



Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет енергетики, цифрових та комп'ютерних технологій
Кафедра електропостачання та енергетичного менеджменту

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ

Методичні вказівки
до виконання практичних робіт

для здобувачів денної та заочної форм навчання першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти, спеціальності
141 «Енергетика, електротехніка та електромеханіка»

Харків
2024

Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет енергетики, цифрових та комп'ютерних технологій
Кафедра електропостачання та енергетичного менеджменту

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ

Методичні вказівки
до виконання практичних робіт

для здобувачів денної та заочної форм навчання
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, спеціальності
141 «Енергетика, електротехніка та електромеханіка»

Затверджено рішенням
Науково-методичної
ради факультету енергетики, цифрових та
комп'ютерних технологій
Протокол № 3
від 26.12.2024р.

Харків
2024

УДК 658:620.9
Д-43

Схвалено на засіданні кафедри
електропостачання та енергетичного менеджменту
Протокол № 5 від 20.12.2024 р.

Рецензенти:

О. О. Мірошник, доктор техн. наук, проф. Державного біотехнологічного університету.

О. А. Савченко, кандидат. техн. наук, доцент. Державного біотехнологічного університету.

Д-43 Енергетичний менеджмент: метод. вказівки до виконання практ. робіт для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форми навчання за спеціальністю 141 «Енергетика, електротехніка та електромеханіка»; Держ. біотехнол. ун-т ; уклад.: С. М. Дудніков / - Х. [б.в], 2024. – 32 с.

Методичні вказівки включають 6 практичних робіт та список літератури до них . Матеріал розкриває сутність технічних засобів, їх властивості, особливості, умови, за яких можуть бути визначені показники енергоефективності. Майбутні фахівці повинні володіти основами теоретичної підготовки до роботи в системах електропостачання, підприємствах електроенергетичного комплексу та електроенергетичних системах. Видання призначене здобувачам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання спеціальності 141 «Енергетика, електротехніка та електромеханіка»

УДК 658:620.9

Відповідальний за випуск: С.М. Дудніков, кандидат технічних наук, доцент

© . Дудніков С. М., 2024

© ДБТУ, 2024

ЗМІСТ

ВСТУП

Практичне заняття №1. Визначення річного економічного ефекту від впровадження установки компенсації реактивної потужності (УКРП).....5

Практичне заняття № 2. Розрахунок добового економічного ефекту від впровадження системи електропостачання із зонними коефіцієнтами на електроенергію.....8

Практичне заняття №3. Визначення річних втрат активної електроенергії у трансформаторі ТМЗ1000/10.....9

Практичне заняття №4. Розрахунок основних параметрів і оцінки ефективності використання вітроелектричних станцій (ВЕС).....11

Практичне заняття №5. Розрахунок основних параметрів і оцінки ефективності використання біогазових установок (БГУ).....15

Практичне заняття №6. Побудова та оцінка ефективності комбінованих систем енергопостачання споживачів АПК.....22

Список використаних джерел.....31

Вступ

Формування комплексної системи використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), яка відповідає програмі підйому економіки України та переходу її до нового якісного стану в умовах ринкової економіки, важлива проблема, що стоїть перед фахівцями різних сфер діяльності.

Вирішення цієї проблеми вимагає знань щодо способів підвищення енергоефективності виробництва, розподілу і споживання енергії в усіх сферах господарської діяльності, способів реалізації енергетичного менеджменту, цілей і організації енергетичного аудиту.

Актуальність практичних занять з курсу «Енергетичний менеджмент в системах електропостачання» обумовлена необхідністю набуття практичних навиків з вирішення питань щодо підвищення енергетичної ефективності використання електроенергії на всіх стадіях виробництва, транспортування та споживання енергоносіїв з метою зниження залежності країни від імпорту паливно-енергетичних ресурсів і, таким чином, підвищення енергетичної безпеки країни.

Метою проведення практичних занять є формування системи знань та набуття навиків, необхідних для організації правильного підходу до постановки та вирішення проблем ефективного використання ПЕР на всіх стадіях виробництва, транспортування та споживання енергоносіїв. Набуті знання сприятимуть підготовці сучасних фахівців-менеджерів, які повинні глибоко володіти основами енергетичного менеджменту та аудиту, вміти застосовувати їх на практиці, а саме: аналізу ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів;

- аналітичного огляду систем електропостачання підприємства;
- розробки основних рекомендацій і заходів щодо підвищення ефективності електричної та інших видів енергії на підприємстві;
- оформлення результатів енергетичного обстеження систем електропостачання підприємства.

Методичні вказівки підготовлено у відповідності до навчальної програми дисципліни «Енергетичний менеджмент в системах електропостачання» для практичних занять.

Практичне заняття №1.

Визначення річного економічного ефекту від впровадження установки компенсації реактивної потужності (УКРП)

Мета заняття: Набуття студентами практичних навиків щодо визначення річного економічного ефекту від впровадження УКРП.

На заняття відводиться 2 години.

Програма виконання роботи:

1. Уважно прочитайте «Основні теоретичні положення» щодо основних принципів побудови КСЕП та напрямків використання виробленої енергії;
2. Обсяги споживання різних видів енергії споживачами АПК від поновлюваних джерел (ГЕУ, ВЕС, БГУ) приймемо за результатами розрахунків розділів (1-3) самостійної роботи;
3. Отримати практичні навички побудови номограми межі затрат на впровадження КСЕП.
4. Отримати практичні навички при визначенні межі грошових затрат на побудову КСЕП, при яких споживачі АПК будуть мати економічний ефект.

Вимоги до складення звіту

Звіт про виконану роботу повинен мати:

1. Мету і програму роботи.
2. Структурну схему КСЕП.
3. Побудовану номограму для визначення межі затрат на впровадження КСЕП.
4. Приклад рішення задачі щодо визначення межі затрат.
5. Обґрунтування економічної доцільності використання КСЕП.
6. Висновки по роботі.

Вхідні данні:

Навантаження: $P = 100 \text{ кВт}$

Коефіцієнт потужності до компенсації - $\cos(\varphi_1) = 0,8 \text{ в.о.}$

Коефіцієнт потужності після компенсації $\cos(\varphi_2) = 0,92$ в.о.

Тариф на реактивну електроенергію: $T_p = 1,7$ грн/кВАр·год

Середня вартість УКРМ (C_k) потужністю 50 кВА з доставкою і установкою

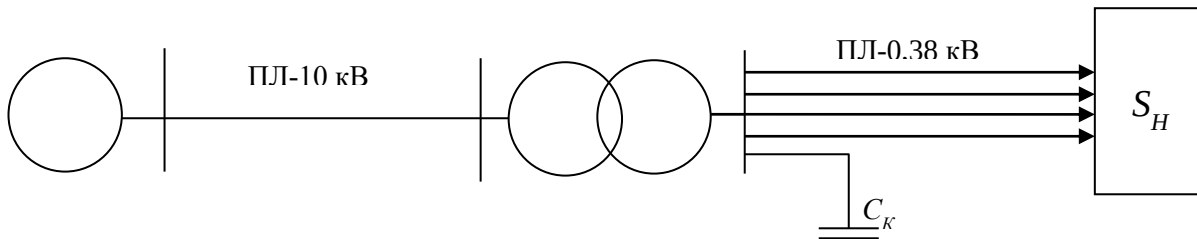
– $C_y = 50000$ грн

n – кількість конденсаторних установок, прийmemo $n=1$;

K_δ – коефіцієнт додаткових затрат, $K_\delta = 1,1$;

t_p – кількість годин роботи споживача на протязі року, $t_p = 8760$ год.

Схема електропостачання



Рішення

1. Визначимо повне навантаження до (S_1) і після (S_2) компенсації реактивної потужності

$$S_1 = P / \cos\varphi_1 = 100 / 0,8 = 125 \text{ кВА}$$

$$S_2 = P / \cos\varphi_2 = 100 / 0,92 = 109 \text{ кВА}$$

2. Затрати на установку

$$Z_y = C_y \cdot n \cdot K_\delta = 50000 \cdot 1 \cdot 1,1 = 55000 \text{ грн}$$

1. Річна економія від зменшення витрат за реактивну енергію

$$E_p = C_{p1} - C_{p2} = (W_{p1} - W_{p2}) \cdot T_p = (657000 - 380000) \cdot 1,7 \approx 471000 \text{ грн/рік}$$

де - C_{p1} – річна оплата за реактивну електроенергію до впровадження конденсаторної установки, *грн*:

C_{p2} - річна оплата за реактивну електроенергію після впровадження конденсаторної установки, *грн*;

W_{p1} - річне споживання реактивної електроенергії до впровадження конденсаторної установки, *кВАр·год/рік*,

$$W_{p1} = \sqrt{S_1^2 - P^2} \cdot t_p = \sqrt{125^2 - 100^2} \cdot 8760 = 657000,$$

Q_{p2} - річне споживання реактивної електроенергії після впровадження конденсаторної установки, *кВАр·год/рік*,

$$W_{p2} = \sqrt{S_2^2 - P^2} \cdot t_p = \sqrt{109^2 - 100^2} \cdot 8760 \cong 380000$$

5. Строк окупності затрат

$$T_{ок} = Z_y / E_p = 55000 / 471000 \approx 0,12 \text{ роки}$$

Практичне заняття № 2.

