

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

СОНЯЧНА ЕНЕРГЕТИКА

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність: **145 Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика**

перший (бакалаврський) рівень вищої освіти

Львів 2024

Робоча програма з дисципліни Сонячна енергетика для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОП «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика» спеціальності 145 Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика

Розробник: Сергій СИРОТЮК, к.т.н., доцент, Володимир ГАЛЬЧАК, к.ф.-м.н., доцент, Тарас СТАНИЦЬКИЙ, старший викладач, Сергій КОРОБКА, 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 145 Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Характеристика навчальної дисципліни:

Обов'язкова

Кількість кредитів 8

Загальна кількість годин – 240

Індивідуальне науково-дослідне завдання – -

Вид контролю: екзамен

Тижневих аудиторних годин для денної форми навчання – 4

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

для денної форми навчання – 114,3 %

для заочної форми навчання – - %

2. Програма навчальної дисципліни

План лекційних занять з дисципліни

Тема 1. Вступ до сонячної електроенергетики.

- 1.1. Історія зародження галузі сонячної електроенергетики.
- 1.2. Тенденції розвитку сонячної електроенергетики в світі.
- 1.3. Стан галузі сонячної електроенергетики в Україні.
- 1.4. Розвиток малої сонячної електроенергетики (домашні сонячні електростанції).
- 1.5. Економіка сонячної електроенергетики.

Тема 2. Взаємодія світла з геліотехнічними матеріалами.

- 2.1. Спектральна характеристика сонячного випромінювання.
- 2.2. Характеристика кремнієвого напівпровідника як основного геліотехнічного матеріалу.
- 2.3. Енергетичні характеристики напівпровідників, приданих для фотоенергетики.

Тема 3. Фотоелектричні перетворення у напівпровідниках.

- 3.1. Механізм виникнення фотоелектрорушійної сили.
- 3.2. Розподіл зарядів, різниця потенціалів і зміщення енергетичних рівнів у контактному напівпровіднику.
- 3.3. Ефективність фотоперетворення.

Тема 4. Сонячні елементи: структура, будова та показники ефективності.

- 4.1. Структура, будова та показники фотоелементів першої генерації.
- 4.2. Структура, будова та показники фотоелементів другої генерації.
- 4.3. Структура, будова та показники фотоелементів третьої генерації.
- 4.4. Структура, будова та показники фотоелементів четвертої генерації.
- 4.5. Перспективні дослідження в галузі створення фотоелементів.

Тема 5. Заступні схеми сонячного елемента, його параметри та характеристики.

- 5.1. Заступна схема фотоелектричного елемента та його параметри.
- 5.2. Вольт-амперні характеристики фотоелектричного елемента.
- 5.3. Характеристика потужності та ефективність фотоелектричного елемента.

Тема 6. Фотоелектричні модулі та їх енергетичні характеристики.

- 6.1. Конструкція та характеристики фотоелектричних панелей.
- 6.2. Вольт-амперні характеристики фотоелектричної панелі за стандартних умов.
- 6.3. Вплив температури на вольт-амперну характеристику фотоелектричної панелі.
- 6.4. Вплив режиму навантаження на вольт-амперні характеристики фотоелектричної панелі.
- 6.5. Вплив затінення на вольт-амперні характеристики фотоелектричної панелі.
- 6.6. Методи та засоби підвищення електричної продуктивності фотоелектричних установок.

Тема 7. Фотоелектричні установки та системи.

- 7.1. Типи та характеристики сонячних контролерів.
- 7.2. Типи та характеристики сонячних інверторів.
- 7.3. Принципові схеми та особливості функціонування фотоелектричних установок з різною структурою.
- 7.4. Основи проектування фотоелектричних установок.
- 7.5. Особливості експлуатації сонячних фотоелектричних установок.
- 7.6. Основи охорони праці при монтажі та експлуатації фотоелектричних установок.
- 7.7. Системи захисту фотоелектричних установок.
- 7.8. Програмне забезпечення для моделювання фотоелектричних установок.

