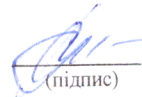


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра «Космічної техніки та нетрадиційних джерел енергії» (№ 402)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант ОП


(підпис)

Губін С. В.
(ініціали та прізвище)

« 31 » 08 2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Проектування сонячних і теплових енергетичних установок
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(код та найменування спеціальності)

Освітні програми: «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії»
«Комп'ютерно-інтегроване управління в енергетиці»
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

Робоча програма Проектування сонячних і теплових енергетичних установок
(назва дисципліни)
для студентів за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»
освітніми програмами «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії»,
«Комп'ютерно-інтегроване управління в енергетиці»

«14» 08 2021 р., – 14 с.

Розробник: Губін С. В., проф. к.402, к.т.н., проф
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри космічної техніки та
нетрадиційних джерел енергії

(назва кафедри)
Протокол № 1 від « 30 » серпня 2021 року

Завідувач кафедри к.т.н.  С. В. Сінченко
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5,5; 3,5; 2 /0	<p style="text-align: center;">Галузь знань 14 «Електрична інженерія» (шифр та найменування)</p> <p style="text-align: center;">Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (код та найменування)</p> <p style="text-align: center;">Освітня програма «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії», «Комп'ютерно-інтегроване управління в енергетиці» (найменування)</p> <p style="text-align: center;">Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)</p>	Цикл загальної (професійної) підготовки <i>вільного вибору студента</i>	
Кількість модулів – 1		Навчальний рік	
Кількість змістових модулів – 2		2021/ 2022	
Індивідуальне завдання РГР <u>Сонячна енергетична установка, КР</u> (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин – 165;105 (60) денна – 75 ¹⁾ /60 заочна – 0 ¹⁾ /0		7 -й	__-й
		Лекції¹⁾	
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5 самостійної роботи студента – 4		32 годин	__ годин
		Практичні, семінарські¹⁾	
		0 годин	__ годин
		Лабораторні¹⁾	
	16 годин	__ годин	
	Самостійна робота		
	117; 57 (44) годин	__ годин	
	Вид контролю		
	іспит		

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:
для денної форми навчання – 75/60;
для заочної форми навчання – 0/0.

¹⁾ Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення – засвоєння теоретичних знань та практичних навичок з проектування нетрадиційних сонячних енергетичних установок (НСЕУ), основних методів їх розробки та основ розрахунку проектних параметрів і попереднього опрацювання конструкції.

Завдання:

- вивчити лекційний матеріал;
- освоїти методiku вирішення практичних завдань;
- виконати розрахунково-графічне завдання.

Результати навчання:

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК1 – Здатність застосовувати знання на практиці.

ЗК2 – Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК5 – Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК8 – Здатність працювати в команді.

Фахові компетентності (ФК):

ФК7 – Здатність дотримуватись в проектах електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування стандартів, норм і технічних умов.

ФК8 – Здатність використовувати сучасні методи розрахунку, проектування та аналізу роботи електроенергетичних та електромеханічних систем.

Програмні результати навчання:

ПРН2 – Здатність продемонструвати знання основ професійно-орієнтованих дисциплін спеціальності в області електричних кіл постійного та змінного струму, теорії електромагнітного поля, теорії електричних машин, теорії електроприводу, теорії автоматичного керування, методів аналізу електричних мереж, процесів виробництва, перетворення і транспортування енергії, схемотехніки, інформаційних технологій аналізу систем, ефективного енерговикористання.

ПРН3 – Здатність продемонструвати поглиблені знання принаймні в одній з областей електроенергетики, електротехніки та електромеханіки: електричні станції, електричні системи та мережі, електротехнічні системи електроспоживання, електромеханічні системи автоматизації та електропривод, електромеханотроніка і системи управління виробництвом та розподілом електроенергії.

ПРН5 – Здатність продемонструвати знання та розуміння методологій проектування, відповідних нормативних документів, чинних стандартів і технічних умов.

ПРН6 – Здатність продемонструвати знання сучасного стану справ та новітніх технологій в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ПРН9 – Застосовувати знання і розуміння для ідентифікації, формулювання і вирішення технічних задач спеціальності, використовуючи відомі методи.

ПРН10 – Застосовувати знання і розуміння для розв'язування задач синтезу та

аналізу в системах, які характерні обраній спеціалізації.

ПРН20 – Уміння спілкуватись, включаючи усну та письмову комунікацію українською мовою та однією з іноземних мов (англійською, німецькою, італійською, французькою, іспанською).