Розрахунок добового економічного ефекту від впровадження системи електропостачання із зонними коефіцієнтами на електроенергію.

Припустимо, що навантаження споживача електроенергії відповідає графіку навантаження на рис.1.:

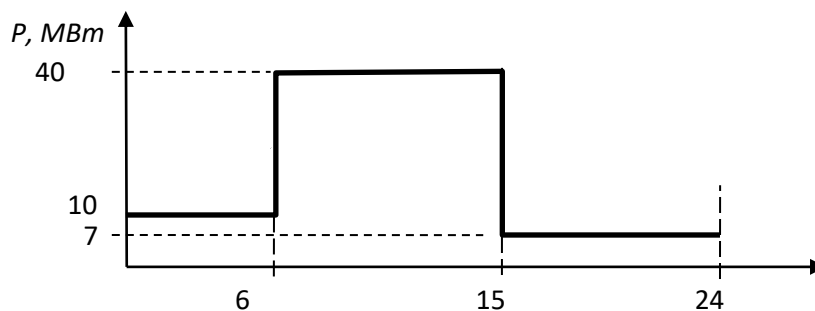


Рис. 1.Добовий графік навантаження умовного споживача

Виконати: розрахунок: добового економічного ефекту від впровадження системи електропостачання із зонними коефіцієнтами на електроенергію та вказати чи вигідно підприємству переходити на тризонні тарифи по оплаті за спожиту електроенергію. При не вигідних умовах вказати варіанти заходів споживача щодо сприяння умов переходу на тризонні тарифи по оплаті за спожиту електроенергію, якщо:

- зміна потужності на протязі доби $P_i = 10; 40; 7 \text{ -МВт}$;
- терміни змін потужності $-t_i = \{0 \div 6; 6 \div 15; 15 \div 24\}$;
- роздрібний тариф на електроенергію - $T = 7600 \text{ грн./МВт}\cdot\text{год}$;
- величина зонних коефіцієнтів на електроенергію: $k_H = 0,3$; $k_{HII} = 1,02$; $k_{II} = 1,8$.
- терміни дії зонних коефіцієнтів: $t_H = (23-7)$, $t_{HII} = (7-8; 11-20; 22-23)$,
 $t_{II} = (8-11; 20-22)$

Рішення

Грошовий економічний ефект від впровадження системи електропостачання із використанням зонних коефіцієнтів на електроенергію визначимо за залежністю:

$$EE = \sum_{t=0}^n P_i t_{Hi}(T - C_H) + \sum_{t=0}^n P_i t_{H\Pi i}(T - C_{H\Pi}) + \sum_{t=0}^n P_i t_{\Pi i}(T - C_{\Pi})$$

$$=[7 \cdot 1 + 10 \cdot 6 + 40 \cdot 1](1900 - 1900 \cdot 0,3) + [40 \cdot 5 + 7 \cdot 6](1900 - 1900 \cdot 1,02) + [40 \cdot 3 + 7 \cdot 2](1900 - 1900 \cdot 1,8) =$$

$$= 107 \cdot 1330 + 242 \cdot (-38) + 134 \cdot (-1520) = 142310 - 9196 - 203680 = -70566$$

Відповідь: Економічний ефект негативний – споживачу не вигідно переходити на тризонну оплату за спожиту електроенергію. Для отримання позитивного ефекту споживачу необхідно перебудувати технологічний процес в напрямку збільшення використання електроенергетичного обладнання в нічний та напівпікові періоди.

Практичне заняття №3.

Визначення річних втрат активної електроенергії у трансформаторі ТМЗ1000/10

Навчальна мета:

Засвоєння студентами методики визначення річних втрат активної електроенергії у трансформаторі ТМЗ1000/10.

Вхідні данні. Паспортні данні трансформатора ТМЗ1000/10 $U_K=5,5\%$; $I_X=1,2\%$; $\Delta P_X=10,8\text{кВт}$; $\Delta P_K=1,9\text{кВт}$ за умови забезпечення мінімальних відносних втрат електроенергії $\left(\Delta W_* = \frac{\Delta W}{S_H} \right)$ при $T_M=5000\text{год/рік}$ і еквіваленті реактивної потужності $\alpha = 0,005 \frac{\text{кВт}}{\text{кВАр}}$.

Рішення

1. Визначаємо число годин максимальних втрат

$$\tau_M = \left(0,124 + \frac{T_M}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = \left(0,124 + \frac{5000}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = 3411 \text{ год} / \text{рік}$$

2. Зведені втрати потужності трансформатора

$$\Delta P'_X = \Delta P_X + \alpha \frac{I_X S_{НОМ}}{100} = 1,9 + 0,005 \frac{1,2 \cdot 1000}{100} = 1,96 \text{ кВт}$$

$$\Delta P'_K = \Delta P_K + \alpha \frac{U_K S_{HOM}}{100} = 10,8 + 0,005 \frac{10,8 \cdot 1000}{100} = 11,34 \text{ кВт}$$

3. Відносні втрати електроенергії визначаються за формулою

$$\Delta W_* = \frac{\Delta P'_X \cdot 8760}{S_H} + \frac{\Delta P'_K \cdot S_H \cdot \tau_M}{S_{HOM}^2}$$

Мінімальні відносні втрати електроенергії визначаються за умови

$$\frac{dW_*}{dS_H} = 0$$

$$\frac{dW_*}{dS_H} = -\frac{\Delta P'_X \cdot 8760}{S_{HOM}^2} + \frac{\Delta P'_K}{S_{HOMT}^2} \cdot \tau_M = 0$$

звідки

$$S_{HOMT} = S_{HOMT} \cdot \sqrt{\frac{\Delta P'_X \cdot 8760}{\Delta P'_K}} = \sqrt{\frac{1,96 \cdot 8760}{11,36 \cdot 3211}} = 666,2 \text{ ВА}$$

Оптимальний коефіцієнт завантаження

$$K_{ЗГОПТ} = \frac{S_{HOMT}}{S_{HOMT}} = \frac{666,2}{1000} = 0,666$$

4. Річні втрати активної електроенергії у трансформаторі

$$\begin{aligned} \Delta W_T &= \Delta P_X^2 \cdot 8760 + K_{ЗГОПТ}^2 \cdot \Delta P'_K \tau_M = \\ &= (1,96 \cdot 8760 + 0,666^2 \cdot 11,34 \cdot 3411) \cdot 10^{-3} = 50,194 \text{ кВт} \cdot \text{год} \end{aligned}$$

Практичне заняття №4.
Розрахунок основних параметрів і оцінки ефективності
використання вітроелектричних станцій (ВЕС).

Навчальна мета:

Засвоєння студентами методики розрахунку основних параметрів ВЕС і визначення оцінки ефективності від її використання.

Програма роботи:

- 1) Ознайомитись з принципом роботи і призначенням ВЕС установок.
- 2) Отримати практичні навички при визначенні площини та діаметру лопатей вітроколеса ВЕС.
- 3) Визначити обсяги енергії, вироблені ВЕС.
- 4) Зробити оцінку ефективності використання ВЕС.

Основні теоретичні положення

Вітрова електростанція призначена для перетворення енергії вітру спочатку в механічну, а потім за допомогою генератора в електричну енергію. Принцип роботи ВЕС пояснюється на рис. 2.1.[2].

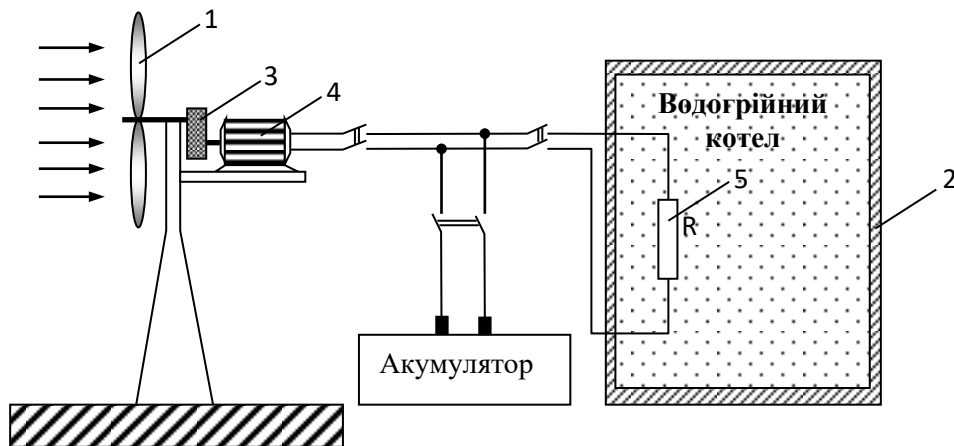


Рис. 2.1. Система теплопостачання водогрійного котла від ВЕС, де 5 – ТЕН.

