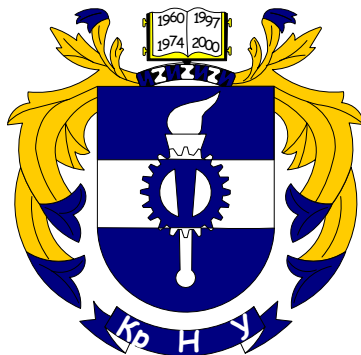


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО
ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ І СИСТЕМ
УПРАВЛІННЯ



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ЩОДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ З НАВЧАЛЬНОЇ
ДИСЦИПЛІНИ
**«ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОМИСЛОВОСТІ
І КОМУНАЛЬНИХ ОБ'ЄКТАХ (ЧАСТИНА 2)»**
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ЗАОЧНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ
141 – «ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА
ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА»
ЗА ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНИМИ ПРОГРАМАМИ:
«ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ
ТА ЕЛЕКТРОПРИВОД»,
«ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ЕНЕРГОЄМНИХ ВИРОБНИЦТВ»

КРЕМЕНЧУК 2019

Методичні вказівки щодо виконання контрольної роботи з навчальної дисципліни «Енергоефективні технології в промисловості і комунальних об'єктах (частина 2)» для студентів заочної форми навчання зі спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» за освітньо-професійними програмами: «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод», «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв».

Укладачі: к. т. н., доц. С. А. Сергієнко,
асист. В. Ю. Ноженко

Рецензент к. т. н., доц. В. О. Огарь

Кафедра систем автоматичного управління і електроприводу

Затверджено методичною радою Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського

Протокол № _____ від _____

Голови методичної ради _____ проф. В. В. Костін

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Рекомендації щодо виконання та оформлення контрольних робіт.....	6
2 Зміст завдання контрольної роботи	7
3 Рекомендації щодо виконання контрольних робіт.....	10
Список літератури.....	21
Додаток А Зразок оформлення титульної сторінки контрольної роботи.....	22
Додаток Б Вихідні дані до практичного завдання № 1.....	23
Додаток В Вихідні дані до практичного завдання № 2.....	24
Додаток Г Вихідні дані до практичного завдання № 3.....	25

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Енергоефективні технології в промисловості і комунальних об'єктах (частина 2)» є підґрунтям для вивчення навчальних дисциплін: «Системи перетворення енергії та керування енергопроцесами», «Моніторинг та діагностика енергоємних виробництв», курсового та дипломного проектування. Навчальні дисципліни, що забезпечують її вивчення: «Теоретичні основи електротехніки», «Промислове енергозбереження», «Системи енергозбереження в електроприводі», «Електропостачання промислових підприємств», «Техніко-економічне оцінювання науково-технічних рішень», «Енергоефективні технології в промисловості і комунальних об'єктах (частина 1)».

Метою навчальної дисципліни є отримання знань у галузі енергозбереження, щодо ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів, набуття навичок щодо розробки енергобалансів і їх ефективного аналізу, розробка заходів з енергозбереження, їх фінансове оцінювання та оцінювання впливу на охорону праці й довкілля.

Основною метою методичних вказівок з навчальної дисципліни «Енергоефективні технології в промисловості і комунальних об'єктах (частина 2)» є набуття практичних навичок, які надають змогу самостійно виконувати аналіз сучасних об'єктів промисловості в енергетичному аспекті та розробку заходів з енергозбереження.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- принципи ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів;
- основні підходи та методи з енергозбереження;
- методологічні підходи та процедуру проведення енергетичного аудиту;
- методи побудови та аналізу паливно-енергетичних балансів;

- методи оцінювання потенціалу енергозбереження промислових підприємств;

- економічні аспекти енергозбереження;

уміти:

- проводити енергетичний аудит об'єктів промисловості;

- будувати та аналізувати паливно-енергетичний баланс об'єктів промисловості;

- проводити нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів;

- прогнозувати та планувати споживання паливно-енергетичних ресурсів;

- оцінювати потенціал і надавати рекомендації з енергоресурсозбереження на об'єктах промисловості.

Методичні вказівки щодо виконання контрольної роботи з навчальної дисципліни «Енергоефективні технології в промисловості і комунальних об'єктах (частина 2)» містять: рекомендації щодо виконання та оформлення контрольної роботи, теоретичні та практичні завдання контрольної роботи, список літератури, зразок оформлення титульної сторінки контрольної роботи.

1 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ ТА ОФОРМЛЕННЯ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ

Згідно з навчальним планом магістри заочної форми навчання виконують у письмовому вигляді контрольну роботу. Контрольна робота складається з теоретичного питання і трьох практичних завдань. У теоретичному завданні необхідно описати питання, що стосуються ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів, розробки енергобалансів і їх ефективного аналізу, розробки заходів з енергозбереження, їх фінансового оцінювання та оцінювання впливу на охорону праці й довкілля. Необхідно звернути особливу увагу на енергозбереження засобами електричного приводу. Під час виконання теоретичного контрольного завдання необхідно пам'ятати, що відповідь на питання має бути вичерпною та не бути формальною. Для виконання теоретичного завдання наведено список рекомендованої літератури. Відповідь на практичні контрольні завдання необхідно надавати з проміжними обчисленнями.

Номер варіанта контрольної роботи студенти вибирають за останньою цифрою залікової книжки, цифра «0» дорівнює варіанту № 10. Усього – 10 варіантів.

Контрольну роботу оформлюють на аркушах форматом А4 (210x297 мм) не більше 40 рядків на сторінці (з висотою знаків не менше 1,8 мм), розміри полів з усіх боків – 20 мм, міжрядкова відстань – 1,5.

Контрольну роботу виконують державною мовою, приблизний обсяг – 7–10 сторінок у друкованому варіанті або 10–15 сторінок – у рукописному.

Захист контрольної роботи проводиться у термін, затверджений директором ІЕЕСУ, але не пізніше ніж за тиждень до заліку. Без захисту контрольної роботи студент не допускається до заліку.

Зразок оформлення титульної сторінки контрольної роботи з навчальної дисципліни «Енергоефективні технології в промисловості і комунальних об'єктах (частина 2)» наведено у додатку А.

Ускладнення, що виникають під час самостійного розгляду теоретичних питань, усуваються під час індивідуально-консультативних занять, які проводить викладач. Графік індивідуально-консультативних занять складається на початку кожного семестру і знаходиться на кафедрі.

