

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ВНУТРІШНІХ СПРАВ  
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

**Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання**

**МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ**

**до практичних занять**

**з навчальної дисципліни «Альтернативні джерела енергії»**

**обов'язкових компонент**

**освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти**

***141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
(Електромеханіка)***

**Кременчук 2023**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 30.08.2023 № 7

**СХВАЛЕНО**

Методичною радою  
Кременчуцького льотного  
коледжу  
Протокол від 28.08.2023  
№ 1

**ПОГОДЖЕНО**

Секцією науково-методичної ради  
ХНУВС з технічних дисциплін  
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання КЛК ХНУВС, протокол від 28.08.2023 № 1

**Розробник:** викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, к.т.н., професор, спеціаліст вищої категорії Гаврилюк Ю.М.

**Рецензенти:**

1. Доцент кафедри електричних станцій Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», к.т.н. Шокарьов Д.А.
2. Викладач-методист циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, к.т.н., спеціаліст вищої категорії Волканін Є.Є.

# 1. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами

## 1.1. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами (денна форма навчання), не передбачена

## 1.2. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами (заочна форма навчання)

Номер та назва навчальної теми	Кількість годин відведених на вивчення навчальної дисципліни						Вид контролю
	Всього	з них:					
		Лекції	Семінарські заняття	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота	
Тема 1. Загальні відомості.	4	0	0	0	0	4	
Тема 2. Геліоенергетика.	14	2	0	2	2	8	
Тема 3. Біоенергетика.	14	2	0	0	0	12	
Тема4. Вітроенергетика.	20	2	0	2	2	14	
Тема 5. Геотермальна енергетика.	18	0	0	0	0	18	
Тема 6. Мала гідроенергетика.	18	0	0	0	2	16	
Тема 7. Комплексне використання відновлювальних джерел і акумуляторів енергії.	16	0	0	0	0	16	
Тема 8. Огляд новітніх розробок у сфері енергоощадності та відновлювальної енергетики. Приклади їх впровадження в практику використання у різних сферах.	16	0	0	0	0	16	
Всього за семестр № 5:	120	6	0	4	6	104	залік

## 2. Методичні вказівки до практичних занять

### Тема № 2. Геліоенергетика

**Практичне заняття:** Розрахунок сонячних енергетичних установок

**Навчальна мета заняття:** ознайомитися з основними можливостями сонячної енергії, розглянути методику розрахунку сонячних енергетичних установок.

**Час проведення** - 2 год. (заочна форма).

**Місце проведення:** аудиторія коледжу.

**Навчальні питання:**

1. Основні поняття геліоенергетики
2. Методика розрахунку сонячної енергетичної установки
3. Підсумовування отриманих даних при виконанні розрахунків

**Хід проведення заняття:**

1. Проведення попереднього контролю теоретичних знань здобувачів (опитування).
2. Формування практичних умінь і навичок (виконання завдань).

**Питання для опитування:**

1. Які ви знаєте типи геліосистем?
2. Яке призначення фотовольтних пристроїв?
3. Що таке гібридні або комбіновані системи?
4. Як можна визначити потужність сонячної електростанції?

**Задача** Виконання розрахунку сонячної установки.

У паротурбінних сонячних енергетичних установках теплота сонячного випромінювання від дзеркал геліостатів концентрується в парогенераторі, установленому на вежі. Загальна кількість теплоти, що сприймається парогенератором, становить:

$$Q = \eta_I \cdot n \cdot F \cdot I,$$

де  $\eta_I$  - коефіцієнт ефективності використання сонячного випромінювання (змінюється в межах 0.35... 0.5);

$n$  - кількість геліостатів;

$F$  - площа дзеркал одного геліостата, м<sup>2</sup>;

$I$  - інтенсивність сонячного випромінювання, Вт/м<sup>2</sup>.