Вітровий потік примушує вітроколесо 1 утворювати механічну енергію тобто обертовий рух, який підсилюється при використанні редуктора 3. Редуктор передає механічну енергію на генератор 4, де відбувається її перетворення в електричну. Кожний етап перетворення характеризується певними втратами енергії, які необхідно враховувати при визначенні потужності або обсягів виробленої енергії ВЕС.

Електричну енергію за термін t , вироблену ВЕС, з урахуванням [1, 3] визначимо за формулою:

$$W_{BEC} = K_H K_{II} \sum \eta \int_0^t P_{BEC}(t) dt \quad (2.1)$$

де K_H - коефіцієнт незбігання графіка навантаження споживача з наявністю енергії ВЕС, $K_H = (0 - 1)$ в.о.;

K_{II} - коефіцієнт ймовірної наявності вітрової енергії на протязі доби,

$K_{II} = (0,2-0,4)$ в.о.;

$\Sigma \eta$ - загальне ККД редуктора між вітроколесом і генератором, з урахуванням втрат в системі регулювання та перетворення механічної енергії в електричну в генераторі; врахування коефіцієнта технічної готовності вітроустановки та коефіцієнта, що враховує зупинки вітроустановки внаслідок відсутності вітру, обмерзання та налипання мокрого снігу, ожеледі на лопатях та інше, $\Sigma \eta = (0,75-0,85)$ в.о.;

t - час використання електроенергії ВЕС, год.

P_{BEC} – потужність ВЕС, кВт [2], де

$$P_{BEC} = 0,5 \xi \rho v_j^3 A \quad (2.2)$$

де ξ – коефіцієнт використання енергії вітру вітроколесами різноманітних конструкцій, $\xi = (0,3-0,45)$ в.о.;

ρ - густина потоку повітря, $\rho \approx 1,2$ кг/м³;

v_j - швидкість вітру j -го сезону, за даними [1] для Харківської обл. середньорічна швидкість повітря $v_j = 4,5$ м/с;

A - площа поверхні, охопленої лопатями вітроколеса, $A = \pi D^2/4$, м²,

де D – діаметр вітроколеса, м;

Критерій ефективності $L_{ек}$ використання ВЕС залежить від капітальних вкладень в установку K , нормативного коефіцієнта економічної ефективності за термін року E_n , обсягів купленої та використаної електричної енергії від централізованої системи за термін року W_p та її вартості C_e . Систему енергопостачання з використанням ВЕС використовувати доцільно, коли виконуються умови (1.3) [1]:

$$L_{ек} = \frac{(E_n + a)K}{C_e \cdot W_p} \leq \eta_s$$

де a – норма відрахувань на покриття експлуатаційних витрат (при відсутності нормативних даних за термін експлуатації $a = 0,1$ в.о., тоді при терміні експлуатації $T=20$ років річна величина експлуатаційних витрат дорівнює: $a=0,1/T=0,1/20=0,005$ в.о.).

$\eta_{\text{в}}$ – загальне ККД вітроелектростанції, $\eta_{\text{в}} = \Sigma \eta \cdot \xi = 0,8 \cdot 0,45 = 0,36$ в.о..

Завдання практичного заняття №2

При заданій швидкості вітрового потоку ($v_j = 10$ м/с) розрахувати площину та діаметр вітроколеса ВЕС для підтримання температурного режиму водогрійного котла об'ємом 1000 м^3 (рис 2.1) та обґрунтувати економічну доцільність її використання.

Дублююче джерело – централізована система електропостачання. Вартість купленої електричної енергії від централізованої системи для виробничих споживачів – $C = 0,76 \text{ грн/кВт}\cdot\text{год}$. Нормативний коефіцієнт економічної ефективності приймемо рівним $E_{\text{н}} = 0,05$ в.о.. За умов використання акумулятора електричної енергії коефіцієнт $K_{\text{н}} = 1$. Теплові погодинні втрати теплової енергії водогрійного котла (ВК) $\Delta Q = 0,083 \text{ кВт}\cdot\text{год/м}^3$. і Вартість ВЕС (при умові відсутності автоматики для підтримання рівня частоти, напруги та інше) $B_{\text{в}} = 600 \text{ \$/кВт} = 50000 \text{ грн/кВт}$ встановленої потужності.

Таблиця 2.1 – Вхідні дані для розрахунку ВЕС.

№ варіанту	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V, м ³	15	25	30	45	50	70	80	90	100	250
№ варіанту	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
V, м ³	400	450	500	625	700	800	960	1100	1200	1250
№ варіанту	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
V, м ³	1300	35	60	75	150	200	960	1400	1500	350

Таблиця 2.2 – Результати розрахунку ВЕС.

K , грн	$Q_{\text{д}}$, кВт·год/добу	$Q_{\text{р}}$, кВт·год /рік	A , м ²	$W_{\text{р}}$, кВт·год /рік	$L_{\text{ек}}$, в.о.

Приклад рішення

1. Визначимо погодинні обсяги енергії, які необхідно отримати споживачу від ВЕС для підтримання температурного режиму водогрійного котла:

$$W_{\text{год}} = \Delta Q \cdot V = 0,083 \cdot 1000 = 83 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

2. За формулою 2.1 визначимо потужність ВЕС:

$$P_{BEC} = W_{BEC}/K_H K_{II} \Sigma \eta = 83/1 \cdot 0,3 \cdot 0,8 = 346 \text{ кВт} = 346000 \text{ Вт}$$

3. За формулою 2.2 визначимо площину A та діаметр D вітроколеса ВЕС:

$$A = \frac{P_{BEC}}{0,5 \xi \rho v_j^3} = 346000 / 0,5 \cdot 0,45 \cdot 1,2 \cdot 4,5^3 = 14220 \text{ м}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 14220}{3,14}} = 136 \text{ м}$$

4. Визначимо річні обсяги виробленої ВЕС електричної енергії (2.1) [3].

$$W_{BEC} = K_H K_{II} \sum \eta \int_0^t P_{BEC}(t) dt = 1 \cdot 0,3 \cdot 0,8 \cdot 346 \cdot 8760 = 727430 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

5. Перевіримо економічну доцільність використання ВЕС в порівнянні з варіантом отримання електричної енергії від централізованої системи (2.3):

$$L_{ек} = \frac{(E_H + a)K}{C \cdot W_p} = (0,05 + 0,005) 1730000 / 0,76 \cdot 727430 = 0,172 < \eta = 0,36$$

де K - капітальні вкладення в будівництво ВЕС, $K = P_{BEC} \cdot B_s = 346 \cdot 5000 = 1730000$ грн

Висновок: установку використовувати економічно доцільно. У випадку недоцільності використання ВЕС необхідно виконати ряд заходів:

.....
.....
.....

Контрольні питання

- 1) Що необхідно враховувати при визначенні площини вітроколеса?
- 2) Як залежить потужність ВЕС від швидкості вітрового потоку?
- 3) З яких основних складових складається ВЕС?
- 4) Від чого залежить ефективність роботи ВЕС?
- 5) Як визначити площу вітроколеса?

Практичне заняття №5.
Розрахунок основних параметрів і оцінки ефективності
використання біогазових установок (БГУ).

Навчальна мета:

Засвоєння студентами методики розрахунку основних параметрів БГУ і визначення економічної ефективності від її використання.

Програма роботи:

- 1) Ознайомитись з принципом роботи і призначенням БГУ;
- 2) Визначити об'єм реактора БГУ та обсяги виробленого біогазу;
- 3) Визначити обсяги товарного біогазу за термін року.
- 4) Визначити еквівалент біогазу при переводі в електричну, теплову енергію та паливо для транспортних засобів.
- 5) Обґрунтувати економічну доцільність використання БГУ.

Основні теоретичні положення

Біогазова установка призначена для перетворення в процесі анаеробної ферментації органічних відходів тваринництва і рослинництва в енергію біогазу та добрив. Принцип роботи БГУ пояснюється на рис. 3.1.. Добові обсяги органічних відходів (гною) вологістю (92-96)% з, наприклад, свиноферми завантажуються в ємкість-приємник 1, де підігрівається до температури $t \approx (32-34)^\circ\text{C}$ при мезофільному процесі. В подальшому органічна сировина насосом з подрібнювачем 2 закачується в реактор БГУ 5, де відбуваються заходи щодо створення умов її збродження за рахунок перемішування мішалкою 4 з приводом від електродвигуна з редуктором 3 та підтримання температурного режиму теплообмінниками 6. Цикл збродження органічної сировини $t_d = 15$ діб. В процесі анаеробної ферментації (без доступу кисню) органічних відходів в реакторі БГУ утворюються високоякісні (практично без втрат харчових речовин) добрива та виділяється біогаз. Добрива в подальшому можуть використовуватись як харчувальні добавки для вирощування рослин, розведення, наприклад, каліфорнійського гробака та інше. Біогаз після очищення від H_2O використовують в теплових котлах, а після додаткового від CO_2 і H_2S – в двигунах внутрішнього згорання (ДВЗ) електростанції та транспортних засобів. Залишки біогазу акумулюються в газгольдері і можуть бути використані споживачем в напрямках, приклади деяких із них вказані на рис.3.1..