2 ЗМІСТ ЗАВДАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

2.1 Теоретичне завдання

1. Методи та види енергетичного аудиту. Завдання енергетичного аудиту.
2. Робочі документи енергоаудитора.
3. Основні етапи енергетичного аудиту.
4. Планування проведення енергетичного аудиту.
5. Завдання та класифікація паливно-енергетичних балансів.
6. Методика побудови паливно-енергетичних балансів.
7. Аналіз паливно-енергетичного балансу.
8. Методичні засади нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів.
9. Оцінювання потенціалу енергозбереження промислових підприємств.
10. Оцінювання технологічно доступного потенціалу енергозбереження.

2.2 Практичне завдання

Практичне завдання № 1

В адміністративній будівлі система освітлення фінансового відділу виконана світильниками типу ЛПО з ККД q ; використані лампи типу ЛБ зі світловіддачею η ; коефіцієнт утрат у пускорегулювальній апаратурі освітлювальних приладів $k_{pra} = 1,2$; режим роботи – 1 зміна (з 8 до 17 годин); кількість світильників – N штук; розміри приміщення – 5x15x3 метри; середньозважений коефіцієнт відбиття поверхонь приміщення $r = 0,3$; нормована освітленість – 300 лк; фактична освітленість – 250 лк; кількість годин роботи штучного освітлення за рік T_r ; напруга мережі під час вимірювань $U_c = 220$ В; коефіцієнт природної освітленості відповідає нормі, коефіцієнт використання $k_v = 1$; на момент вимірювань пройшло 360 днів з дня останньої чистки.

Розрахувати економію електроенергії унаслідок:

– переходу на світлодіодні лампи зниженої потужності типу LED зі світловіддачею η_N ;

- чищення освітлювальних приладів з коефіцієнтом ефективності чищення світильників $k_{ch} = 0,03$;
- підвищення коефіцієнта відбиття поверхонь приміщення до $r = 0,5$, що дозволить зекономити електроенергію на 10 %;
- упровадження системи автоматичного включення і відключення освітлення;
- установлення електронної ПРА з коефіцієнтом утрат у ПРА освітлювальних приладів $k_{pra}^n = 1,1$;
- установлення нових світильників з більш високим ККД q^N , але з аналогічним світлорозподіленням.

Також розрахувати загальний резерв економії енергії. Вихідні дані до завдання наведено у додатку Б.

Практичне завдання № 2

Визначити економію теплової енергії за опалювальний період від монтажу тепловідбиваючих конструкцій за радіаторами опалення і низькоемісійних плівок на вікна в будівлі. Вихідні дані до завдання наведено у додатку В.

Умови розрахунку:

- будівля обладнана m однотипними приладами опалення;
- площа опалювального приладу – F_{bat} ;
- коефіцієнт тепловіддачі від внутрішнього повітря до огороження (до вікна) – α_{vn} ($\alpha_{vn.o}$);
- коефіцієнт тепловіддачі від огороження (від вікна) до зовнішнього повітря – α_z ($\alpha_{z.o}$);
- склад матеріалу стіни: вапняно-піщаний розчин товщиною δ_1 з коефіцієнтом теплопровідності λ_1 ; керамзитобетонні плити товщиною δ_2 з коефіцієнтом теплопровідності λ_2 ;
- коефіцієнт теплопровідності матеріалу тепловідбиваючого екрана – λ_e ;
- площа застеклення вікон будівлі – F_{st} ;
- термічний опір склопакета – R_0 ;

- економічний ефект від застосування низькоемісійної плівки – Δe ;
- середня температура повітря між стіною та батареєю – $t_{sr.bat}$;
- середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період – $t_{sr.z}$;
- розрахункова температура повітря у приміщенні – t_v ;
- тривалість опалювального періоду – D ;
- тариф на теплову енергію – $c_{te} = 1825,27$ грн/Гкал.

Практичне завдання № 3

Скласти паливно-енергетичний баланс підприємства, використовуючи дані стосовно загального споживання ПЕР за рік, які наведено у табл. Г.1 (додаток Г) та розрахувати:

- річне споживання ПЕР у т у.п., користуючись перевідними коефіцієнтами (табл. 2.1) та частку в загальному споживанні ПЕР у відсотках;
- річні витрати на придбання ПЕР у гривнях, користуючись тарифами, які надано у табл. 2.2, та частку річних витрат на придбання ПЕР у відсотках;
- корисне використання, сумарні утрати та сумарне споживання електроенергії за виробничими підрозділами підприємства, користуючись даними, наведеними у табл. Г.3 (додаток Г), отримані результати надати у вигляді таблиці.

Таблиця 2.1 – Перевідні коефіцієнти

1000 кВт·год електроенергії	0,351 т у.п.
1000 м ³ природного газу	1,16 т у.п.
1 Гкал теплової енергії	0,143 т у.п.
1 т мазуту топкового	1,46 т у.п.
1 т дизпалива	1,45 т у.п.

Таблиця 2.2 – Тарифи на ПЕР

ПЕР	Тариф
Електрична енергія	2,7 грн/кВт·год
Природний газ	14,734 грн/м ³
Теплова енергія	1825,27 грн/Гкал.
Мазут топковий	15000 грн/т
Дизпаливо	38619 грн/т

Провести аналіз паливно-енергетичного балансу підприємства, використовуючи об'ємні кругові секторні діаграми для подання розподілу споживання ПЕР за рік і розподілу річних витрат на їх придбання, балансові діаграми – для порівняння частки споживання природного газу та теплової енергії окремими підрозділами підприємства (табл. Г.4, додаток Г), графічну залежність – для наведення динаміки річного споживання електричної енергії підприємством за місяцями (табл. Г.2, додаток Г). За результатами аналізу ПЕБ запропонувати пропозиції щодо можливостей енергозбереження ПЕР.

