

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



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ЩОДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ  
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
**«ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ  
НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ»**  
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ДЕННОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ  
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 141 – «ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА  
ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА»  
ЗА СПЕЦІАЛІЗАЦІЯМИ: «ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ  
АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ЕЛЕКТРОПРИВОД»,  
«ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ЕНЕРГОЄМНИХ ВИРОБНИЦТВ»  
(ОСВІТНЬО-НАУКОВА ПРОГРАМА ПІДГОТОВКИ ЗА ОС «МАГІСТР»)

КРЕМЕНЧУК 2018

Методичні вказівки щодо практичних занять з навчальної дисципліни «Техніко-економічне оцінювання науково-технічних рішень» для студентів денної форми навчання зі спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» за спеціалізаціями: «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод», «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв» (освітньо-наукова програма підготовки за освітнім ступенем «магістр»)

Укладачі: к. т. н., доц. В. О. Огарь,  
асист. Н. В. Зачепа

Рецензент к. т. н., доц. Ю. В. Зачепа

Кафедра систем автоматизованого управління і електроприводу

Затверджено методичною радою Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського

Протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ р.

Голова методичної ради \_\_\_\_\_ проф. В. В. Костін

## ЗМІСТ

Вступ	4
Критерії оцінювання знань студентів.....	5
Практичне заняття № 1 Техніко-економічна ефективність використання частотно-регульованого електроприводу екструдера ....	6
Практичне заняття № 2 Техніко-економічна ефективність впровадження автоматичної системи диспетчеризації станції «Кременчук» в умовах компанії «Укрзалізниця».....	13
Практичне заняття № 3 Оцінювання техніко-економічної ефективності системи діагностики асинхронного двигуна .....	26
Практичне заняття № 4 Оцінювання собівартості створення апаратного забезпечення для реалізації дискретного та аналогового введення/виведення .....	32
Практичне заняття № 5 Економічна ефективність пускових систем синхронного двигуна компресорних установок .....	38
Практичне заняття № 6 Методика розрахунку економії електроенергії в діючих освітлювальних установках приміщень під час проведення енергетичного аудиту .....	42
Практичне заняття № 7 Техніко-економічне обґрунтування впровадження віртуального лабораторного стенда у навчальний процес .....	50
Список літератури.....	60
Додаток А Зразок оформлення титульної сторінки.....	62
Додаток Б .....	63
Додаток В .....	64
Додаток Г .....	68
Додаток Д .....	69
Додаток Е .....	70
Додаток Ж .....	71
Додаток К .....	72
Додаток Л.....	73

## ВСТУП

Метою вивчення навчальної дисципліни «Техніко-економічне оцінювання науково-технічних рішень» є підготовка фахівців, здатних самостійно і творчо розв'язувати питання не тільки технічного, але й економічного характеру; вивчення основних розділів техніко-економічного обґрунтування; вивчення методів і способів оцінювання економічної ефективності запропонованого технічного рішення; закріплення знань, що отримані на лекціях шляхом техніко-економічних розрахунків упровадження того чи іншого енергоресурсозберігаючого рішення. Розроблені методичні вказівки щодо виконання практичних робіт з цієї навчальної дисципліни будуть корисними для студентів технічних спеціальностей у розв'язанні питань з економічного обґрунтування заходів та економічного оцінювання проекту.

У методичних вказівках щодо практичних занять з навчальної дисципліни «Техніко-економічне оцінювання науково-технічних рішень» наведено сім практичних занять. Кожне з практичних занять має короткі теоретичні відомості, завдання до теми, приклад виконання завдання та контрольні питання. У процесі роботи над практичними заняттями студенти закріплюють теоретичні знання й набувають навичок розрахунку показників економічної ефективності, а також обґрунтування розроблених науково-технічних рішень.

## КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ

Кількість практичних занять – 8 годин (7 практичних робіт).