ПРН23 – Здатність усвідомлювати необхідність навчання впродовж усього життя з метою поглиблення набутих та здобуття нових фахових знань.

ПРН24 – Здатність відповідально ставитись до виконуваної роботи та досягати поставленої мети з дотриманням вимог професійної етики.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. *Геліопотенціал, фотоелектричне та теплове перетворення неконцентрованої сонячної енергії*

Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни. Поняття про проектування та конструювання НСЕУ. Сучасні сонячні наземні енергетичні установки. Класифікація. Умови застосування НСЕУ. Загальні поняття про проектування НСЕУ. Етапи проектування НСЕУ. Методи проектування НСЕУ та їх використання. **Розробка ТЗ на НСЕУ.** Умови експлуатації автономних та мережних НСЕУ. Живлення та його якість, циклограма навантаження. Загальні характеристики ТЗ: надійність, обслуговування, ресурс, ремонт, монтаж, ергономіка, експлуатація, вартість енергії. **Визначення проектних параметрів ЕУ.** Аналіз графіків енергоспоживання (циклограм навантаження) дво- та трирівневих. **Визначення** необхідної потужності первинного генератора. **Визначення** ємності акумулятора.

Тема 2. Сонячний енергоприхід та його аналіз. Аналіз енергоприходу. Методи розрахунку наявної кількості сонячної енергії. Метод прямого розрахунку. Метод актинометричних таблиць. **Методи підвищення енерговіддачі.** Схеми розміщення приймачів сонячного випромінювання. Неорієнтовані, частково орієнтовані схеми, геліостати. **Розміщення неорієнтованих НСЕУ.** **Визначення** оптимальних кутів установки неорієнтованих та частковоорієнтованих плоских приймачів сонячної енергії за критерієм максимуму енерговіддачі. **Розміщення геліостатних НСЕУ.** Необхідна точність орієнтації геліостатів плоских та концентруючих (плоских дзеркальних та дзеркальних фокусних). Схеми та методи забезпечення точності орієнтації.

Тема 3. Фотоелектричні НСЕУ. Загальні поняття про базову фотоелектричну НЕСУ. Типи НСЕУ та їх класифікація. Прямі перетворювачі сонячної енергії. Теплові сонячні енергетичні установки. Поняття про базову схему, компоновку та елемент НСЕУ. Поняття про побудову НЕСУ, схему розміщення та монтажну схему на підґрунті базового елемента. Оціночні розрахунки базового елемента та критерії вибору стандартного, або уніфікованого. **Фотоелектричний перетворювач.** Фотоелектричні перетворювачі (ФП). наземного використання, їх типи, стандарти та основні

характеристики. Схеми комутації ФП. Особливості розрахунку фотоелектричних перетворювачів. **Сонячна батарея.** Базовий модуль сонячної батареї. Автономна та мережна компоновка сонячних батарей. Структурна схема, сема розміщення, конструктивні обмеження компоновки. Побудова типових НСЕУ на базі сонячної батареї неорієнтованої, частково орієнтованої та орієнтованої сонячної батареї. Розрахунок енергетичних проектних параметрів: встановленої потужності, коефіцієнта використання тощо. **Космічні сонячні електростанції.** Типи космічних сонячних електростанцій. Геоестаціонарні енергетичні супутники. Енергодобуток на геоестаціонарній орбіті. Передача енергії на землю. Наземні приймачі енергії. Проектна ефективність.

Тема 4. Теплові НСЕУ неконцентрованого сонячного випромінювання. Геліоустановки прямого використання тепла. Класифікація та типи теплових геліоустановок неконцентрованого сонячного випромінювання. Схеми та побудова. **Сонячний колектор.** Основні визначення плоского сонячного колектору типу „гарячий ящик”. Теплоприймаюча поверхня, ступінь селективності та енергетична ефективність, абсорбер. Вакуумовані сонячні колектори. Схема побудови й монтажу сонячного плоского колектора, створення базового модуля. Комбінований фотоелектричний колектор. Оціночні розрахунки сонячного теплового колектора. **Теплові колекторні геліоустановки.** Типи, та класифікація колекторних геліоустановок за призначенням, циркуляцією, контурністю. Типові схеми колекторних геліоустановок природної та примусової циркуляції теплоносія, достоїнства та недоліки. Типові схеми одно- та двоконтурних колекторних геліоустановок, достоїнства та недоліки. Типові схеми геліоколекторних систем опалення та гарячого водопостачання. **Розробка геліоколекторної установки.** Побудова геліоколекторного поля. Методика розміщення, монтування та поєднання геліоколекторного поля. Оціночні розрахунки геліоколекторних установок на підґрунті базового модуля.