3 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ

Приклад розв'язання практичного завдання № 1

В адміністративній будівлі система освітлення фінансового відділу виконана світильниками типу ЛПО 02 2x40 з ККД $q = 52 \%$; використані лампи типу ЛБ 40-2 зі світловіддачею $\eta = 75$ лм/Вт; коефіцієнт утрат у пускорегулювальній апаратурі освітлювальних приладів $k_{pra} = 1,2$; режим роботи – 1 зміна (з 8 до 17 годин); кількість світильників – 15 штук; розміри приміщення – 5x15x3 метри; середньозважений коефіцієнт відбиття поверхонь приміщення $r = 0,3$; нормована освітленість – 300 лк; фактична освітленість – 250 лк; кількість годин роботи штучного освітлення за рік $T_r = 1300$ годин; напруга мережі під час вимірювань $U_c = 220$ В; коефіцієнт природної освітленості відповідає нормі, коефіцієнт використання $k_v = 1$; на момент вимірювань пройшло 360 днів з дня останньої чистки.

Розрахувати економію електроенергії унаслідок:

- переходу на люмінесцентні лампи зниженої потужності типу TL-D 36W/840 зі світловіддачею $\eta_N = 93$ лм/Вт;
- чищення освітлювальних приладів;
- підвищення коефіцієнта відбиття поверхонь приміщення до $r = 0,5$;
- упровадження системи автоматичного включення і відключення освітлення;

– установлення електронної ПРА з коефіцієнтом утрат у ПРА освітлювальних приладів $k_{pra}^n = 1,1$;

– установлення нових світильників з більш високим ККД $q^N = 75 \%$, але з аналогічним світлорозподіленням.

Також розрахувати загальний резерв економії енергії.

1. Розраховуємо установлену потужність світильників:

$$P = P_l k_{pra} N = 40 \cdot 1,2 \cdot 30 = 1440 \text{ Вт.}$$

2. Сумарне споживання електроенергії освітлювальної установки за рік:

$$W_r = P T_r k_v = 1440 \cdot 1300 \cdot 1 = 1872 \text{ кВт·год.}$$

3. Розраховуємо економію електроенергії унаслідок переходу на люмінесцентні лампи зниженої потужності типу TL-D 36W/84 зі світловіддачею $\eta_N = 93 \text{ лм/Вт}$:

$$\Delta W_1 = W_r \left(1 - k_z k_{zp}\right) = 1872 \cdot \left(1 - 1 \cdot \frac{75}{93}\right) = 363,17 \text{ кВт·год/рік.}$$

4. Визначаємо економію електроенергії внаслідок чищення освітлювальних приладів:

$$\Delta W_2 = W_r k_{ch} = 1872 \cdot 0,03 = 56,16 \text{ кВт·год/рік,}$$

де $k_{ch} = 0,03$ – коефіцієнт ефективності чищення світильників.

5. Розраховуємо економію електроенергії внаслідок підвищення коефіцієнта відбиття поверхонь приміщення до $r = 0,5$ (фарбування, побілка). Економія електроенергії складе 10 %:

$$\Delta W_3 = 0,1 W_r = 0,1 \cdot 1872 = 187,2 \text{ кВт·год/рік.}$$

6. Визначаємо економію електроенергії внаслідок упровадження системи автоматичного включення і відключення освітлення:

$$\Delta W_4 = W_r (k_{ea} - 1) = 1872 \cdot (1,1 - 1) = 187,2 \text{ кВт·год/рік.}$$

7. Розраховуємо економію електроенергії внаслідок установки електронної ПРА з коефіцієнтом утрат у ПРА освітлювальних приладів $k_{pra}^n = 1,1$:

$$\Delta W_5 = W_r \left(1 - \frac{k_{pra}^n}{k_{pra}} \right) = 1872 \cdot \left(1 - \frac{1,1}{1,2} \right) = 155,4 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{рік}.$$

8. Визначаємо економію електричної енергії за допомогою нових світильників з більш високим ККД $q^N = 75 \%$, але з аналогічним світлорозподіленням:

$$\Delta W_6 = W_r (1 - k_{sv}) = W_r \left(1 - \frac{q}{q^N} \right) = 1872 \cdot \left(1 - \frac{0,52}{0,75} \right) = 574,7 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{рік}.$$

9. Загальний резерв економії енергії складе:

$$\Delta W_\Sigma = k_p \sum_{k=1}^f \Delta W_i^k = \frac{250}{300} \cdot 1523,83 = 1269,86 \text{ кВт}\cdot\text{год}.$$

Приклад розв'язання практичного завдання № 2

Визначити економію теплової енергії за опалювальний період від монтажу тепловідбиваючих конструкцій за радіаторами опалення і низькоемісійних плівок на вікна в будівлі.

Умови розрахунку:

– будівля обладнана 35 однотипними приладами опалення;

– геометричні розміри проекції опалювального приладу на стіну: ширина – 0,8 м; висота – 0,5 м;

– коефіцієнт тепловіддачі від внутрішнього повітря до огороження (до вікна) – $\alpha_{vn} = 8,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$ ($\alpha_{vn.o} = 8,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$);

– коефіцієнт тепловіддачі від огороження (від вікна) до зовнішнього повітря – $\alpha_z = 23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$ ($\alpha_{z.o} = 25 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$);

– склад матеріалу стіни: вапняно-піщаний розчин товщиною $\delta_1 = 0,02$ м з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda_1 = 0,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$; керамзитобетонні плити

товщиною $\delta_2 = 0,35$ м з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda_2 = 0,5 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$;

– коефіцієнт теплопровідності матеріалу тепловідбиваючого екрана –

$$\lambda_e = 0,05 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}};$$

– площа застеклення вікон будівлі – $F_{st} = 250 \text{ м}^2$;

– термічний опір склопакета – $R_0 = 0,37 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$;

– економічний ефект від застосування низькоемісійної плівки –

$$\Delta e = \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} = \frac{0,83}{0,33} = 2,5, \text{ де } \varepsilon_1, \varepsilon_2 \text{ – коефіцієнти емісії};$$

– середня температура повітря між стіною та батареєю – $t_{sr.bat} = 55 \text{ }^\circ\text{C}$;

– середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період –
 $t_{sr.z} = -8,5 \text{ }^\circ\text{C}$;

– розрахункова температура повітря у приміщенні – $t_v = 21 \text{ }^\circ\text{C}$;

– тривалість опалювального періоду – $D = 222$ діб;

– тариф на теплову енергію – $c_{te} = 1825,27$ грн/Гкал.