Тема 8. Вступ. Сонячна теплоенергетика. Природа і параметри сонячної енергії.

- 8.1. Характеристики сонячного випромінювання.
- 8.2. Спектр та інтенсивність випромінювання.
- 8.3. Сонячна постійна.
- 8.4. Атмосферна маса (АМ).
- 8.5. Стандартні значення показника АМ.
- 8.6. Земна радіація.
- 8.7. Процеси поглинання та розсіювання.
- 8.8. Формула Буге. Релеєвське розсіювання СВ.

Тема 9. Напрямки поширення прямого сонячного випромінювання.

- 9.1. Азимутальний кут площини.
- 9.2. Азимутальний кут Сонця, профільний та годинний кути, зенітний кут, висота сонцестояння.
- 9.3. Кути для поверхонь, що слідкують за Сонцем.

Тема 10. Методи визначення енергетичного потенціалу сонячної енергії.

- 10.1. Визначення теоретичного потенціалу сонячної енергії.
- 10.2. Визначення технічно-досяжного потенціалу сонячної енергії

Тема 11. Класифікація сонячних систем.

- 11.1. Пасивні системи.
- 11.2. Система MJT.
- 11.3. Система Блісса-Денована.
- 11.4. Система Лефевра.
- 11.5. Система Льюфа.
- 11.6. Система Моргана.
- 11.7. Система Skytherm (Хей-Джеллотт).
- 11.8. Система Баєра.
- 11.9. Система Бريدжерса-Пакстона.
- 11.10. Система Телкеса-Раймонда.
- 11.11. Система Вагнера.
- 11.12. Система Тромба-Мішеля.

Тема 12. Класифікація активних систем.

- 12.1. Плоскі геліоколектори (прості, проточні).
- 12.2. Тепловий баланс геліоколектора.
- 12.3. Селективні покриття.

Тема 13. Відкриті колектори (абсорбери).

- 13.1. Відкриті колектори (абсорбери).
- 13.2. Площа абсорбера (брутто-площа, площа абсорбера, площа апертури).
- 13.3. Ліровидні та меандрові абсорбери.
- 13.4. Теплоносії активних геліосистем і способи їх циркуляції.
- 13.5. Коефіцієнт корисної дії сонячного колектора (оптичний, ефективний).

Тема 14. Акумуляування теплоти.

- 14.1. Призначення та конструкція акумуляторів теплоти.
- 14.2. Системи сонячного теплопостачання з баком-акумулятором.

14.3. Системи акумулювання теплоти у термодинамічних сонячних електростанціях.

14.4. Ефективність сонячного нагрівача.

14.5. Коефіцієнт заміщення геліосистеми.

14.6. Методика розрахунку ефективності сонячного нагрівача системи сонячного опалення та коефіцієнта заміщення системи за її укрупненими теплотехнічними характеристиками.

3. Структура навчальної дисципліни (І-частина)

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.
	Рік підготовки 3 Семестр 5						Рік підготовки Семестр					
Тема 1.	13	4		4		5						
Тема 2.	13	4		4		5						
Тема 3.	13	4		4		5						
Тема 4.	13	4		4		5						
Тема 5.	13	4		4		5						
Тема 6.	13	4		4		5						
Тема 7.	12	4		4		4						
Іспит	30					30						
Усього годин	120	28		28		64						

Структура навчальної дисципліни (ІІ-частина)

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 3 Семестр 6						Рік підготовки Семестр					
Тема 8.	9	2		2		5						
Тема 9.	17	6		6		5						
Тема 10.	13	4		4		5						
Тема 11.	17	6		6		5						
Тема 12.	14	4		4		6						
Тема 13.	8	4		4								
Тема 14.	12	6		6								
Іспит	30					30						
Усього годин	120	32	-	32	-	56						

4. Теми лабораторних занять

План лабораторних занять з дисципліни (Частина 1)