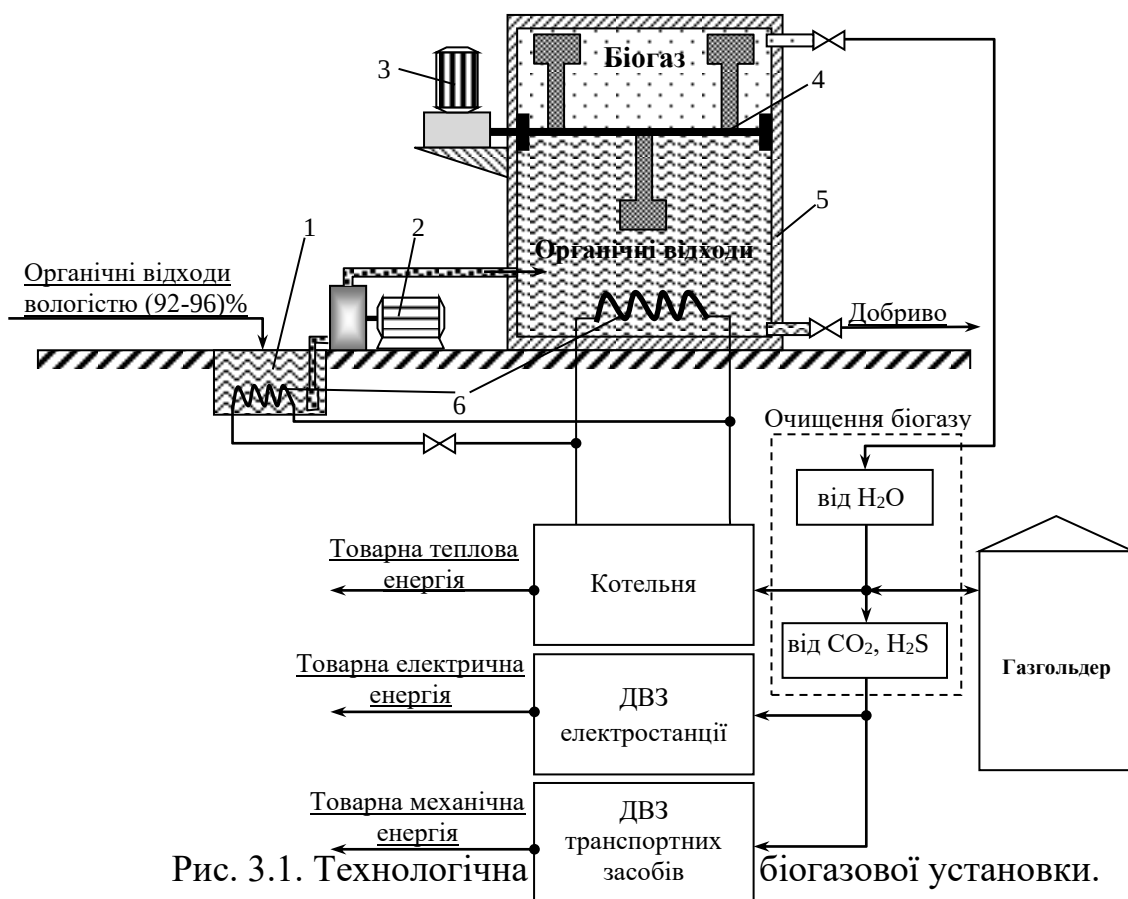


Рис. 3.1. Технологічна біогазової установки.

Розрахунки параметрів БГУ виконаємо з урахуванням [1, 4]

Вихід добрива за цикл роботи БГУ:

$$V_{\text{дц}} = M \cdot N \cdot t_{\text{ц}}, \quad (3.1)$$

де M – добовий вихід гною з голови худоби, $M = 0,005 \text{ м}^3/\text{гол} \cdot \text{добу}$;

N – кількість голів, гол.;

$t_{\text{ц}}$ – кількість діб за цикл роботи БГУ, $t_{\text{ц}} = 15 \text{ діб/цикл}$.

Обсяг реактора БГУ:

$$V_p = V_{\text{дц}} \cdot k_{\text{в}} \cdot k_{\text{г}}, \quad (3.2)$$

де $k_{\text{в}}$ – коефіцієнт, який враховує зміни обсягу реактора БГУ від вологості гною, прийmemo $k_{\text{в}} = 2 \text{ в.о.}$;

$k_{\text{г}}$ – коефіцієнт, який враховує зміни обсягу реактора БГУ під утворений біогаз $k_{\text{г}} = 1,3 \text{ в.о.}$

Обсяг ємкості-приймача:

$$V_{\text{ен}} = M \cdot N \cdot k_{\text{в}}, \quad (3.3)$$

Середньорічні витрати енергії на нагрів органічних відходів в ємкості-приємнику визначимо за формулою:

$$Q_{en} = V_{en} \cdot c \cdot \Delta t \cdot T_p, \quad (3.4)$$

де c – теплоємність речовини, прийmemo $c = 4,06 \text{ кДж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$;

T_p – термін року, $T_p = 365 \text{ дiб}$

Δt – різниця кінцевої t_k та початкової t_n температур $\Delta t = t_k - t_n$,

де $t_k = 34^\circ\text{C}$, прийmemo $t_n = 14^\circ\text{C}$,

Річний обсяг виробленого добрива:

$$V_{dp} = V_{du} \cdot k_e \cdot K_{up}, \quad (3.5)$$

де K_{up} – кількість циклів за термін року, $K_{up} = 24 \text{ цикл/рік}$.

Річний обсяг виробленого біогазу:

$$V_{bep} = V_{dp} \cdot k_b, \quad (3.6)$$

де k_b – коефіцієнт, який враховує вихід обсягів біогазу з 1 м^3 органічних відходів, $k_b = 20 \text{ в.о.}$.

Електричну енергію, вироблену БГУ, з урахуванням [3] визначимо за формулою:

$$W_{BGY} = \eta K_{vBGY} \int_0^t P_{ejt} dt \quad (3.7)$$

де P_{ejt} – потужність електростанції за часом t n -ої доби j -го сезону, кВт ;

η – загальний ККД електростанції, яка працює на біогазі;

K_{vBGY} – коефіцієнт використання енергії, виробленої БГУ.

З метою спрощення розрахунків обсяги різних видів енергії, які можливо виробити БГУ за термін року, визначимо за формулами:

- теплової

$$Q_m = V_{bep} \cdot Q_b \cdot \eta_k, \quad (3.8)$$

де Q_b – теплотворна здатність біогазу, $Q_b = 20 \text{ МДж/м}^3$;

η_k – загальне ККД котла та системи теплопостачання, $\eta_k = 0,9 \text{ в.о.}$;

- електричної

$$W = V_{\text{бзр}} \cdot Q_{\text{б}} \cdot k_n \cdot \eta_e, \quad (3.9)$$

де k_n – коефіцієнт переведення МДж в $\text{кВт} \cdot \text{год}$, $k_n = 3,6 \text{ в.о.}$;

η_e – ККД електростанції, яка працює на біогазі, $\eta_e = 0,35 \text{ в.о.}$;

- пальне для транспортних засобів

$$N = V_{\text{бзр}} \cdot Q_{\text{б}} / Q_{\text{дн}}, \quad (3.10)$$

де $Q_{\text{дн}}$ – теплотворна здатність дизельного пального, $Q_{\text{дн}} = 42,5 \text{ МДж/кг}$.

Критерій ефективності $L_{\text{ек}}$ використання БГУ визначимо за залежністю (2.3). Систему енергопостачання з використанням БГУ використовувати доцільно, коли виконуються умови (1.3) [1]:

$$L_{\text{ек}} = \frac{(E_{\text{н}} + a)K}{C_e \cdot W_p} \leq \eta_{\text{БГУ}}$$

де a – норма відрахувань на покриття експлуатаційних витрат (при відсутності нормативних даних за термін експлуатації $a = 0,1 \text{ в.о.}$, тоді при терміні експлуатації $T=20 \text{ років}$ річна величина експлуатаційних витрат дорівнює: $a=0,1/T=0,1/20=0,005 \text{ в.о.}$);

Завдання розділу 3

Фермерське господарство, що має свиноферму на n голів, має намір побудувати БГУ для переробки гною для отримання біогазу і високоякісних добрив, розрахувати її обсяг та потужність та обґрунтувати техніко-економічну доцільність від її використання. При обґрунтуванні техніко-економічної доцільності необхідно враховувати напрямки використання отриманого добрива, біогазу та прибуток від поліпшення екології.