1. Розрахуємо термічний опір стіни:

$$R_{st} = \frac{1}{\alpha_{vn}} + \frac{\delta_{st}}{\lambda_{st}} + \frac{1}{\alpha_z} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,7} + \frac{0,35}{0,5} + \frac{1}{23} = 0,88 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}},$$

$$\text{де } \frac{\delta_{st}}{\lambda_{st}} = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2}.$$

2. Утрати тепла у приміщенні визначаються за виразом:

$$Q_{e1} = (t_{sr.bat} - t_{sr.z}) \frac{F_{bat}}{R_{st}} = (55 - (-8,5)) \cdot \frac{0,8 \cdot 0,5}{0,88} = 28,57 \text{ Вт} = 0,0286 \text{ кВт}.$$

3. Утрати тепла через зовнішню стіну після встановлення тепловідбиваючого екрана:

$$Q_{e2} = \lambda_e (t_v - t_{sr.z}) F_{bat} = 0,05 \cdot (21 - (-8,5)) \cdot 0,8 \cdot 0,5 = 0,59 \text{ Вт} = 0,00059 \text{ кВт}.$$

4. Обсяг теплової енергії, заощадженої за опалювальний період після встановлення одного тепловідбиваючого екрана за радіатором опалення:

$$\Delta Q_e = (Q_{e1} - Q_{e2}) n C = (0,0286 - 0,00059) \cdot 24 \cdot 222 \cdot 0,86 \cdot 10^{-3} = 0,128 \text{ Гкал},$$

де $n = 24D$.

5. Обсяг теплової енергії, заощадженої за опалювальний період після встановлення 35 тепловідбиваючих екранів одного розміру за радіаторами опалення:

$$\Delta Q_{\Sigma e} = \Delta Q_e m = 0,128 \cdot 35 = 4,48 \text{ Гкал.}$$

6. Розраховуємо кількість утрат тепла через 1 м² звичайного склопакета:

$$Q_t = \frac{(t_v - t_{sr.z})}{\frac{1}{\alpha_{vn.o}} + R_0 + \frac{1}{\alpha_{z.o}}} \cdot 860,4 \cdot 24 \cdot \frac{D}{10^9} = \frac{(21 - (-8,5))}{\frac{1}{8,7} + 0,37 + \frac{1}{25}} \cdot 860,4 \cdot 24 \cdot \frac{222}{10^9} =$$

$$= 0,2575 \frac{\text{Гкал} \cdot \text{рік}}{\text{м}^2}.$$

7. Згідно з розподілом утрат тепла, утрати на випромінювання складають:

$$Q_v = 2Q_t = 2 \cdot 0,2575 = 0,515 \frac{\text{Гкал} \cdot \text{рік}}{\text{м}^2}.$$

8. Загальні утрати тепла через 1 м² вікна складають:

$$Q_{vikna} = Q_t + Q_v = 0,2575 + 0,515 = 0,7725 \frac{\text{Гкал} \cdot \text{рік}}{\text{м}^2}.$$

9. Обчислимо утрати через 1 м² вікна у разі застосування низькоемісійної плівки:

$$Q_{emis.vikna} = \frac{Q_v}{\Delta \epsilon} + Q_t = \frac{0,515}{2,5} + 0,2575 = 0,4635 \frac{\text{Гкал} \cdot \text{рік}}{\text{м}^2}.$$

10. Економічний ефект від монтажу низькоемісійних плівок на вікна в будівлі становить:

$$\Delta Q_{nv} = (Q_{vikna} - Q_{emis.vikna}) F_{st} = (0,7725 - 0,4635) \cdot 250 = 77,25 \text{ Гкал.}$$

11. Розраховуємо економію теплової енергії за опалювальний період від монтажу тепловідбиваючих конструкцій за радіаторами опалення і низькоемісійних плівок на вікна в будівлі:

$$\Delta Q = \Delta Q_{\Sigma e} + \Delta Q_{nv} = 4,48 + 77,25 = 81,73 \text{ Гкал.}$$

12. Річна економія у грошовому вираженні від монтажу тепловідбиваючих конструкцій за радіаторами опалення і низькоемісійних плівок на вікна в будівлі складе:

$$\Delta E = \Delta Q_{c_{te}} = 81,73 \cdot 1825,27 = 149179,3 \text{ грн.}$$

Приклад розв'язання практичного завдання № 3

Скласти паливно-енергетичний баланс машинобудівного підприємства за рік, використовуючи дані стосовно споживання ПЕР, витрат на їх придбання, розподілу споживання ПЕР у виробничих підрозділах. Провести аналіз паливно-енергетичного балансу машинобудівного підприємства, використовуючи об'ємні кругові секторні діаграми для подання розподілу споживання ПЕР за рік та розподілу річних витрат на їх придбання, балансові діаграми – для порівняння частки споживання природного газу та теплової енергії окремими підрозділами підприємства, графічну залежність – для наведення динаміки річного споживання електричної енергії машинобудівним підприємством за місяцями. Баланс споживання електричної енергії за рік, який включає в себе розподіл споживання електроенергії за виробничими підрозділами підприємства та їх корисне використання електроенергії, сумарні утрати, сумарне споживання надати у вигляді таблиці. За результатами аналізу ПЕБ запропонувати пропозиції щодо можливостей енергозбереження ПЕР.

На машинобудівному підприємстві використовують такі види ПЕР, як електрична енергія, природний газ, мазут топковий, тепла енергія, які закупаються у місцевих енергопостачальних організаціях. Річне споживання і витрати на ПЕР показано в табл. 3.1. Тарифи на ПЕР були такі: електрична енергія – 2,7 грн/кВт·год; природний газ – 14,734 грн/м³; мазут топковий – 15000 грн/т; теплоенергія – 1578,62 грн/Гкал.

Таблиця 3.1 – Загальне споживання ПЕР машинобудівного підприємства та їх вартість за рік

Вид ресурсу	Річне споживання	Річне споживання, т у.п.	Частка в загальному споживанні, %	Річні витрати, грн	Частка річних витрат, %
Електроенергія	3000 тис. кВт·год	1053	47,26	8100000	36,53
Природний газ	600 тис. м ³	696	31,24	8840556	39,87
Мазут топковий	50 т	73	3,27	750000	3,38
Теплоенергія	2840 Гкал	406,12	18,23	4483281	20,22
Усього		2228,12	100,0	22173837	100,0

Для наочного відображення частки споживання ПЕР у відсотках за рік використано кругову секторну діаграму (рис. 3.1), із якої видно, що електроенергія та природний газ у загальному споживанні ПЕР підприємства становлять 47,26 % і 31,27 % відповідно.

