахунок параметрів теплової помпи
- 5.4. Розрахунок параметрів та підбір допоміжних засобів
- 5.5. Обслуговування теплопомпових установок

Тема 6. Проектування та обслуговування біоенергетичних систем

- 6.1. Структура енергоустановок на основі біомаси
- 6.2. Основи розрахунку основних агрегатів
- 6.3. Розрахунок параметрів та підбір допоміжних засобів
- 6.4. Обслуговування установок біоенергетичних систем

3. Структура навчальної дисципліни

| Назви тем | Кількість годин | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|----------------------------|--------------|------|-----------|-----------|----------------------------|--------------|--------------|------|-----------|-----------|------------|
| | денна форма | | | | | | заочна форма | | | | | |
| | 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 |
| | Рік підготовки 1 Семестр 1 | | | | | Рік підготовки 1 Семестр 1 | | | | | | |
| Тема 1. | 10 | 2 | | 4 | | 4 | 11 | 1 | | 2 | | 8 |
| Тема 2. | 16 | 2 | | 6 | | 8 | 17 | 1 | | 2 | | 14 |
| Тема 3. | 16 | 2 | | 6 | | 8 | 18 | 2 | | 2 | | 14 |
| Тема 4. | 22 | 4 | | 6 | | 12 | 18 | 2 | | 2 | | 14 |
| Тема 5. | 14 | 2 | | 4 | | 8 | 14 | 1 | | 1 | | 12 |
| Тема 6. | 12 | 2 | | 2 | | 8 | 12 | 1 | | 1 | | 10 |
| Екзамен | 30 | | | | | 30 | 30 | | | | | 30 |
| Усього годин | 120 | 14 | | 28 | | 78 | 120 | 8 | | 10 | | 102 |
| Індивідуальні завдання | | | | | | | | | | | | |
| КР | 30 | | | | 30 | | 30 | | | | 30 | |
| Усього годин | 150 | 14 | | 28 | 30 | 78 | 150 | 8 | | 10 | 30 | 102 |

4. Теми лабораторних занять**План лабораторних занять з дисципліни**

| № з/п | Назва лабораторної роботи | К-сть годин |
|-------------------------|---|----------------|
| 1 | Ознайомлення нормативно-правовою базою розробки проектів відновлюваної енергетики | 2 (1) |
| | Проектування систем відновлюваної енергетики із застосуванням прикладних комп'ютерних програм | 2 (1) |
| 2 | Проектування та обслуговування сонячних систем теплопостачання | 6 (2) |
| 3 | Проектування та обслуговування сонячних систем електропостачання | 6 (2) |
| 4 | Проектування та обслуговування вітроелектричних систем | 6 (4) |
| 5 | Проектування та обслуговування теплопомпових систем теплопостачання | 4 (2) |
| 6 | Проектування та обслуговування систем енергопостачання на базі сільськогосподарської біомаси | 2 (2) |
| Разом за семестр | | 28 (14) |

5. Теми винесені на самостійне вивчення

| № з/п | Назва теми |
|-------|---|
| 1 | Державне стимулювання розвитку відновлюваної енергетики |
| 2 | Компонувальні рішення сонячних теплових систем |
| 3 | Компонувальні рішення сонячних фотоелектричних систем |
| 4 | Компонувальні рішення вітроелектричних систем |
| 5 | Компонувальні рішення теплопомпових систем |
| 6 | Компонувальні рішення енергоустановок на основі біомаси |

6. Індивідуальні завдання

Навчальним планом передбачено написання курсової роботи за темою "Обґрунтування структури та параметрів системи енергозабезпечення сільськогосподарських та житлових об'єктів з використанням обладнання відновлюваної енергетики".

За належне виконання курсової роботи студент може отримати 100 балів, які розподіляються наступним чином:

| Вид структурної роботи | Кількість балів |
|--|-----------------|
| Повнота викладу курсової роботи | 30 |
| Використання в роботі сучасних методів дослідження та технологій | 10 |
| Загальне оформлення курсової роботи | 10 |
| Захист курсової роботи | 50 |
| Усього балів | 100 |

Основною метою виконання курсової роботи є поглиблення та закріплення теоретичних і практичних знань студентів отриманих на лекціях і лабораторних заняттях, вміння чітко викладати матеріал дослідження та освоєння процесів використання ВДЕ в АПК та житловому секторі.