Змістовний модуль 2. Перетворення концентрованої сонячної енергії, сонячний ексклюзив

Тема 1. Концентрація сонячної енергії. Концентратори сонячного випромінювання. Схеми геліоконцентраторів та їх типи: сферичні та параболічні одно й дводзеркальні, параболоциліндричні, фокони, фокліни, плоскі дзеркальні, комбіновані. Розрахунок фоконів та фоклінів. Використання концентраторів сонячного випромінювання. Розрахунок параметрів концентратора на основі сферичної, параболічної та гіперболічної поверхонь. **Ловушки сонячного випромінювання.** Схеми та типи пасток концентрованої сонячної енергії. Типові схеми пасток: порожнинні геліоприймачі та приймачі типу „сонячна піч”, відкриті пастки, геліокотли. Оціночні розрахунки теплових параметрів пасток.

Тема 2. Термодинамічні сонячні енергоустановки. Основні поняття з дзеркальних баштових СЕУ. Класифікація та схеми побудови баштових сонячних енергетичних установок. Основні геометричні визначення площинних та рельєфних баштових СЕУ. Основні геометричні параметри баштових СЕУ з секторними та концентричними полями дзеркальних геліостатів Класифікація геліостатів дзеркальних баштових СЕУ та методи керування дзеркальним полем геліостатів. **Розрахунок та побудова дзеркальних баштових СЕУ** Побудова

структурної схеми, схеми розміщення та компоновання сонячної баштової СЕУ. Особливості проектних обмежень до дзеркал, башт, геліокотлів. Вимоги до дзеркал та геліостатів. Вимоги до башти і її розміщення. Вимоги до розміщення геліокотлів, типу робочого тіла та методів його подачі й використання. Методики оціночних розрахунків енергетичних параметрів дзеркальних баштових СЕУ: встановленої потужності, коефіцієнта використання, коефіцієнта корисної дії, робочої температури тощо.

Тема 3. Дзеркальні СЕУ висококонцентрованого сонячного випромінювання. Дзеркальні параболічні СЕУ прямого перетворення енергії. Класифікація та типи дзеркальних параболічних СЕУ. Побудова структури та схеми розміщення параболічної СЕУ з прямими перетворювачами енергії. Компоновання сонячного термоелектричного перетворювача. Основні проектні розрахунки сонячних термоелектричних перетворювачів. Компоновання сонячного термоемісійного перетворювача. Основні проектні розрахунки сонячних термоемісійних перетворювачів. **Дзеркальні параболічні СЕУ теплової дії.** Компоновання геліокотлів висококонцентрованого сонячного випромінювання. Вимоги до енергоносіїв тепла висококонцентрованого сонячного випромінювання. Компоновання технологічних геліопечей промислового та побутового призначення. Оціночні розрахунки теплових параметрів геліоустановок висококонцентрованого сонячного випромінювання. Особливості термодинамічних СЕУ з параболічними концентраторами. Особливості геліостатування дзеркальних параболічних СЕУ. **Дзеркальні параболоциліндричні СЕУ.** Класифікація та типи дзеркальних параболоциліндричних СЕУ. Побудова структури та компоновання параболоциліндричних СЕУ. Особливості геліостатування параболоциліндричних СЕУ. Особливості використання прямих перетворювачів енергії з параболоциліндричними концентраторами. Особливості геліокотлів параболоциліндричних концентраторів сонячного випромінювання. Оціночні розрахунки теплового потоку концентрованого сонячного випромінювання у параболоциліндричних концентраторах.

Тема 4. Сонячні теплові та ексклюзивні енергетичні установки. Сонячно-вітрові (аеробарні) сонячні установки. Схема побудови. Розрахунки аеропідійомної труби та здобутку енергії. Схема будови та розрахунку теплового повітряного колектора. Аеротурбіни аеробарних сонячних енергоустановок. **Геліосушарки.** Схеми побудови. Елементи конструкції. Розрахунки вологовідведення. **Геліоопріснювачі.** Схеми побудови. Елементи конструкції. Розрахунки продуктивності. **Сонячні ставки.** Схеми побудови. Технічні рішення. Розрахунки теплових ресурсів.