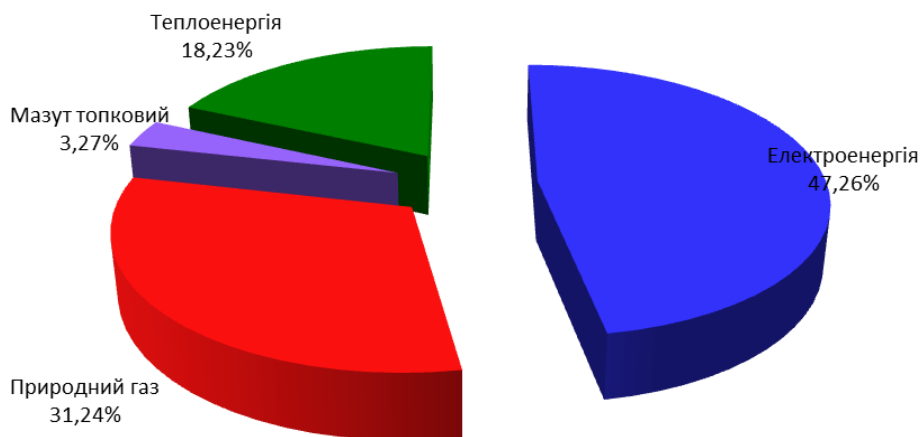


Рисунок 3.1 – Розподіл споживання ПЕР машинобудівним підприємством за рік

Однак за вартісними співвідношеннями інше: електроенергія – 36,53 %, природний газ – 39,87 % (рис. 3.2).

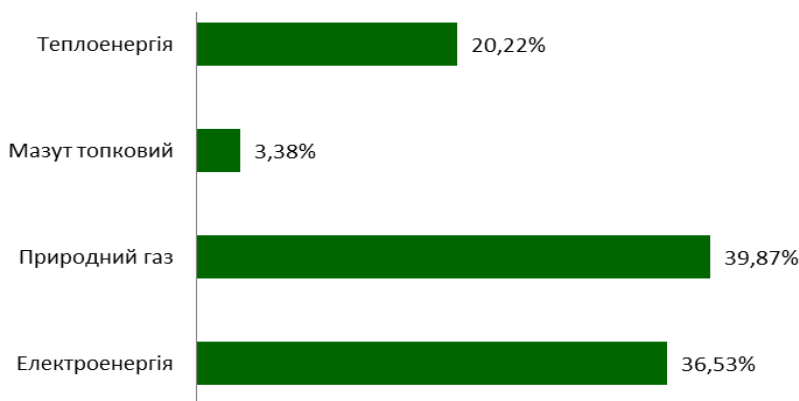


Рисунок 3.2 – Розподіл річних витрат на ПЕР

Оскільки споживання електричної енергії складає найбільшу частину серед ПЕР підприємства, розглянемо використання цього ресурсу більш детально. У табл. 3.2 наведено баланс споживання електричної енергії за рік, який включає у себе розподіл споживання електроенергії за виробничими підрозділами підприємства та їх корисне використання електроенергії, сумарні утрати, сумарне споживання.

Таблиця 3.2 – Баланс споживання електричної енергії машинобудівного підприємства за рік

Найменування об'єкта	Електроенергія				
	Корисне використання		Сумарні втрати		Сумарне споживання, кВт·год
	кВт·год	%	кВт·год	%	
Енергосиловий цех № 1	515443	17,24	1557	17,0	517000
Ремонтно-механічний цех	35888	1,2	112	1,23	36000
Механічний цех № 1	115153	3,87	347	3,81	115500
Механічний цех № 2	209370	7,0	630	6,9	210000
Механічний цех № 3	398791	13,34	1209	13,24	400000
Механоскладальний цех № 1	169469	5,67	531	5,82	170000
Механоскладальний цех № 2	45854	1,54	146	1,6	46000
Цех ТНП	49052	1,64	148	1,62	49200
Транспортний цех	29907	1,0	93	1,0	30000
Інструментальний цех	319020	10,7	980	10,74	320000
Ливарний цех № 1	129790	4,34	410	4,5	130200
Ливарний цех № 2	146555	4,9	445	4,88	147000
Гальвано-термічний цех	283140	9,48	860	9,41	284000
Цех зварених конструкцій	82748	2,67	252	2,77	83000
Ремонтно-механічний цех	36385	1,2	115	1,26	36500
Ремонтно-будівельна ділянка	21235	0,71	65	0,7	21300
Підсобне господарство	133595	4,48	405	4,43	134000
Їдальня	169786	5,68	514	5,64	170300
Профілакторій	15544	0,52	56	0,61	15600
Інші виробничі споживачі	48250	1,62	150	1,64	48400
Інші споживачі	35892	1,2	108	1,2	36000
Усього	2990867	100	9133	100	3000000

Помісячне споживання енергоенергії зображено на рис. 3.3. Загальне споживання електроенергії склало 3000 тис. кВт·год. Коливання у споживанні електроенергії пояснюється збільшенням світлового дня, зниженням опалювального навантаження у літній період.

На рис. 3.4–3.5 зображено баланси споживання природного газу та теплової енергії у виробничих підрозділах за рік у вигляді балансових діаграм.