Добрива в господарстві планується вносити на поля, де вирощується картопля. Норма внесення H – 100 т/га , підвищення врожайності при внесенні даного виду добрива $\Pi_{\text{в}}$ – 30%. Врожайність картоплі до внесення добрив $Y_{\text{с}}$ – 10 т/га , вартість C – 4 грн/кг .

Біогаз необхідно розглянути для варіантів перетворення в теплову, електричну енергію та пального для транспортних засобів та зробити найбільш економічно доцільний вибір. При визначенні обсягів товарного біогазу необхідно врахувати втрати на нагрів органічної речовини в ємкості-приємнику та на підтримання температурного режиму в реакторі БГУ. Теплові погодинні втрати теплової енергії реактора БГУ $\Delta Q=0,083 \text{ кВт} \cdot \text{год/м}^3$.

Дублююче джерело – централізована система електропостачання. Вартість купленої від централізованої системи електричної енергії для виробничих споживачів – $C_e = 0,76 \text{ грн/кВт}\cdot\text{год.}$, теплової – $C_m = 72 \text{ грн/ГДж}$, дизельного палива $C_n = 7000 \text{ грн/т}$. Нормативний коефіцієнт економічної ефективності прийемо рівним $E_n = 0,05 \text{ в.о.}$. За умов використання акумулятора біогазу (газгольдера) коефіцієнт $K_n = 1$. Сумарний ККД БГУ прийемо рівним: $\eta = 0,45 \text{ в.о.}$ і вартістю $B_{\text{БГУ}} = 8000 \text{ грн./м}^3$.

Таблиця 2.1 – Вхідні дані для розрахунку БГУ.

№ варіанту	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Свиноферма, гол	75	125	150	225	250	350	400	450	500	1250
№ варіанту	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Свиноферма, гол	2000	2250	2500	3125	3500	4000	4800	5500	6000	6250
№ варіанту	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Свиноферма, гол	6500	175	300	375	750	1000	4800	7000	7500	1750

Таблиця 1.2 – Результати розрахунку БГУ.

$V_p,$ м^3	$V_{en},$ м^3	$Q_{en},$ ГДж/рік	$Q_p,$ ГДж/рік	$Q_m,$ ГДж/рік	$D_m,$ грн	$D_d,$ грн	$L_{ek},$ в.о	$\eta,$ в.о
1	2	3	4	5	6			

Приклад рішення

Для варіанту фермерського господарства з свинофермою на 1000 голів.

Вихід добрива за цикл роботи БГУ:

$$V_{\text{дц}} = M \cdot N \cdot t_y = 0,005 \cdot 1000 \cdot 15 = 75 \text{ м}^3$$

Обсяг реактора БГУ:

$$V_p = V_{\text{дц}} \cdot k_6 \cdot k_e = 75 \cdot 2 \cdot 1,3 = 195 \text{ м}^3, \text{ приймаємо } V_p = 200 \text{ м}^3$$

Обсяг ємкості-приймача:

$$V_{en} = M \cdot N \cdot k_g = 0,005 \cdot 1000 \cdot 2 = 10 \text{ м}^3$$

Середньорічні витрати енергії на нагрів органічних відходів в ємкості-приємнику:

$$Q_{en} = V_{en} \cdot c \cdot \Delta t \cdot T_{pd} = 10 \cdot 4,06 \cdot (34-14) \cdot 10^{-6} \cdot 365 \approx 0,3 \text{ ГДж/рік},$$

Середньорічні витрати теплової енергії на підтримання температурного режиму в реакторі БГУ:

$$Q_p = V_p \cdot \Delta Q \cdot T_{pz} \cdot k_n / k_z = 200 \cdot 0,083 \cdot 8760 \cdot 3,6 / 1,3 \approx 403 \text{ ГДж/рік}$$

Річний обсяг виробленого добрива:

$$V_{dp} = V_{du} \cdot k_e \cdot K_{up} = 75 \cdot 2 \cdot 24 = 3600 \text{ м}^3/\text{рік},$$

Річний обсяг виробленого біогазу:

$$V_{bep} = V_{dp} \cdot k_b = 3600 \cdot 20 = 72000 \text{ м}^3/\text{рік},$$

Перерахунок річного обсягу біогазу в еквівалент енергії:

- теплової

$$Q_m = V_{bep} \cdot Q_b \cdot \eta_k = 72000 \cdot 20 \cdot 0,9 = 1296 \text{ ГДж/рік},$$

- електричної

$$W = V_{bep} \cdot Q_b \cdot \eta_e / k_n = 72000 \cdot 20 \cdot 0,35 / 3,6 = 140000 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік},$$

- пальне для транспортних засобів

$$N = V_{bep} \cdot Q_b / Q_{dn} = 72000 \cdot 20 / 42,5 \approx 34 \text{ т/рік},$$

Добуток від внесення добрив.

Площа внесення:

$$S = V_{dp} / H = 3600 / 100 = 36 \text{ га}$$

Додаткові обсяги картоплі, отримані фермером від підвищення врожайності після внесення добрив:

$$O_{\kappa\delta} = S \cdot Y_c \cdot \Pi_e = 18 \cdot 4 \cdot 0,3 = 43,2 \text{ т}$$

Добуток від внесення добрив:

$$D_{\delta} = O_{\kappa\delta} \cdot C = 43,2 \cdot 10^3 \cdot 4 = 172,8 \text{ тис. грн}$$

Економічну доцільність використання БГУ, для прикладу перетворення біогазу в теплову енергію, визначимо з виконання умов залежності:

$$L_{ек} = \frac{(E_n + a)K}{D_m + D_{\delta}} = \frac{(E_n + a) \cdot V \cdot B_{БГУ}}{C_m \cdot Q_m + D_{\delta}} \leq \eta_{БГУ};$$

$$L_{ек} = \frac{(0,05 + 0,005) \cdot 200 \cdot 8000}{72 \cdot 1296 + 172800} \leq 0,45;$$

$$0,33 \leq 0,45$$

де a – норма відрахувань на покриття експлуатаційних витрат (при відсутності нормативних даних за термін експлуатації $a = 0,1$ в.о., тоді при терміні експлуатації $T=20$ років річна величина експлуатаційних витрат дорівнює: $a=0,1/T=0,1/20=0,005$ в.о.);

K – капітальні вкладення в будівництво БГУ, $K = V \cdot B_{БГУ}$, грн.;

D_m – грошовий прибуток від використання біогазу в системах теплозабезпечення споживачів АПК, $D_m = C_m \cdot Q_m$, грн;

Висновок: За даними співвідношення критерію ефективності біогазової установки і її ККД встановлена позитивна економічна доцільність її використання.

Для випадків невиконання умов економічної ефективності надати заходи щодо її підвищення:

.....

.....

Контрольні питання

- 1) З яких матеріалів отримують біогаз?
- 2) З яких основних частин складається БГУ?
- 3) Що таке газгольдер та його призначення?
- 4) Що таке реактор та його призначення?
- 5) Які основні складові частини біогазу Ви знаєте?
- 6) Які умови треба підтримувати для нормального протікання процесу зброджування?
- 7) Чому дорівнює еквівалент теплоти згорання біогазу?

- 8) Що необхідно враховувати при визначенні обсягу реактора БГУ?
- 9) Від яких основних складових частин необхідно очищувати біогаз, при використанні його в якості пального в ДВЗ?
- 10) Від яких основних складових частин необхідно очищувати біогаз, при використанні його в якості пального в водогрійних котлах?
- 11) Від чого залежить ефективність роботи БГУ?

Практичне заняття №6.
Основні принципи побудови комбінованих систем
енергопостачання споживачів АПК з урахуванням критерію
ефективності від її реалізації.

Мета роботи: засвоєння студентами методики побудови комбінованих систем енергопостачання (КСЕП) споживачів АПК з урахуванням критерію ефективності від її реалізації на першому етапі прийняття рішення.

Програма виконання роботи:

5. Уважно прочитайте «Основні теоретичні положення» щодо основних принципів побудови КСЕП та напрямків використання виробленої енергії;
6. Обсяги споживання різних видів енергії споживачами АПК від поновлюваних джерел (ГЕУ, ВЕС, БГУ) приймемо за результатами розрахунків розділів (1-3) самостійної роботи;
7. Отримати практичні навички побудови номограми межі затрат на впровадження КСЕП.
8. Отримати практичні навички при визначенні межі грошових затрат на побудову КСЕП, при яких споживачі АПК будуть мати економічний ефект.

Вимоги до складення звіту

Звіт про виконану роботу повинен мати:

7. Мету і програму роботи.
8. Структурну схему КСЕП.
9. Побудовану номограму для визначення межі затрат на впровадження КСЕП.
10. Приклад рішення задачі щодо визначення межі затрат.
11. Обґрунтування економічної доцільності використання КСЕП.
12. Висновки по роботі.