Тема 5. Заключення. Вимоги до конструкції та ефективність СЕУ. Структура сонячної енергетичної установки та її взаємозв'язок з вимогами до конструкції СЕУ. Умови експлуатації СЕУ та вимоги до конструкції щодо забезпечення проектних параметрів. Конструктивні обмеження проектів сонячних енергетичних установок. Поняття про економічну ефективність сонячної СЕУ, та необхідності побудови проекту. Методики визначення питомої вартості енергії, що вироблена сонячною енергетичною установкою. **Оптимізація СЕУ.** Постановка задачі оптимальної СЕУ за критерієм мінімальної вартості енергії. Аналіз обмеження конструкції та економічних показників. **Перспективи**

розвитку СЕУ. Огляд існуючих експериментальних та промислових СЕУ. Перспективи підвищення ККД перетворювачів сонячної енергії. Перспективи зменшення капітальних витрат та питомої вартості енергії.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	Усього	У тому числі				Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1										
Змістовий модуль 1. Геліопотенціал, фотоелектричне та теплове перетворення неконцентрованої сонячної енергії										
Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни.		4			12					
Тема 2. Сонячний енергоприхід та його аналіз.		6	2		16					
Тема 3. Фотоелектричні НСЕУ.		6	2		16					
Тема 4. Теплові НСЕУ неконцентрованого сонячного випромінювання.		4	4		14					
Разом за змістовим модулем 1		20	8		58					
Змістовий модуль 2. Перетворення концентрованої сонячної енергії, сонячний ексклюзив										
Тема 5. Концентрація сонячної енергії.		1	2		12					
Тема 6. Термодинамічні сонячні енергоустановки.		4	2		16					
Тема 7. Дзеркальні СЕУ висококонцентрованого сонячного випромінювання.		5	2		16					
Тема 8. Сонячні теплові та ексклюзивні енергетичні установки.		2	2		14					
Тема 9. Заключення.		-	-		3					
Разом за змістовим модулем 2		12	8		59					
Усього годин		32	16		117					
Модуль 2										
Індивідуальне завдання (РГР)		-	-	-	30		-	-	-	
Усього годин		45	30		60					

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
1	не передбачено		
	Разом		

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
1	Визначення проектних параметрів СЕУ. Розрахунок енергоприходу та енергорозходу за графіком енергоспоживання.	2	
2	Розрахунок енергетичних параметрів фотоелектричних СЕУ та їх попереднє компонування	2	
3	Розрахунок базового модуля фотоелектричного СЕУ	2	
4	Розрахунок енергетичних параметрів теплових колекторних СЕУ та їх попереднє компонування	2	
5	Розрахунок базового модуля сонячного теплового колектора	2	
6	Вирішення задач технікоекономічного аналізу СЕУ та вибір типової схеми.	2	
7	Формування конструктивних параметрів СЕУ. Розрахунок зовнішніх вітрових та снігових та ожеледних навантажень.	2	
8	Розрахунок конструктивних параметрів СЕУ та їх загальне компонування.	2	
9	Вирішення задач з розрахунку енергетичних параметрів дзеркальних баштових СЕУ.	2	
10	Вирішення задач з розрахунку дзеркальних низько концентрованих СЕУ та їх попереднє компонування.	2	
11	Вирішення задач з розрахунку дзеркальних висококонцентрованих СЕУ та їх попереднє компонування.	2	
12	Вирішення задач з розрахунку сонячних аеробарних СЕУ та їх попереднє компонування	2	
13	Вирішення задач з розрахунку геліосушарок, геліоопріснювачів, геліоставків	4	
14	Формування СЕУ на рівні аван-проекту та постановка задачі оптимізації	2	
	Разом	30	

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
	не передбачено		
	Разом		

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
1	Формування проектних параметрів з розробки технічного завдання на проектування сонячної енергетичної установки	12	
2	Засвоєння методів розрахунку сонячного енергоприходу (енергонадходження) і визначення параметрів орієнтації приймальної поверхні сонячної енергетичної установки	14	
3	Засвоєння методів математичного моделювання фотоелектричних перетворювачів	14	
4	Засвоєння методів розрахунку і моделювання сонячної батареї та базового модуля	14	
5	Засвоєння методів розрахунку та математичного моделювання сонячного теплового колектора	12	
6	Засвоєння методів розрахунку та моделювання геліоколекторної установки	14	
7	Засвоєння методів розрахунку дзеркальної баштової енергетичної установки	12	
8	Засвоєння методів розрахунку концентраторів сонячного випромінювання	14	
9	Засвоєння основних понять з оптимізації нетрадиційних сонячних енергетичних установок	11	
10	Виконання індивідуальних завдань	30	
	Разом	117	