№ з/п	Назва лабораторної роботи	К-сть годин
1	Вступне заняття. Ввідний інструктаж з техніки безпеки. Ознайомлення з методикою та засобами досліджень фотоелектричних панелей та установок.	2
2	Оцінка впливу режимів інсоляції на поточну продуктивність фотопанелі	2
3	Дослідження ефективності сонячної панелі за різних кутів освітлення	2
4	Дослідження структури та будови фотоелектричних панелей з	2

	фотоелектричними елементами різної генерації	
5	Побудова вольт-амперної характеристики фотоелектричних модулів різного типу	4
6	Дослідження впливу температури на вольт-амперну характеристику фотоелектричного модуля	2
7	Дослідження впливу режиму затінення на вольт-амперну характеристику фотоелектричного модуля	4
8	Дослідження ефективності фотоелектричної панелі з плоским дзеркальним концентратором потоку сонячної енергії	4
9	Дослідження режимів роботи фотоелектричних установок з різною структурою	4
10	Обґрунтування структури і параметрів комутаційної та захисної апаратури фотоелектричної установки	2
	Разом за семестр	28

План лабораторних занять з дисципліни (Частина 2)

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість годин
1	Дослідження ефективності світло-прозорого покриття сонячних колекторів	4
2	Дослідження ефективності сприйняття сонячної енергії абсорберами сонячних колекторів	6
3	Дослідження конструктивних та експлуатаційних характеристик плоских сонячних колекторів	4
4	Дослідження конструктивних та експлуатаційних характеристик трубчастих вакуумних сонячних колекторів	4
5	Дослідження структури сонячних теплових установок	4
6	Дослідження процесів теплового акумулювання сонячних теплових установок	4
7	Дослідження ефективності роботи плоского сонячного повітряного геліоколектора	6
Усього годин		32

5. Теми винесені на самостійне вивчення

№ з/п	Назва теми
1	Перспективи розвитку сонячної електроенергетики
2	Перспективні матеріали для виготовлення фотоелектричних елементів
3	Чинники, які впливають на ефективність фотоелектроперетворення
4	Технологічні особливості виготовлення фотоелектричних елементів
5	Методика моделювання параметрів фотоелектричного елемента на підставі його заступної схеми
6	Методика та засоби побудови вольт-амперної характеристики фотоелектричної панелі
7	Особливості програмного моделювання параметрів сонячних електростанцій
8	Класифікація та види малопоширених відновлюваних джерел енергії
9	Особливості функціонування сонячних енергетичних установок
10	Особливості дослідження розподілу сонячної енергії за даними експериментальних досліджень
11	Особливості систем використання сонячної енергії в енергетичних цілях
12	Способи та засоби використання сонячної енергії в побуті

13	Особливості побудови систем теплопостачання житлових об'єктів
14	Сучасні технології акумулювання теплової енергії за допомогою сонячної енергії

6. 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.

7. 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 «*Сонячна енергетика*» здобувачі першого (бакалаврського) рівня вищої освіти набувають знання, уміння та компетентності, що відповідають вимогам ОП «*Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика*» спеціальності 145 «*Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика*».

Індекс в матриці ОПП	Програмні компоненти
ЗК7.	Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій
ЗК8.	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел
ЗК11.	Здатність приймати обґрунтовані рішення
СК1.	Здатність застосовувати відповідні методи математики, природничих та технічних наук і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з відновлюваних джерел енергії та гідроенергетики.
СК2.	Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інженерних дисциплін для розв'язання складних задач з відновлюваних джерел енергії та гідроенергетики.
СК3.	Здатність розуміти і застосовувати фізичні принципи і математичні методи, необхідні в галузі відновлюваних джерел енергії та гідроенергетики.
СК4.	Здатність виявляти, класифікувати і описувати ефективність систем і компонентів енергосистеми на основі використання аналітичних методів, моделювання та експериментальних досліджень.
СК6.	Здатність враховувати комерційний та економічний аспекти у професійній діяльності з відновлюваної енергетики та гідроенергетики.
СК7.	Здатність оцінювати енергетичну ефективність об'єктів, розробляти та впроваджувати енергоощадні технології.
СК8.	Здатність розробляти проекти з урахуванням особливостей виробництва, експлуатації, технічного обслуговування та утилізації обладнання відновлюваних джерел енергії та гідроенергетики.
СК10.	Здатність вирішувати проблеми якості в енергетичній галузі.