Робота кілограма пари паротурбінної установки в циклі Ренкіна дорівнює

$$l = h_1 - h_2, \quad \text{кДж/кг},$$

термічний ККД

$$\eta_t = (h_1 - h_2) / (h_1 - h_k),$$

де  $h_1$  - ентальпія гострої пари;

$h_2$  - ентальпія відпрацьованого в турбіні пара (визначаються по  $h$  -  $s$  діаграмі водяної пари);

$h_k$  - ентальпія конденсату (визначається по таблицях термодинамічних властивостей води й водяного пара).

Теоретична потужність паротурбінної СЕУ складе:

$$N_{\text{ПТ}} = \eta_t \cdot \eta_E \cdot Q, \quad \text{Вт}$$

де  $\eta_E$  - ККД електрогенератора (у межах 0,92...0,96).

Потужність СЕУ з фотоелектричними перетворювачами визначається співвідношенням:

$$N_{\text{ФЕ}} = \eta_{\text{ФЕ}} \cdot F_{\text{ФЕ}} \cdot I, \quad \text{Вт}$$

де  $\eta_{\text{ФЕ}}$  - КПК фотоелектричних перетворювачів (змінюється в межах 0,13...0,18);

$F_{\text{ФЕ}}$  - їхня загальна площа, м<sup>2</sup>.

Визначити теплоту, що підводиться геліостатами до встановленого на вежі парогенератору паротурбінної сонячної електростанції, якщо кількість геліостатів  $n$ , площа дзеркал одного геліостата  $F$ , інтенсивність сонячного випромінювання  $I$ , коефіцієнт ефективності використання сонячного випромінювання  $\eta_B$ . Визначити також термічний ККД і теоретичну потужність паротурбінної установки СЭС, що працює по циклу Ренкіна, якщо параметри гострої пари  $p_1, t_1$ , тиск у конденсаторі  $p_2 = 10$  кПа, КПД парогенератора  $\eta_{ПГ} = 0.85$ . Як зміниться потужність СЭС, якщо замість паротурбінної установки застосувати кремнієві фотоелектричні перетворювачі із ККД  $\eta_{ФЭ} = 0.15$ , що займають ту ж площу, що й дзеркала геліостатів? Вихідні дані прийняти за табл. 1.

Таблиця 1

Варіант	$n$ , шт.	$F$ , м <sup>2</sup>	$I$ , Вт/м <sup>2</sup>	$\eta_B$ , %	$P_1$ , Мпа	$t_1$ , °С
1	1000	10	350	50	12	450
2	3000	12	400	48	11	440
3	5000	14	450	46	10	430
4	7000	13	500	47	9	420
5	8000	12	550	49	8	410
6	9000	11	600	50	9	400
7	10000	12	650	51	10	410
9	11000	13	700	50	11	420
0	12000	14	750	49	12	430

Порядок виконання роботи:

1. Ознайомитися з основними можливостями сонячної енергії.
2. Розглянути методику розрахунку сонячних енергетичних установок.
3. Скласти звіт по практичній роботі.

Зміст звіту:

1. Звіт повинен містити короткі теоретичні відомості щодо основних можливостей сонячної енергії.
2. Розрахунок потужності та енергії сонячних енергетичних установок за варіантом.
3. Висновки.

#### Тема № 4. Вітроенергетика

**Практичне заняття:** Розрахунок вітроенергетичних установок

**Навчальна мета заняття:** ознайомитися з основними поняттями вітроенергетики, розглянути методику розрахунку вітроенергетичних установок.

**Час проведення** - 2 години (заочна форма)

**Місце проведення:** аудиторія коледжу.

**Навчальні питання:**

4. Основні поняття вітроенергетики
5. Методика розрахунку вітроенергетичної установки
6. Підсумовування отриманих даних при виконанні розрахунків

**Хід проведення заняття:**

3. Проведення попереднього контролю теоретичних знань здобувачів (опитування).
4. Формування практичних умінь і навичок (виконання завдань).

**Питання для опитування:**

1. З якою метою все ширше використовують вітроустановки та інші альтернативні джерела енергії?
2. Принцип дії вітро двигунів.
3. Які області України, за оцінками експертів, мають більший вітроенергетичний потенціал?
4. Які ви знаєте вітроустановки на території України?