Основні теоретичні положення

Комбінована система енергопостачання (КСЕП) складається з двох незалежних систем – централізованої (ЦС) і місцевої з використанням поновлюваних джерел (МСПДЕ), наприклад вітру, сонця, біомаси [3,5]. Структурну схему КСЕП розглянемо на прикладі комбінованої системи електропостачання споживачів АПК. Комбінована система електропостачання виконується (див. рис. 4.1) з використанням автоматичного перемикача (АПЕ). Використання АПЕ пов'язано з неможливістю паралельної роботи місцевої системи електропостачання з ЦС при відсутності додаткових пристроїв контролю якості виробленої енергії, а його наявність забезпечує споживачу підключення до ЦС і МСПДЕ у вигідний для нього термін доби. Інші системи тепло-, газо-, паливопостачання мають подібну структурну схему, але не включають блок АПЕ.

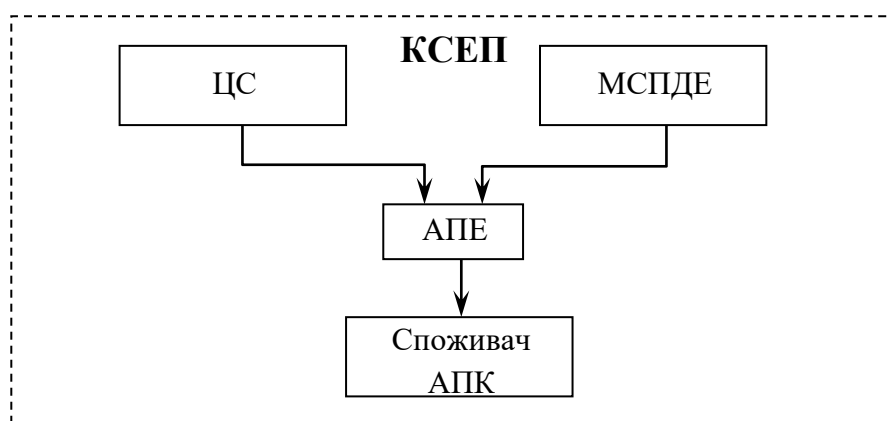


Рис.4.1. Структурна схема КСЕП, де АПЕ – автоматичний перемикач електроенергії.

Принцип роботи з встановленими взаємозв'язками пояснюється на рис. 4.2., де КСЕП побудована на базі біоенергетичного комплексу (БЕК). Основним пристроєм БЕК є біогазова установка (БГУ), реактор якої є акумулятором енергії для інших джерел місцевої системи (ВЕС, ГЕУ), а вироблений біогаз здатний до тривалого зберігання і використовуватись споживачем у вигідний для нього термін. Енергія, яка надходить до свиноферми від ЦС, використовується як резервне джерело.

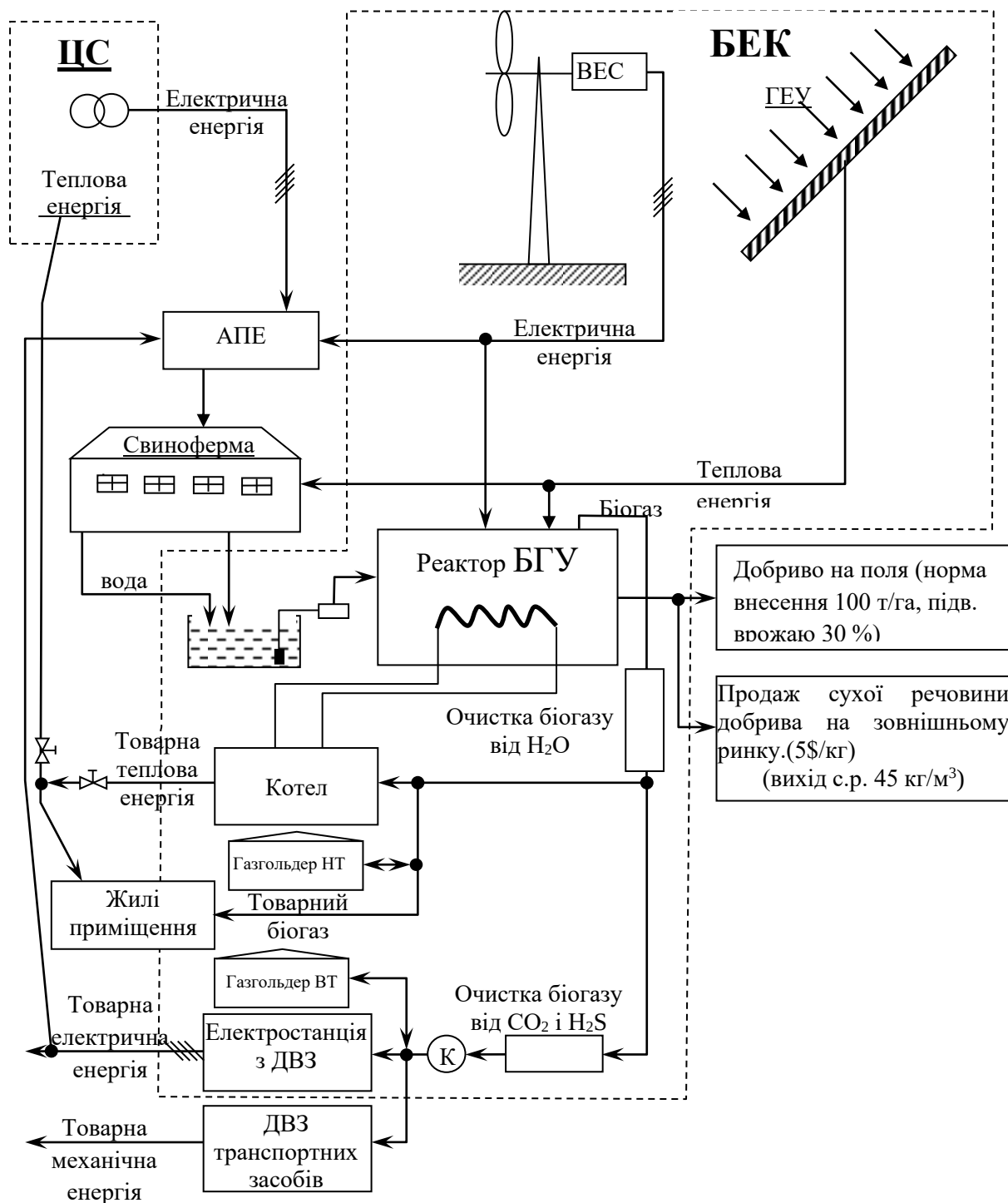


Рис. 4.2. Структурна схема комбінованої системи енергопостачання свиноферми з використанням БЕК, де, АПЕ – автоматичний перемикач електроенергії; газгольдер НТ, ВТ – відповідно газгольдер низького та високого тиску; ДВЗ – двигун внутрішнього згорання; К – компресор.

При побудові КСЕП необхідно враховувати основні принципи:

1. *Економічність*. Споживач повинен мати прибуток від використання КСЕП в порівнянні з варіантом енергопостачання тільки від ЦС. Величина прибутку в

більшості залежить від різниці грошових витрат на виробництво різних видів енергії від МСАДЕ і купівлі енергоносіїв від ЦС;

2. *Встановлення взаємозв'язків між джерелами енергії і споживачем.* З метою зменшення собівартості енергоносіїв від МСАДЕ взаємозв'язки між джерелами енергії і споживачем необхідно встановити таким чином, щоб вся вироблена альтернативними джерелами енергія була обов'язково їм використана.

Продуктом БГУ є біогаз і високоякісне добриво. З біогазу споживач може отримувати теплову енергію (при спалюванні в водогрійних котлах) та електричну і механічну (при використанні в якості палива в двигунах внутрішнього згорання (ДВЗ)). Утилізація добрива поліпшує екологічну безпеку, а подальше внесення на поля не тільки підвищує врожайність вирощувальних культур, але і покращує їхню якість. На зовнішньому ринку таке добриво коштує близько 5\$ за кілограм сухої речовини.

Економічну доцільність впровадження КСЕП характеризуємо за визначенням допустимої межі затрат (Z_i) на її будівництво і експлуатацію, при якій споживач буде мати чистий позитивний економічний ефект E_i за i -тий рік [5, 6]:

$$E_i = \Delta P_i - Z_i, \quad (4.1)$$

де ΔP_i – величина диференційного економічного показника (ДЕП) від впровадження КСЕП, який ґрунтується на виділенні обсягів грошових доходів тієї її частини із загальної величини доходу, яка обумовлена впровадженням енергозберігаючого заходу за i -тий рік, *грн.*;

Z_i – затрати на впровадження і використання КСЕП за i -тий рік, *грн.*:

$$Z_i = B_i + EK_i, \quad (4.2)$$

B_i – вартісна оцінка амортизаційних відрахувань на реновацію, експлуатаційних та інших витрат в МСПДЕ за i -тий рік, *грн.*;

E – банківська процентна ставка, *в.о.*;

K_i – капітальні вкладення в проект МСПДЕ за i -тий рік, *грн.*

Значення Z_i визначимо з урахуванням ΔP_i за i -тий рік [5]:

$$\Delta P_i = B_{iu} - B_{ik} = B_{iu} - (\Delta B_{iu} + \Delta B_{ia}) \quad (4.3)$$

де B_{iu} – грошові витрати на купівлю енергоносіїв від ЦС за i -тий рік, *грн.*;

B_{ik} – грошові витрати на отримання обсягів енергоносіїв від КСЕП за i -тий рік, *грн.*

$\Delta B_{ia} \Delta B_{iq}$ – відповідно пайові витрати на отримання обсягів енергоносіїв від місцевої і централізованої систем в складі КСЕП за i -тий рік, грн.