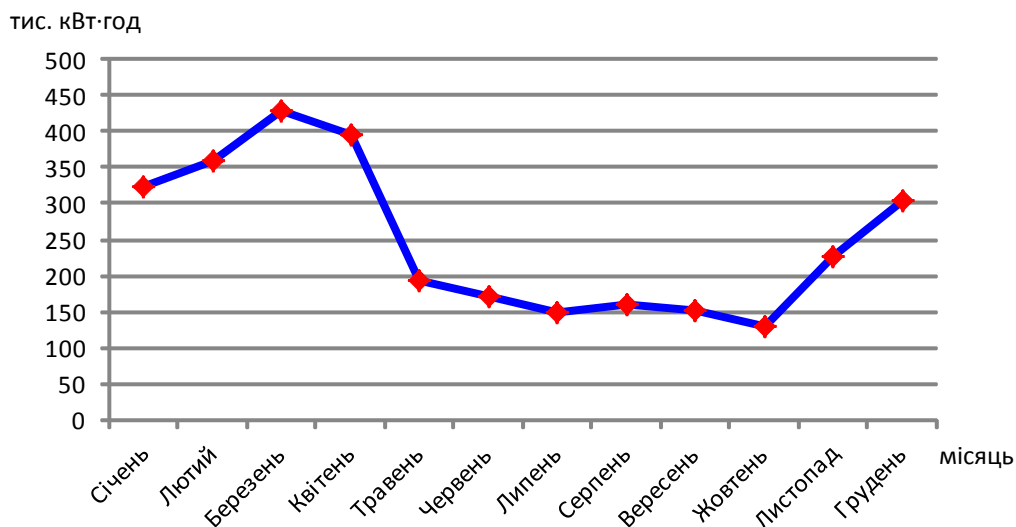


Рисунок 3.3 – Динаміка споживання електричної енергії за місяцями

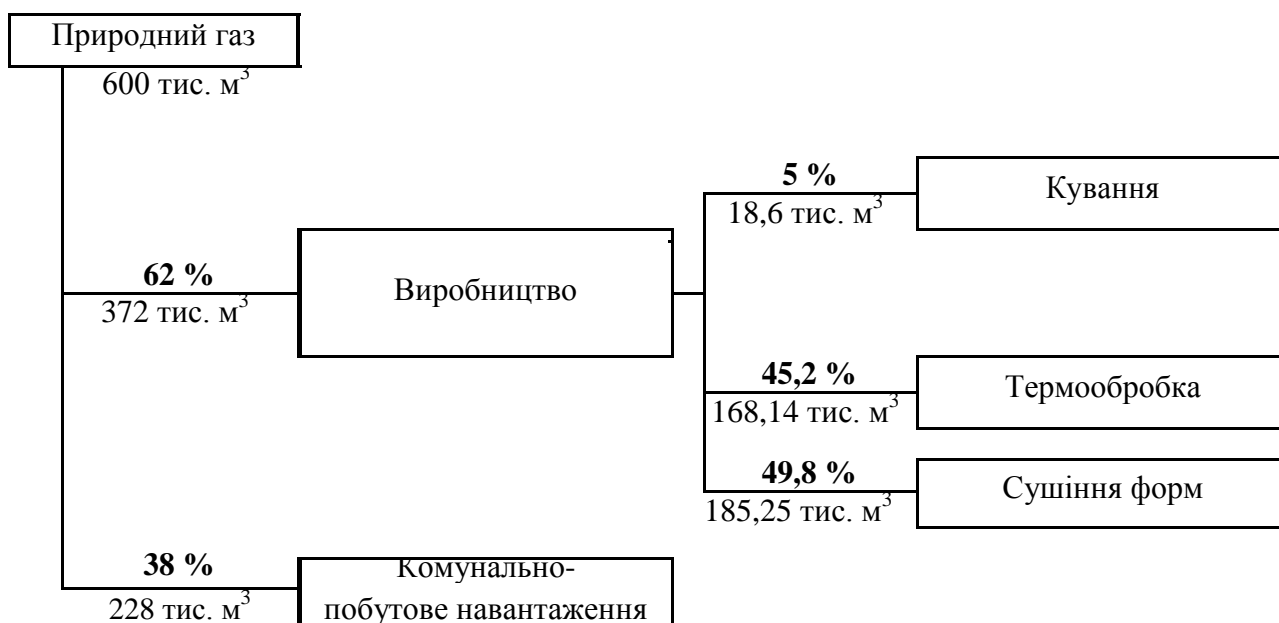


Рисунок 3.4 – Баланс споживання природного газу за рік

Із наведених ПЕБ видно, що найбільш енергоємними споживачами електроенергії є: енергосиловий цех № 1 – 17,3 %, механічний цех № 3 – 13,34 %, інструментальний цех – 10,7 %; природного газу: ливарний цех № 1 і № 2 – 30,88 % для сушіння форм, гальвано-термічний цех – 28,02 % для термічної обробки; теплової енергії: інструментальний цех – 19,6 %, механоскладальний цех № 1 – 15,9 %, заводоуправління – 13,6 %, побутове приміщення майданчика № 1 – 10,1 %.

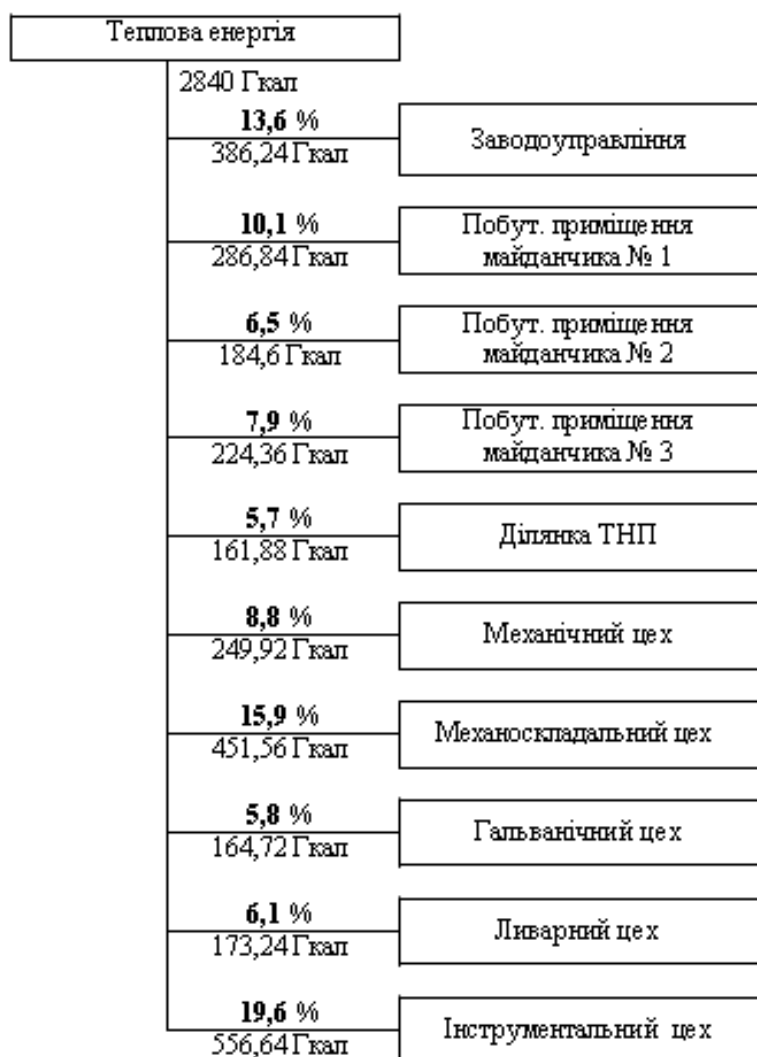


Рисунок 3.5 – Баланс споживання теплової енергії

За результатами аналізу показників використання підприємством паливно-енергетичних ресурсів, і обстеження фактичного використання енергоресурсів розроблені пропозиції щодо можливостей енергозбереження (МЕЗ), які розглянуті нижче.