СК12.	Здатність вирішувати питання інтелектуальної власності.
СК13.	Здатність застосовувати методики вибору енергетичного обладнання та устаткування об'єктів відновлюваних джерел енергії та гідроенергетики.
СК15.	Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг.
СК16.	Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики.
СК17.	Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу.
СК18.	Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.
СК19.	Здатність дотримання вимог правил техніки безпеки, охорони праці та норм виробничої санітарії на підприємствах електроенергетичного та електромеханічного комплексів.
СК20.	Здатність здійснювати діагностику обладнання та устаткування, організовувати обслуговування і ремонт, проводити сертифікацію й експертизу електроенергетичних та електротехнічних систем об'єктів відновлюваної енергетики.
ПРН4.	Встановлювати зв'язок між інженерною діяльністю та впливом її на навколишнє середовище, застосовувати ефективні заходи щодо охорони навколишнього середовища.
ПРН5.	Використовувати сучасні інформаційні технології та спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач професійної діяльності.
ПРН7.	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.
ПРН8.	Систематизовані знання і розуміння ключових аспектів та концепцій в галузі відновлюваної енергетики та гідроенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.
ПРН9.	Визначати, формулювати і вирішувати інженерні завдання в галузі відновлюваної енергетики та гідроенергетики з використанням енергоефективних методів.
ПРН10.	Аналізувати інженерні об'єкти, процеси і методи в галузі відновлюваної енергетики та гідроенергетики, забезпечувати достовірність та релевантність результатів аналізу.
ПРН11.	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.
ПРН12.	Приймати ефективні рішення з урахуванням проблем безпеки довкілля і правових питань, соціальних та екологічних наслідків технічних рішень, кодексу професійної етики і норм інженерної практики.
ПРН13.	Експлуатувати енергетичне обладнання у відповідності до виробничих цілей, законодавства і нормативних документів, зокрема, технічних регламентів та правових норм в галузі охорони здоров'я людей і забезпечення безпеки інженерної діяльності.
ПРН14.	Обирати та використовувати придатні методи та засоби вимірювань для визначення значень технологічних параметрів процесів та режимів роботи енергетичного обладнання відповідно до стандартів і вимог метрологічної

	служби України.
ПРН15.	Вміти виконувати енергетичні розрахунки енергетичних об'єктів відновлюваної енергетики та гідроенергетики, вибирати тип і розміри основного і допоміжного обладнання.
ПРН16.	Розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни.
ПРН17.	Знати існуючі підходи до проєктування, виготовлення, випробувань та експлуатації обладнання та устаткування відновлюваної енергетики та гідроенергетики.
ПРН18.	Показувати навички самостійної роботи, демонструвати критичне, креативне, самокритичне мислення.
ПРН19.	Демонструвати здатність діяти соціально відповідально та свідомо на основі етичних принципів, цінувати та поважати культурне різноманіття, індивідуальні відмінності людей.
ПРН20.	Знати методи і порядок проєктування об'єктів відновлюваної енергетики та гідроенергетики.
ПРН21.	Знати існуючі конструкції обладнання та устаткування призначеного для перетворення енергії відновлюваних джерел в електричну та інші види енергій.
ПРН22.	Знати заходи підтримки та зміни режимів роботи систем електроживлення, об'єктів відновлюваної енергетики, систем блискавкозахисту та захисту від перенапруг.
ПРН23.	Знати фактори, що призводять до виникнення незворотних процесів в устаткуванні та обладнанні електричних станцій та об'єктів відновлюваної енергетики та гідроенергетики.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Частина 1