З урахуванням [5, 7] для запропонованої КСЕП (рис. 4.2.) показник ΔP_i буде складати:

$$\Delta P_i = W_a(\Delta q) + Q_a(\Delta b) + V_a(\Delta a) + G_a(\Delta d) + Dm. \quad (4.4)$$

де W_a, Q_a, V_a, G_a – обсяги споживання відповідно електричної та теплової енергії, палива для ДВЗ, добрива від альтернативних джерел, $\text{кВт}\cdot\text{год}$, ГДж , т , м^3 ;

$\Delta q, \Delta b, \Delta a, \Delta d$ – різниця вартості енергії відповідно електричної, теплової, пального, добрива, яка куплена від ЦС (q, b, a, d) і собівартості виробленої МСАДЕ (q_a, b_a, a_a, d_a): $\Delta q = q - q_a, \Delta b = b - b_a, \Delta a = a - a_a, \Delta d = d - d_a$. Значення $\Delta q, \Delta b, \Delta a, \Delta d$, $\text{грн./кВт}\cdot\text{год}$, грн./ГДж , грн./т , грн./м^3 .

Dm – обсяги доходів та дотацій, які обумовлені заходами з енергозбереження, покращення навколишнього середовища, зменшення викидів парникових газів та інші, грн.;

При будівництві КСЕП на перших етапах проектування важко визначити обсяги затрат на її побудову і експлуатацію, при яких споживач буде мати позитивний економічний ефект. Для усунення умов невизначеності прирівнюємо межу затрат Z_i' із значеннями ΔP_i (4.2, 4.3), обсяги яких в залежності від собівартості виробленої місцевою системою енергії можуть мати як позитивну так і негативну величини. Від величини собівартості вироблених різних видів енергії залежать обсяги затрат на побудову КСЕП, які по відношенню до затрат на купівлю енергії від існуючої ЦС можуть мати значення:

1. $Z_i' < 0$ – споживачу необхідно відмовитись від побудови КСЕП, або прийняти необхідні заходи по зменшенню собівартості вироблених обсягів енергії;
2. $Z_i' = 0$ – затрати на виробництво енергії від МСАДЕ будуть дорівнювати купівлі енергоносіїв від ЦС. Кошти на погашення кредиту відсутні. За відсутності умов дотацій від держави споживачу необхідно відмовитись від побудови КСЕП;
3. $Z_i' > 0$ – споживач буде мати доход від впровадження КСЕП. Затрати на виробництво енергії від МСАДЕ будуть меншими в порівнянні з купівлею енергоносіїв від ЦС. Будувати КСЕП пропонується коли споживач буде мати позитивний економічний ефект, тобто коли виконуються умови $Z_i' > Z_i$.

Для прийняття рішення щодо визначення затрат на побудову КСЕП необхідно побудувати номограму змін меж затрат від $Z_i' = 0$ до $Z_i' = \max$ в залежності від собівартості вироблених видів енергії МСАДЕ. В подальшому при відомих обсягах собівартості вироблених видів енергії місцевою системою за даними номограми встановлюються межі затрат. Позитивний економічний ефект досягається при виконанні умов:

$$3'_i - 3_i > 0 \quad (4.5)$$

Співвідношення $3'_i$ до 3_i складає:

$$3_i = 3'_i - P_{\text{чи}} \quad (4.6)$$

де $P_{\text{чи}}$ – чистий прибуток від впровадження КСЕП за i -тий рік, грн..

Завдання для виконання розділу

Побудувати номограму визначення меж затрат ($3'$), за даними якої обґрунтувати техніко-економічну доцільність використання БЕК в системі енергопостачання споживачів АПК.

Вхідні дані.

1. *Обсяги виробленої енергії МСАДЕ (W_a, Q_a, V_a, G_a).* Для визначення обсягів виробленої МСАДЕ енергії встановимо потужності ГЕУ, ВЕС, БГУ скориставшись даними розділів (р.) 1-3 самостійної роботи:

- обсяг реактора БГУ і кількість голів свиноферми приймемо за даними р.3.
- потужність ВЕС і площину геліоколектора ГЕУ для тих робіт, в яких обсяг реактора БГУ співпадає з обсягом водогрійного котла прийняти за даними відповідно р. 1-2. В кого не співпадає виконати їх розрахунки згідно методик, викладених в р. 1-2.

- обсяги теплової енергії Q_a , які отримує споживач від КСЕП, приймемо рівними 30% від Q_m БГУ (р. 3): $Q_a = 0,3 \cdot Q_m = 0,3 \cdot 1296 = 388,8 \text{ Гдж/рік}$.
- обсяги пального для транспортних засобів споживача V_a приймемо рівними 70% від N БГУ (р. 3): $V_a = 0,7 \cdot N = 0,7 \cdot 34 = 23,8 \text{ т}$

Прийняти до уваги, що згідно розрахункам р. 1, обігрів БГУ в літній період виконується від ГЕУ. Тоді в літній період електроенергію від ВЕС споживач буде використовувати на задоволення потреб свиноферми, обсяг яких приймемо рівним $\frac{1}{2}$ річним обсягам виробленої енергії. Тоді товарні річні обсяги електроенергії від ВЕС ($W_{m\text{ВЕС}}$), для прикладу рішення в р.2, будуть дорівнювати:

$$W_{m\text{ВЕС}} = W_p/2 = 727430/2 = 363715 \text{ кВт}\cdot\text{год} \quad (4.7)$$

де W_p – річні обсяги електроенергії, вироблені ВЕС (данні р.2), кВт·год.

2. *Приймемо вартість енергоносіїв ЦС:*

- електричної – $q = 0,76 \text{ грн/кВт}\cdot\text{год}$;

- теплової $-b = 72 \text{ грн/ГДж}$;
- пального $-a = 7000 \text{ грн/т}$;

3. Прийmemo собівартість енергоносіїв, вироблених МСАДЕ. Величину собівартості енергоносіїв від МСАДЕ для прикладу прийmemo довільно любе значення з діапазону можливих q_a, b_a, a_a :

- електричної $-q_a = [0-2] \text{ грн/кВт}\cdot\text{год}$, приймаю, наприклад, $q_a = 1 \text{ грн/кВт}\cdot\text{год}$;
- теплової $-b_a = [0-200] \text{ грн/ГДж}$, приймаю, наприклад, $b_a = 100 \text{ грн/ГДж}$;
- пального $-a_a = [0-10000] \text{ грн/т}$, приймаю, наприклад, $a_a = 5000 \text{ грн/т}$.

4. Прийmemo межі затрат (Z') при виробленні МСАДЕ електричної енергії від ВЕС і добрив за i -тий рік постійними величинами:

- електричної від ВЕС

$$Z'_{BEC(i)} = W_{mBEC(i)} \cdot (q - q_a), \text{ тис. грн.} \quad (4.8)$$

- добрив $-Z'_{d(i)} (D_d)$ - за даними р.3.

5. Для спрощення розрахунків обсяги доходів від дотацій D_m виключимо.

Приклад рішення

Вхідні данні.

- Потужність БЕК:
 - площа геліоколектора: $A = 800 \text{ м}^2$;
 - потужність ВЕС: $P_{BEC} = 83 \text{ кВт}$;
 - обсяг реактора БГУ: $V_p = 200 \text{ м}^3$.
- Вартість енергоносіїв ЦС:
 - електрична - $q = 0,76 \text{ грн/кВт}\cdot\text{год}$;
 - теплова - $b = 72 \text{ грн/ГДж}$;
 - дизельне пальне - $a = 7000 \text{ грн/т}$;
- Прийнята собівартість енергоносіїв, вироблених МСАДЕ:
 - електрична - $q_a = 1 \text{ грн/кВт}\cdot\text{год}$;
 - теплова $-b_a = 100 \text{ грн/ГДж}$;
 - Дизельне пальне $-a_a = 5000 \text{ грн/т}$.
- Межі затрат на вироблення енергії від МСАДЕ за термін року:
 - електричної:

$$Z'_{BEC} = W_{mBEC(i)} \cdot (q - q_a) = 363715 \cdot (0,76 - 1) = - 87,3 \text{ тис.грн,}$$

де $W_{mBEC(i)}$ – річний товарний обсяг виробленої електричної енергії ВЕС за i -тий рік, $\text{кВт}\cdot\text{год}$, (4.2): $W_{mBEC(i)} = W_p/2 = 727430/2 = 363715 \text{ кВт}\cdot\text{год}$.