1. МЕЗ № 1 «Організація системи енергетичного менеджменту» дозволить налагодити систематичну роботу з енергозбереження на підприємстві, для чого створюється підрозділ з енергетичного менеджменту, який має відповідати за контроль, аналіз енергоспоживання на підприємстві та відповідати за розробку рекомендацій з реконструкції або вдосконалення будь-яких систем, що сприяють економії енергії.

2. МЕЗ № 2 дозволить за допомогою оптимізації процесів спалювання природного газу в казані, з використанням переносного газоаналізатора, підвищити ККД горіння й, як наслідок, скоротити споживання природного газу.

3. МЕЗ № 3 «Термоізоляція паропроводів, трубопроводів гарячої води» дозволить скоротити прямі утрати теплоенергії на ділянках загальною довжиною 900 м.

4. МЕЗ № 4 пропонує змінити систему опалення усього обсягу незавантажених цехів: механічного № 2, механоскладального № 2 і інструментального – опаленням тільки робочих місць вискоелективними інфрачервоними нагрівачами, із прямим спалюванням газу, що дозволить скоротити споживання природного газу на 50 %.

5. МЕЗ № 5 «Автоматизація обліку витрати енергоносіїв» дозволить без залучення ручної праці створити об'єктивну картину енергоспоживання на підприємстві, підвищить обґрунтованість роботи з енергозбереження, обґрунтованість показників енергоспоживання підрозділами в системі внутрішнього господарського обліку.

6. МЕЗ № 6 завдяки упровадженню 150 ефективних джерел світла замість ламп типів ДРЛ-400 і ДРЛ-250 у системі освітлення підприємства підвищить її надійність і скоротить загальне споживання електроенергії.

7. МЕЗ № 7 «Підвищення ефективності роботи сушильних печей у ливарному цеху» завдяки ремонту ізоляції воріт камерних печей, проведенню режимного налагодження, упровадженню оперативного регулювання процесу спалювання природного газу з використанням аналізаторів процесу горіння дозволить скоротити споживання природного газу.

8. МЕЗ № 8. Упровадження приладового контролю стану ізоляції устаткування, температури теплоносія, використання установлених потужностей електроустаткування дозволить вилучити нераціональні режими його роботи й забезпечить зменшення нераціонального використання ПЕР.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Практическое пособие по выбору и разработке энергосберегающих мероприятий / О. Л. Данилова, П. А. Костюченко. – М., 2006. – 668 с.
2. Расчеты экономии электроэнергии. – Мн. : Беларусь, 1983. – 80 с.
3. Шевкоплясов П. М. Электрооборудование осветительных установок / П. М. Шевкоплясов. – Л., 1987. – 455 с.
4. Бухмиров В. В. Методические рекомендации по оценке эффективности энергосберегающих мероприятий / В. В. Бухмиров, Н. Н. Нурахов, П. Г. Косарев, В. В. Фролов. – М. : Институт качества высшего образования НИТУ «МИСиС», 2014. – 96 с.
5. ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель». – К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2017. – 30 с. (чинний з 01.05.2017).
6. Тарифи на теплову енергію та послуги з централізованого постачання гарячої води [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.poe.pl.ua/consumers/ur/heat/for-current/>
7. Роздрібні тарифи на електроенергію [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.poe.pl.ua/consumers/ur/electricity/for-2018/>
8. Тарифи та ціни на природний газ для промислових споживачів та бюджетних організацій [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://poltavagazzbut.com.ua/?page_id=28
9. Соловей О. І. Енергетичний аудит : навчальний посібник / О. І. Соловей, В. П. Розен, Ю. Г. Лега, О. О. Ситник, А. В. Чернявський, Г. В. Курбака. – Черкаси : ЧДТУ, 2005. – 299 с.
10. Праховник А. В. Энергетический менеджмент : учебное пособие / А. В. Праховник, В. П. Розен, О. Б. Разумовский и др. – К. : Нот. ф-ка, 1999. – 184 с.

Зразок оформлення титульної сторінки контрольної роботи

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО
ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ І
СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

Кафедра «Системи автоматичного управління і електроприводу»

Контрольна робота
з навчальної дисципліни
«Енергоефективні технології в промисловості і комунальних
об'єктах (частина2)»

Студента групи _____
шифр залікової книжки _____
Прізвище, ім'я по батькові (повністю) _____

Перевірив _____
(ППБ викладача, підпис)

Кременчук 2019

Таблиця Б.1 – Вихідні дані до практичного завдання № 1

Варіант	Тип світильника	q , %	Тип лампи	η , лм/Вт	N , шт	T_r , год	Тип лампи для заміни	η_N , лм/Вт	q^N , %
1	ЛПО 46-20-001	60	ЛБ 20-7	53	35	1860	LED SMD T8 10W	80	95
2	ЛПО 46-20-006	50	ЛБ 20-7	53	30	1070	LED SMD T8 10W	80	95
3	ЛПО 46-2×18-001	50	ЛБ 18-7	50	20	1500	LED SMD T8 9W	75	95
4	ЛПО 46-2×20-011	50	ЛБ 20-7	53	32	950	LED SMD T8 10W	80	95
5	ЛПО 46-2×36-002	55	ЛБ 36-7	65	12	1120	LED SMD T8 18W	80	90
6	ЛПО 46-2×36-507	75	ЛБ 36-7	65	18	1340	LED SMD T8 18W	80	90
7	ЛПО 46-40-001	60	ЛБ 40-7	70	24	1200	LED SMD T8 18W	80	90
8	ЛПО 46-40-006	50	ЛБ 40-7	70	16	1430	LED SMD T8 18W	80	90
9	ЛПО 46-2×36-001	50	ЛБ 36-7	65	10	1240	LED SMD T8 18W	80	90
10	ЛПО 46-4×18-001	50	ЛБ 18-7	50	12	1320	LED SMD T8 9W	75	95