Типова структура курсової роботи

Вступ

1. Технологічна частина

- 1.1 . Загальна характеристика об'єкта дослідження
- 1.2 . Енергетичне обстеження об'єкта дослідження
- 1.3 . Оцінка наявності вибраного природного енергетичного ресурсу

2. Проектна частина

- 2.1 . Обґрунтування принципової схеми системи енергозабезпечення об'єкта з використанням обладнання відновлюваної енергетики
- 2.2 . Визначення параметрів основного енергетичного обладнання
- 2.3 . Розрахунок параметрів додаткових засобів (бака-акумулятора, трубопроводів, розширювального бака, інвертора, контролера, переріз провідників, засобів захисту тощо)
- 2.4 . Розробка схеми приєднання енергетичного обладнання до об'єкта дослідження
- 2.5 . Розробка системи обслуговування засобів відновлюваної енергетики

Висновки і пропозиції

Бібліографічний список

Типова тематика курсових робіт:

1. Обґрунтування структури та параметрів системи електрозабезпечення сільськогосподарських та житлових об'єктів з використанням вітроелектричної установки
2. Обґрунтування структури та параметрів системи електрозабезпечення сільськогосподарських та житлових об'єктів з використанням сонячної фотоелектричної установки
3. Обґрунтування структури та параметрів системи теплозабезпечення сільськогосподарських та житлових об'єктів з використанням сонячної теплової установки
4. Обґрунтування структури та параметрів системи теплозабезпечення сільськогосподарських та житлових об'єктів з використанням теплосилової установки

7. Методи навчання

1. **Словесні методи** (розповідь, пояснення, бесіда, лекція.)
2. **Наочні методи**
 - ілюстрація (презентація PowerPoint, плакати, таблиці, моделі, макети, каталоги продукції тощо);
 - навчальний відеофільм чи його фрагмент, діючі експериментальні моделі, робочі установки.
3. **Практичні методи:** розв'язування задач і прикладів, тестових завдань.

8. Методи контролю

1. **Усне опитування** (індивідуальне, аналіз відповідей студентів).
 2. **Письмова аудиторна та поза аудиторна перевірка** (розв'язування тестових завдань на платформі moodle).
 3. **Практична перевірка** (розробка документації, виконання практичної роботи, аналіз виробничої інформації, рішення професійних завдань тощо).
 4. **Стандартизований контроль:** письмовий екзамен (можливе проведення у дистанційній формі).
- Види контролю:** поточний контроль, проміжна атестація.

9. Результати навчання

У результаті засвоєння окремих тем із дисципліни *«Проектування та обслуговування систем відновлюваної енергетики»* здобувачі другого (магістерського) рівня вищої освіти набувають знання, уміння та компетентності, що відповідають вимогам ОП *«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»* спеціальності 141 *«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»*.

| Індекс в матриці ОП | Програмні компоненти |
|---------------------|--|
| ЗК5 | Здатність приймати обґрунтовані рішення |
| ФК1 | Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки |
| ФК4 | Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки |
| ФК5 | Здатність здійснювати аналіз техніко-економічних показників та експертизу проектно-конструкторських рішень в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки |
| ФК8 | Здатність керувати проектами та оцінювати їх результати |
| ФК10 | Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів проблеми, що вирішується, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію обладнання електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних комплексів |
| ФК11 | Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва та автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем |
| ФК13 | Знання про тенденції розвитку та найважливіші нові розробки в області традиційної та відновлювальної енергетики |
| ФК14 | Знання і розуміння наукових понять, теорій і методів, необхідних для розв'язання задач традиційної та відновлювальної енергетики |

| | |
|-------|---|
| ПРН4 | Окреслювати план заходів із підвищення надійності, безпеки експлуатації та продовження ресурсу електроенергетичного, електротехнічного, електромеханічного обладнання, засобів традиційної та відновлювальної енергетики і відповідних комплексів і систем. |
| ПРН6 | Реконструювати існуючі електротехнічні та електромеханічні комплекси і системи, обладнання та системи традиційної та відновлювальної енергетики, з метою підвищення їх надійності, ефективності експлуатації та продовження ресурсу. |
| ПРН10 | Обґрунтовувати вибір напряму та методики наукового дослідження з урахуванням сучасних проблем в області електроенергетики, електротехніки, електромеханіки, традиційної та відновлювальної енергетики. |