**Задача** Виконання розрахунку вітроенергетичної установки.

Вітровий потік, що проходить через площу  $F$ , що змітається лопатами вітродвигуна, має енергію:

$$E = m\omega^2 / 2, \quad \text{Дж}$$

де  $\omega$  - швидкість вітру, м/с;

$m$  - маса повітря.

За секунду через площу  $F$  протікає:

$$m = \rho \cdot \omega \cdot F, \quad \text{кг/с},$$

де  $\rho = p / RT$  - щільність повітря, кг/м<sup>3</sup>;

$p$  - атмосферний тиск, Па;

$R=287$  Дж/кг - газова постійна;

$T$  - абсолютна температура, К.

Площа  $F$  визначається через довжину лопати  $L$  вітроколеса:  $F = \pi \cdot L^2$ . Відповідно електрична потужність  $N$ , що розвиває БЕУ, визначається формулою:

$$N = \eta_B \cdot \eta_{\text{уст}} \cdot \rho \cdot \pi \cdot L^2 \cdot \omega^3 / 2, \quad \text{Вт}$$

де  $\eta_B$  - КПД вітродвигуна (змінюється в межах 0,25... 0,35);

$\eta_E$  - електричний КПД вітрогенератора й перетворювача (у межах 0,70...0,85).

Визначити потужність та енергію вітрової електростанції, що містить  $n$  однотипних вітроенергетичних установок. Довжина лопати вітроколеса  $L$ , швидкість вітру  $\omega$ , КПД вітродвигуна  $\eta_B$ , електричний ККД установки (генератора й перетворювача)  $\eta_{\text{уст}}$ , температура повітря  $t$ , атмосферний тиск  $p$ .

Вихідні дані прийняти за табл. 2.

Таблиця 2

Варіант	$n$ , шт.	$L$ , м	$\omega$ , м/с	$\eta_B$ , %	$\eta_{\text{уст}}$ , %	$t$ , °C	$p$ , кПа
1	8	55	12	31	73	-20	100
2	9	57	11	32	74	-15	101
3	10	59	10	33	75	-10	102
4	11	61	9	34	76	-5	101
5	12	63	12	33	78	0	100
6	11	66	14	32	77	5	99
7	10	69	16	33	76	10	98
8	9	72	18	34	77	15	97
9	8	75	20	33	78	20	99
0	7	78	18	34	79	25	101

Порядок виконання роботи:

1. Ознайомитися з основними поняттями вітроенергетики.
2. Розглянути методику розрахунку вітроенергетичних установок.
3. Скласти звіт по практичній роботі.

Зміст звіту

1. Звіт повинен містити короткі теоретичні відомості щодо основних понять та ресурсів вітроенергетики.
2. Розрахунок потужності та енергії вітроенергетичної установки за варіантом.
3. Висновки.

## **4. Рекомендована література**

### **Основна література**

- 1.Сінчук І.О. Відновлювані та альтернативні джерела енергії. Навчальний посібник / І.О. Сінчук, С.М. Бойко, О.Є. Мельник; під ред. доктора технічних наук, професора О.М. Сінчука. – Кременчук, 2015. – 270с.
- 2.Варламов Г.Б., Любчик Г.М., Малярєнко В.А. Теплоенергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії / Підручник. – К.: “Політехніка”, 2003. – 228 с.
- 3.Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії України / Кудря С.О., Яценко Л.В., Душина Г.П. та інш. – НАН України, державний комітет України з енергозбереження. – К.: 2001. – 41 с.

### **Допоміжна література**

- 4.Реєстр альтернативних видів палива Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України (Держенергоефективності). – Київ, 2011. – 42 с. Агроекологічний атлас Полтавщини / В.М. Писаренко, Ю.С. Голік, П.В. Писаренко [та ін.]. – Полтава: Оріяна, 2009. – 70 с.

### **Інформаційні ресурси в Інтернеті**

### **Нормативно-правові акти:**

- 1.Нормативні акти України [Електронний ресурс]. – Режим доступу [www.nau.kiev.ua](http://www.nau.kiev.ua)