Розділ 1							ПМК	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	50	100
7	7	7	7	7	7	8		

Частина 2

Розділ 2							ПМК	Сума
T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	50	100
2	2	2	6	6	9	9		

11. Методичне забезпечення

1. Сиротюк С. В., Гальчак В.П., Станицький Т. О. Оцінка впливу режимів інсоляції на поточну продуктивність фотопанелі. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни "Сонячна енергетика". Дубляни, 2024. 10 с.
2. Сиротюк С. В., Гальчак В.П., Станицький Т. О. Дослідження ефективності сонячної панелі за різних кутів освітлення. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни "Сонячна енергетика". Дубляни, 2024. 9 с.
3. Сиротюк С. В., Гальчак В.П., Станицький Т. О. Дослідження структури та будови фотоелектричних панелей з фотоелектричними елементами різної генерації. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни "Сонячна енергетика". Дубляни, 2024. 16 с.

4. Сиротюк С. В., Гальчак В.П., Станицький Т. О. Побудова вольт-амперної характеристики фотоелектричних модулів різного типу. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни "Сонячна енергетика". Дубляни, 2024. 12 с.
5. Сиротюк С. В., Гальчак В.П., Станицький Т. О. Дослідження впливу температури на вольт-амперну характеристику фотоелектричного модуля. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни "Сонячна енергетика". Дубляни, 2024. 8 с.
6. Сиротюк С. В., Гальчак В.П., Станицький Т. О. Дослідження впливу режиму затінення на вольт-амперну характеристику фотоелектричного модуля. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни "Сонячна енергетика". Дубляни, 2024. 8 с.
7. Сиротюк С. В., Гальчак В.П., Станицький Т. О. Дослідження ефективності фотоелектричної панелі з плоским дзеркальним концентратором потоку сонячної енергії. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни "Сонячна енергетика". Дубляни, 2024. 10 с.
8. Сиротюк С. В., Гальчак В.П., Станицький Т. О. Дослідження режимів роботи фотоелектричних установок з різною структурою. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни "Сонячна енергетика". Дубляни, 2024. 20 с.
9. Коробка С. В. Дослідження природи і параметри сонячної енергії. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни «Сонячна енергетика». Дубляни, 2023. 22 с.
10. Коробка С. В. Дослідження напрямів поширення прямого сонячного випромінювання. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни «Сонячна енергетика». Дубляни, 2023. 28 с.
11. Коробка С. В. Дослідження акумулювання теплоти. Методи визначення енергетичного потенціалу сонячної енергії. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни «Сонячна енергетика». Дубляни, 2023. 21 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. Гальчак В.П., Боярчук В.М., Сиротюк С.В., Коробка С.В., Станицький Т.О. Сонячна енергія та інсоляція: Монографія. Львів : Магнолія 2006, 2024. 242 с.
3. Jastrzębska G. Ogniwa słoneczne. Budowa, technologia i zastosowanie. Sulejówek : WKL, 2024. 574 s.

Допоміжна

1. Tytko R. Fotowoltaika. Podręcznik dla studentów, uczniów, instalatorów, inwestorów. VI uzupełnione. Kraków, 2022. 520 s.
2. Sibiński M., Znajdek K. Postępy w fotowoltaice. Warszawa : Wydawnictwo Naukowe PWN, 2021. 302 p.
3. Кудря С.О., Головка В.М. Основи конструювання енергоустановок з відновлюваними джерелами енергії: навч. посіб. К.: НТУУ "КПІ", 2011. 184 с.
4. Szymanski B. Instalacje fotowoltaiczne. Wydanie III. Krakow: GEOSYSTEM, Redakcja GLOBEnergia, 2014. 249 p.
5. Luque A., Hegedus S. Handbook of Photovoltaic Science and Engineering. San Francisco: John Wiley & Sons Ltd, 2003. 1115 p.

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:
<https://moodle.lnup.edu.ua/> - Віртуальне навчальне середовище ЛНУП
<https://aseu.org.ua/>