9. Індивідуальні завдання

9.1. Теми розрахунково-графічних робіт

- Сонячна енергетична установка з сонячною батареєю автономна чи мережева з встановленою потужністю 1...10 кВт;
- Сонячна фотоелектрична станція з встановленою потужністю від 100 кВт;
- Геліоколекторна установка з встановленою потужністю 100...1000 л. води з перепадом температури 20...80 °С;
- Баштова геліоелектрична станція з встановленою потужністю 0.1...1 мВт на рівні опрацювання поля геліостатів, типу башти та оцінки геліокотла;

- Параболічна геліоелектрична станція з встановленою потужністю 0.1...2.5 кВт з термоелектричним перетворювачем;
- Параболоциліндричний модуль геліоелектричної станції на основі термоелектричного перетворювача з встановленою потужністю 0.1...1 кВт.

9.2. Індивідуальні завдання

- Формування вимог до технічного завдання на проектування сонячної енергетичної установки;
- Розрахунок сонячного енергонадходження і визначення параметрів орієнтації приймальної поверхні сонячної енергетичної установки;
- Отримання вольт-амперної характеристики на математичній моделі фотоелектричного перетворювача;
- Отримання вольт-амперної характеристики на математичній моделі сонячної батареї та базового модуля;
- Отримання теплової характеристики сонячного теплового колектора на математичній моделі;
- Отримання теплової характеристики геліоколекторної установки на математичній моделі;
- Розрахунок параметрів концентрації сонячного випромінювання у фокусній плямі;
- Розрахунок параметрів дзеркальної баштової енергетичної установки;
- Розрахунок концентраторів сонячного випромінювання;
- Побудова системи рівнянь щодо оптимізації нетрадиційних сонячних енергетичних установок.

10. Методи навчання

Словесні, практичні, демонстраційні.

11. Методи контролю

Перевірка письмових робіт, захист РГР, усний контроль практичних та індивідуальних завдань

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1 Розподіл балів, які отримують студенти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	3...5	4	12...20
Модульний контроль	10...15	1	10...15
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Виконання і захист (практичних лабораторних) робіт	3...5	4	12...20

Виконання і захист РГР	10...15	1	10...15
Усього за семестр			60...100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки щодо виконання розрахунково-графічної роботи
2. Автономные наземные энергетические установки на возобновляемых источниках энергии / К. В. Безручко, С. В. Губин. – Учеб. пособие. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т “Харьк. авиац. ин-т”, 2007. – 310 с.
3. Проектування сонячних енергоустановок / С. В. Губін, С. В. Сінченко. – Навч. посібник для курсового та дипломного проектування. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т “Харк. авиац. ін-т”, 2018. – 70 с.

14. Рекомендована література

Базова

1. Энергозбереження і енергоефективність-1. Конспект лекцій для студентів напрямку підготовки 6.050802 «Електронні пристрої та системи». - К.: НТУУ “КПІ”, 2014. – 106 с.
2. Автономные наземные энергетические установки на возобновляемых источниках энергии / К. В. Безручко, С. В. Губин. – Учеб. пособие. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т “Харьк. авиац. ин-т”, 2007. – 310 с.
3. 621.3 X22 Харченко Н. В. Индивидуальные солнечные установки. М. Энергоатомиздат, 1991, -208 с.
4. Бекман У. А., Даффи Д. А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии. - М.: Мир, 1978. – 420 с.
5. 621.47 И88 Использование солнечной энергии Сборник I М.: Изд АН СССР 1957 -247 с.
6. 621.47 С60 Солнечная энергетика Пер с англ. и франц. Под ред. Малевского Ю. Н. и Колтуна М. М., М.: Мир, 1979, -390 с.