10. Розподіл балів, які отримують студенти

| Поточне тестування та самостійна робота (разом 50 балів) | | | | | | ПМК (екзамен) | Сума |
|--|----|----|----|----|----|------------------|------|
| T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | 50 | 100 |
| 7 | 11 | 11 | 11 | 7 | 3 | | |

11. Методичне забезпечення

1. Сиротюк С.В. Ознайомлення з видами та структурою проектної документації в галузі відновлюваної енергетики. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами другого (магістерського) рівня вищої освіти з дисципліни "Проектування та обслуговування систем відновлюваної енергетики". Дубляни, 2021. 8 с.
2. Сиротюк С.В. Проектування систем відновлюваної енергетики із застосуванням прикладних комп'ютерних програм. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами другого (магістерського) рівня вищої освіти з дисципліни "Проектування та обслуговування систем відновлюваної енергетики". Дубляни, 2021. 13 с.
3. Сиротюк С.В. Проектування та обслуговування сонячних систем теплопостачання. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами другого (магістерського) рівня вищої освіти з дисципліни "Проектування та обслуговування систем відновлюваної енергетики". Дубляни, 2021. 45 с.
4. Сиротюк С.В. Проектування та обслуговування сонячних систем електропостачання. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами другого (магістерського) рівня вищої освіти з дисципліни "Проектування та обслуговування систем відновлюваної енергетики". Дубляни, 2021. 31 с.
5. Сиротюк С.В. Проектування та обслуговування вітроелектричних систем. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами другого (магістерського) рівня вищої освіти з дисципліни "Проектування та обслуговування систем відновлюваної енергетики". Дубляни, 2021. 15 с.
6. Сиротюк С.В. Проектування та обслуговування теплопомпових систем теплопостачання. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами другого (магістерського) рівня вищої освіти з дисципліни "Проектування та обслуговування систем відновлюваної енергетики". Дубляни, 2021. 14 с.

12. Рекомендована література

Базова

1. Гальчак В. П., Боярчук В. М. Альтернативні джерела енергії. Енергія Сонця. Львів : Вид-во ЛНАУ, 2008. 135 с.

2. Сиротюк С. В., Боярчук В. М., Гальчак В. П. Альтернативні джерела енергії. Енергія вітру. Львів : "Магнолія 2006", 2017. 182 с.
3. Szymanski B. Instalacje fotowoltaiczne. Wydanie III. Krakow : GEOSYSTEM, Redakcja GLOBEnergia, 2014. 249 p.

Допоміжна

1. Кудря С. О. Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії: підруч. К. : НТУУ "КПІ", 2012. 492 с.
2. Кудря С. О., Головка В. М. Основи конструювання енергоустановок з відновлюваними джерелами енергії: навч. посіб. К. : НТУУ "КПІ", 2011. 184 с.
3. Luque A., Hegedus S. Handbook of Photovoltaic Science and Engineering. San Francisco: John Wiley & Sons Ltd, 2003. 1115 p.
4. Tytko R. Urządzenia i systemy energetyki odnawialnej. Wydanie V. Krakow: Wydawnictwo I Drukarnia Towarzystwa Slowakow w Polsce, 2014. 671 p.
5. Tytko R. Fotowoltaika. Podręcznik dla studentów, uczniów, instalatorów, inwestorów. VI uzupełnione. Kraków: Wydawnictwo I Drukarnia Towarzystwa Slowakow w Polsce, 2022. 520 s.

13. Інформаційні ресурси

1. Бібліотечно-інформаційні ресурси – книжковий фонд, періодика та фонди на електронних носіях бібліотеки ЛНУП, державних органів науково-технічної інформації, наукових, науково-технічних бібліотек та інших наукових бібліотек України.
2. Електронні версії конспектів лекцій, навчальних посібників, періодичних видань.
3. Електронні інформаційні ресурси мережі Інтернет з переліком сайтів:
4. <https://moodle.lnup.edu.ua/> - Віртуальне навчальне середовище ЛНУП
5. <https://www.viessmann.ua>
6. <https://www.eti.ua>
7. <https://www.ochsner.com>
8. <https://www.sintsolar.com.ua>
9. <https://www.vaillant.ua>
10. <https://www.buderus.ua>
11. <https://www.cooperandhunter.ua>
12. <https://www.uabio.org>
13. <https://uwea.com.ua/ua/>
14. <https://aseu.org.ua/>