Таблиця В.1 – Вихідні дані до практичного завдання № 2

Варіант	m , шт.	F_{bat} , м ²	α_{vn} , $\frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$	α_z , $\frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$	$\alpha_{vn.o}$, $\frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$	$\alpha_{z.o}$, $\frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$	Склад матеріалу стіни				λ_e , $\frac{Вт}{м \cdot ^\circ C}$	F_{st} , м ²	R_0 , $\frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$	Δe	$t_{sr.bat}$, $^\circ C$	$t_{sr.z}$, $^\circ C$	t_v , $^\circ C$	D , діб
							δ_1 , м	λ_1 , $\frac{Вт}{м \cdot ^\circ C}$	δ_2 , м	λ_2 , $\frac{Вт}{м \cdot ^\circ C}$								
1	30	0,6	8,7	23	8,7	25	0,03	0,7	0,038	0,5	0,05	240	0,37	2,5	55	-8	20	180
2	35	0,4					0,04		0,042			300			50	-10	18	200
3	27	0,44					0,02		0,035			280			58	-9,5	21	185
4	32	0,5					0,025		0,04			200			52	-9	22	190
5	40	0,42					0,032		0,044			320			60	-7,5	19	170
6	38	0,38					0,028		0,036			260			65	-9,8	20	205
7	25	0,48					0,035		0,04			350			48	-8,5	21	192
8	28	0,46					0,04		0,045			240			54	-9,4	22	187
9	32	0,52					0,018		0,03			180			61	-7,8	23	210
10	37	0,38					0,024		0,04			270			57	-7	19	196

Вихідні дані до практичного завдання № 3

Таблиця Г.1 – Загальне споживання ПЕР підприємства

	Варіант				
	1	2	3	4	5
Вид ресурсу	Річне проживання				
Електроенергія	4000 тис. кВт·год	4500 тис. кВт·год	3500 тис. кВт·год	5000 тис. кВт·год	4700 тис. кВт·год
Природний газ	650 тис. м ³	700 тис. м ³	550 тис. м ³	850 тис. м ³	750 тис. м ³
Мазут топковий	60 т	80 т	40 т	100 т	70 т
Теплоенергія	3500 Гкал	4800 Гкал	2500 Гкал	5200 Гкал	3000 Гкал
Дизпаливо	80 т	65 т	50 т	85 т	70 т

Таблиця Г.2 – Дані про споживання електричної енергії за місяцями

Місяць	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	<i>V</i>	<i>VI</i>
Споживання електричної енергії, %	12,9	12,5	10,6	8,5	5,4	4,5
Місяць	<i>VII</i>	<i>VIII</i>	<i>IX</i>	<i>X</i>	<i>XI</i>	<i>XII</i>
Споживання електричної енергії, %	4,3	4,5	5,5	7,4	11,1	12,8

Таблиця Г.3 – Споживання електричної енергії підрозділами підприємства за рік

	Варіант									
	1		2		3		4		5	
Підрозділ	Корисне використання, %	Сумарні утрати, %	Корисне використання, %	Сумарні утрати, %	Корисне використання, %	Сумарні утрати, %	Корисне використання, %	Сумарні утрати, %	Корисне використання, %	Сумарні утрати, %
Енергосиловий цех	25,8	26,5	26,1	25,7	24,7	26,5	23,5	25,7	22,8	26,5
Механічний цех	12,8	11,7	13,4	12,4	14,2	11,7	10,7	12,4	13,5	11,7
Механоскладальний цех	8,5	7,8	7,2	9,5	6,8	7,8	8,5	9,5	9,7	7,8
Інструментальний цех	10,7	10,9	11,5	10,8	9,7	10,9	7,7	10,8	9,3	10,9
Ремонтно-механічний цех	6,2	6,9	7,1	6,9	8,4	6,9	9,6	6,9	6,2	6,9
Транспортний цех	5,4	5,9	4,5	5,3	5,5	5,9	4,4	5,3	5,6	5,9
Ливарний цех	9,6	10,2	10,2	10,7	9,7	10,2	10,8	10,7	8,7	10,2
Гальвано-термічний цех	11,2	10,8	10,3	9,4	12,4	10,8	11,5	9,4	13,6	10,8
Їдальня	6,5	5,7	7,3	6,1	6,7	5,7	7,3	6,1	5,1	5,7
Інші споживачі	3,3	3,6	2,4	3,2	1,9	3,6	6	3,2	5,5	3,6
Усього	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Таблиця Г.4 – Споживання природного газу та теплової енергії підрозділами підприємства за рік

	Варіант									
	1		2		3		4		5	
Підрозділ	Природ. газ, %	Теплова енергія, %	Природ. газ, %	Теплова енергія, %	Природ. газ, %	Теплова енергія, %	Природ. газ, %	Теплова енергія, %	Природ. газ, %	Теплова енергія, %
Механічний цех	1,8	17,4	2,4	18,2	2,1	20,1	1,7	16,8	2,2	17,3
Механоскладальний цех	–	20,6	–	19,8	–	18,3	–	20,5	–	19,7
Інструментальний цех	–	19,8	–	17,9	–	19,5	–	20,9	–	20,8
Ливарний цех	32,4	8,7	30,8	10,6	29,8	9,7	34,3	7,9	31,5	8,9
Гальвано-термічний цех	28,7	7,9	26,7	8,1	30,5	10,2	25,7	11,3	29,7	8,4
Комунально-побутове навантаження	37,1	25,6	40,1	25,4	37,6	22,2	38,3	22,6	36,6	24,9
Усього	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Методичні вказівки щодо виконання контрольної роботи з навчальної дисципліни «Енергоефективні технології в промисловості і комунальних об'єктах (частина 2)» для студентів заочної форми навчання зі спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» за освітньо-професійними програмами: «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод», «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв»

Укладачі: к. т. н., доц. С. А. Сергієнко,
асист. В. Ю. Ноженко

Відповідальний за випуск зав. кафедри систем автоматичного управління і електроприводу Д. Й. Родькін

Підп. до др. _____. Формат 60×84 1/16 Папір тип. Друк ризографія
Ум. друк. акр. _____. Наклад _____ прим. Зам № _____. Безкоштовно

Видавничий відділ
Кременчуцького національного університету
імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600