- добрива:

$$Z'_D = 172,8 \text{ тис.грн.}$$

Рішення

Побудову номограми (рис. 4.1) виконаємо за етапами:

- I. На осі абсцис (OX) відкладемо, наприклад, діапазон можливих обсягів вартості дизельного пального, виробленого МСАДЕ $a_a = [0-12000] \text{ грн/т}$, а на осі ординат (OY) діапазон можливих обсягів вартості теплової енергії $b_a = [0-800] \text{ грн/ГДж}$.
- II. Визначимо, з використанням (4.1), критичні точки на осі OX і OY для варіантів, коли значення a_a і b_a дорівнюють 0.

$$Z' = Q_a(b - b_a) + V_a(a - a_a) + Z'_{BEC} + Z'_D$$

1. Значення межі Z' – max , коли $a_a, b_a = 0$

$$Z'_{\text{max}} = 388,8(72-0) + 23,8(7000-0) - 87300 + 172800 \approx 280000 \text{ грн};$$

2. Значення межі $Z = 0$:

- а) вирішимо рівняння (4.1) при $a_a = 0$

$$0 = 388,8(72 - b_a) + 23,8(7000 - 0) - 87300 + 172800$$

$$388,8(72 - b_a) + 252100 = 0$$

$$b_a = 252100 / 388,8 + 72$$

$$b_{a0} \approx 720 \text{ грн/ГДж}$$

- б) вирішимо рівняння (4.1) при $b_a = 0$

$$0 = 388,8(72 - 0) + 23,8(7000 - a_a) - 87300 + 172800 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 23,8(7000 - a_a) + 113497,6 = 0 \Rightarrow a_a = 113497,6 / 23,8 + 7000 \Rightarrow$$

$$a_{a0} \approx 11770 \text{ грн/т}$$

- III. З'єднаємо критичні точки a_{a0}, b_{a0} та отримаємо пряму, яка характеризує затрати на побудову КСЕП рівними нулю ($Z = 0$) в залежності від змін a_a, b_a ;

- IV. Паралельно осі OY проведемо ось, яка буде відповідати змінам обсягів затрат (Z') на впровадження КСЕП. Відкладемо критичні значення затрат:

1. Z' – max , при $a_a, b_a = 0$.

2. $Z' = 0$, відповідає значенню b_{a0} .

3. Відкладемо проміжні значення осі ($3'$) в проміжку $[3'_{max}; 3 = 0]$.
4. Від перетинів значень $3'$ (0, 50 ... 280) та осі b_a (рис. 4.1) проведемо паралелі $3'=0$, які будуть відповідати змінам обсягів затрат на побудову і експлуатацію КСЕП в залежності від собівартості виробленої енергії a_a, b_a .

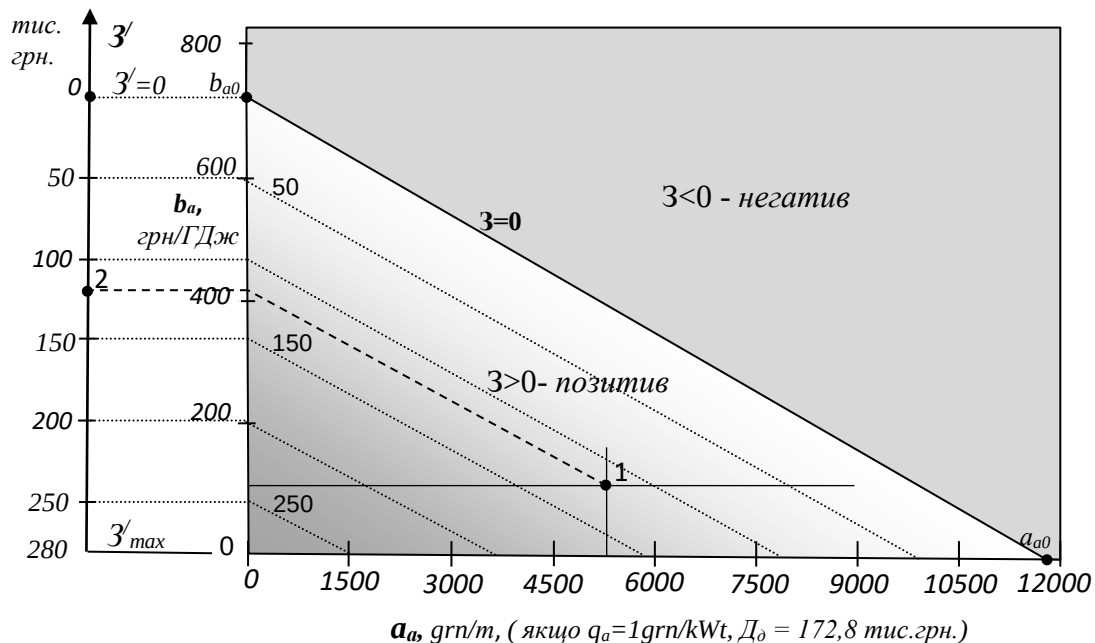


Рис.4.1. Номограма річних меж затрат ($3'$), при яких споживач буде мати позитивний економічний ефект від впровадження КСЕП.

Користування номограмою при визначенні меж затрат на впровадження КСЕП за даними собівартості виробленою місцевою системою енергії:

Відкладемо на номограмі прийняті значення $b_a = 100$ грн/ГДж, $a_a = 5000$ грн/м. Їхній перетин позначимо точкою **1**. Перемістимо точку **1** на ось $3'$ в точку **2**, шляхом, як показано на рис.4.1., та встановимо межу допустимих річних затрат на впровадження КСЕП: $3' \approx 120$ тис. грн.

Межа допустимих затрат 3_e за термін експлуатації T_e (20 років):

$$3_e = 3 \cdot T_e = 120000 \cdot 20 = 2,4 \text{ млн.грн}$$

Висновок: Допустимі затрати на впровадження КСЕП, за прийнятими даними собівартості виробленою місцевою системою енергії, не повинні перевищувати 2,4 млн.грн. Для підвищення межі допустимих затрат необхідно

Контрольні питання

- 1 З яких загальних джерел енергії складається КСЕП споживачів АПК?;
- 2 Розкрийте основні принципи побудови КСЕП?
- 3 Які ви знаєте напрямки використання використання біогазу?
- 4 Які ви знаєте напрямки використання використання добрива?
- 5 Що необхідно враховувати при визначенні меж затрат на впровадження КСЕП?
- 6 Від чого залежить величина обсягу затрат на впровадження КСЕП?
- 7 Які можливі заходи необхідно здійснювати для збільшення межі обсягів затрат на впровадження КСЕП?

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Корчемний М. Энергобережения в агропромышленном комплексе / Корчемний М., Федорейко В., Щербань В. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2001. – 984 с.
2. Калинчик В.П. Энергетический менеджмент. Графические методы обработки информации: Учебное пособие / Калинчик В.П., Розен В.П. и др... К.: Кондор. – 2007. – 104 с: ил. – 80.
3. Твайделл Дж. Возобновляемые источники энергии / Дж. Твайделл, А. Уэйр; пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1990. - 392 с.
4. Гончар М. И., Дудников С. Н. Подход к оценке эффективности построения комбинированных систем энергоснабжения сельскохозяйственных потребителей / М. И. Гончар, С. Н. Дудников // Вісник ХДТУСГ "Проблеми енергозапеспечення та енергозбереження в АПК України". - Харків: ХДТУСГ, 2001. - Вип. 6. - С. 497- 503.
5. Баадер В. Биогаз: теория и практика / Баадер В., Доне Е., Брендерфер А. – М.: Колос, 1982. - 148 с., № библи. Короленко К2 $\frac{82}{4714}$;
6. Дудніков С.М. Оцінка заходів щодо ефективного використання альтернативних джерел енергії споживачами АПК/ С. М. Дудников // Матеріали ІХ Міжнародної конференції «Відновлювана енергетика ХХІ століття» АР Крим, смт. Миколаївка, 15-19 вересня 2008 р. – С. 63 – 66.
7. Энергобережения. Системы электроприводу. Метод аналізу та вибору: ДСТУ 3886–99. - К.: Держспоживстандарт України, 2000. - 55 с.
8. Энергобережения. Методи визначення економічної ефективності заходів по енергозбереженню : ДСТУ 2155-93.

Навчальне видання

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ

Методичні вказівки
до виконання практичних робіт

Укладачі
ДУДНІКОВ Сергій Миколайович

Формат 60x84/16. Гарнітура Times New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.
Ум. друк. арк. _.
Наклад ___ пр.
ДБТУ
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44