Допоміжна

1. 621.47 Д23 Дверняков В. С. Солнце – жизнь, энергия К. Наукова думка 1988 -201 с.
2. Системы электропитания аппаратов / П. П. Соустин, В. И. Иванчура, А. И. Чернышов, Ш. Н. Исляев. – Новосибирск: Наука, 1994. - 318 с.
3. Солнечные батареи автоматических космических аппаратов (компоновка на КА, конструкция узлов, проектировочные расчеты) / К. В. Безручко, В. Ф. Гайдуков, С. В. Губин, В. И. Драновский, Я. С. Карпов, И. Б. Туркин. – Учеб. пособие для технических вузов и специальностей аэрокосмического профиля. - Харьков: Нац. аэрокосмический ун-т “Харьк. авиац. ин-т”, 2001. – 276 с.
4. 621.47 Г85 Грищенко Ю. И. и др. Регулирование оптических параметров гелиоустройств воздействием окружающей среды / АН УССР ин-т проблем машиностроения,

- К.: Наукова думка. 1988, -201 с.
5. 621.47 Д23 Дверняков В. С. Солнце – жизнь, энергия. К.: Наукова думка. 1986 -112 с.
 6. 621.4 М15 Мак-Вейг Д. Применение солнечной энергии. Пер с англ. Под ред. Б. В. Тарнижевского М.: Энергоиздат 1981 -216 с.
 7. 621.1 П29 Солнечная энергия и возможности ее использования М.: Знание 1952 -22 с.
 8. Безручко К. В. Расчет характеристик солнечных батарей на основе математических моделей. - Харьков: Харьк. авиац. ин-т, 1996. – 39 с.
 9. 621.4 Г31 Гелиоэнергетика: Том 1. Солнечные электрические станции. Ахмедов Р. Б., Баум И. В., Пожаров В. А., Чаховский В. М. М.: ВИНТИ 1986 -120 с.
 10. 621.3 Э45 Электротехнический справочник в 3-х т. / Под общ. Ред И. Н. Орлова. 7-е изд. Испр. И доп. М.: Энергоатомиздат, 1985. Т 2. Электротехнические изделия и устройства. 1986 -711 с.
 11. 621.3 И91 Источники вторичного электропитания / В. А. Головацкий, Г. Н. Гулякович, Ю. И. Конев и др. / Под ред. Ю. И. Конева. 2-е изд. Перераб и доп., М.: Радио и св. 1990, 277 с.
 12. Бортовые энергосистемы космических аппаратов на основе солнечных и химических батарей / Н. В. Белан, К. В. Безручко, В. Б. Елисеев, В. В. Ковалевский, В. А. Летин, В. П. Постаногов, А. Н. Федоровский: В 2 ч. - Харьков: Харьк. авиац. ин-т, 1992. -Ч. 1. 452 с.
 13. Куландин А. А., Тимашев С. В., Иванов В. П. Энергетические системы космических аппаратов. – М.: Машиностроение, 1979. - 419 с.
 14. Солнечные энергосистемы космических аппаратов. Физическое и математическое моделирование / К. В. Безручко, Н. В. Белан, Д. Г. Белов и др. / Под ред. акад. НАН Украины С. Н. Конюхова. – Харьков: Гос. аэрокосмический ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2000. –515 с.

15. Інформаційні ресурси

https://uk.wikipedia.org/wiki/Сонячна_енергетика_України

https://ru.wikipedia.org/wiki/Солнечная_енергетика

<http://www.ive.org.ua> – Інститут відновлюваної енергетики НАН України

<http://uare.com.ua> – Українська асоціація відновлюваної енергетики

<http://pvrussia.ru> – Асоціація сонячної енергетики Росії

<https://power.larc.nasa.gov> – Сонячні та метеорологічні дані з досліджень НАСА для підтримки відновлюваних джерел енергії, побудови енергоефективності та потреб сільського господарства;

<http://www.rea.org.ua> – Агентство з відновлюваної енергетики, Київ

<http://journal.esco.co.ua/index.html> – Портал енергозбереження Запоріжжя

<http://pveducation.org/pvcdrom> – Освітній портал з фотоелектричної енергетики (англійською)

<http://pvcdrom.pveducation.org/RU> – Освітній портал з фотоелектричної енергетики (російською)

<http://www.ises.org/home/> - Міжнародна організація сонячної енергетики

<http://www.journals.elsevier.com/solar-energy/> Журнал Міжнародної організації сонячної енергетики

<http://solartoday.org> – Портал з сонячної енергетики (англійською)

<http://www.solar-rating.org/index.html> – Корпорація з програми сертифікації продуктів для сонячного опалення та охолодження в Північній Америці, що підтверджує вимоги міжнародних і уніфікованих кодексів і стандартів;

<http://kotel.ua> – Група компаній Viessmann – один з провідних у світі виробників опалювальних, промислових, холодильних систем;

<https://www.nrcan.gc.ca/energy/software-tools/7465> – це система програмного забезпечення для управління енергоефективністю, поновлюваних джерел енергії та когенерації, а також поточного аналізу енергоефективності.