*Поточний контроль на практичних заняттях протягом змістових модулів:*

- відвідування практичних занять – 0,3 бала за заняття (максимум 2,4 бала за умови відвідування всіх практичних);
- активність студента на практичному занятті – 0,2 бала за практичне заняття передбачене робочою навчальною програмою дисципліни (максимум 1,6 бала за семестр);
- наявність практичної роботи – 1 бал за практичну роботу (максимум 8 балів за всі практичні роботи);
- захист практичної роботи – 1,2 бала за практичну роботу (максимум 9,6 бала за всі практичні роботи);
- якість оформлення практичної роботи – максимум 0,2 бала за практичну роботу (максимум 1,6 бала за всі роботи);
- опитування під час проведення практичних занять – максимум 0,7 бала за аудиторне заняття (максимум 5,6 бала за семестр);
- наявність усіх практичних занять – 1 бал;
- своєчасна здача усіх практичних занять – 0,3 бала.

## **Практичне заняття № 1**

### **Тема. Техніко-економічна ефективність використання частотно-регульованого електроприводу екструдера**

**Мета:** набуття навичок у визначенні показників економічної ефективності використання частотно-регульованого електроприводу екструдера.

#### **Короткі теоретичні відомості**

Екструдери призначені для переробки гранул, дробління, агломерату термопластичних матеріалів в однорідний розплав і видавлювання (екструзії) його через формуючий інструмент. Екструдери мають оптимальне компонування: на єдиній рамі змонтований спеціальний вертикальний редуктор із вбудованим упорним підшипником і асинхронний електродвигун, розташований під циліндром і з'єднаний з редуктором пружною муфтою. Шнек з'єднується безпосередньо у вихідний вал редуктора. Екструдери можуть комплектуватися шнеками різної конфігурації залежно від матеріалу відпрацювання. Екструдери комплектуються частотними перетворювачами, що дозволяють безступінчато регулювати частоту обертання шнека й, відповідно, продуктивність щодо розплаву.

Ефективна робота установки забезпечується належним технологічним режимом роботи об'єкта. Основні переваги від упровадження частотно-регульованого електроприводу екструдера полягають у прямому регулюванні швидкості обертання шнека для одержання комбікормів із заданими живильними властивостями, що забезпечує збільшення живильної цінності вихідного зерна вдвічі у разі точної підтримки заданої технології.

Регулювання швидкості обертання шнека за допомогою перетворювача частоти дозволяє:

- забезпечити необхідний розмір і щільність гранул комбікорму;
- знизити енергоспоживання й продовжити ресурс устаткування.

### Завдання до теми

Виконати розрахунок економічної ефективності системи регульованого електропривода екструдера. Вихідні дані для розрахунків відповідно до варіанта наведено у додатку Б.

#### Приклад виконання завдання

Зробимо розрахунок економічної ефективності розробки системи регульованого електроприводу екструдера в умовах кормового цеху агрофірми «ЛАН».

Для розробки системи регульованого електроприводу необхідне електротехнічне устаткування, кабельна продукція, перетворювач частоти ВЕСПЕР серії E2-8300, автоматичні вимикачі, датчик тиску. Витрати на придбання перерахованого устаткування зведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Перелік елементів системи і їх вартість

Найменування встаткування	Кількість	Вартість, грн	
		Одиниці	Усього
Перетворювач частоти	1 шт.	40000	40000
Шафа для установки ПЧ	1 шт.	3000	3000
Автоматичний вимикач	4 шт.	1500	6000
Кабель силовий	40 м	70	2800
Кабель монтажний	60 м	25	1500
Датчик тиску розплаву	1 шт.	7000	7000
Разом вартість устаткування: 60300 грн			
Транспортні витрати 7,5 % від вартості устаткування	$60300 \cdot 7,5 / 100 =$		4522,5
Будівельно-монтажні, пуско-налагоджувальні роботи 10 % від вартості устаткування (СМР)	$60300 \cdot 10 / 100 =$		6030
Накладні витрати, 21 % від СМР (НР)	$6030 \cdot 21 / 100 =$		1266,3
Планові накопичення 8 % від суми СМР і НР	$(6030 + 1266,3) \cdot 8 / 100 =$		583,704
Вартість капітальних витрат на устаткування	$4522,5 + 6030 + 1266,3 + 583,704$		12402,504
Разом вартість капітальних витрат: 72702,504 грн			

### 6.3 Розрахунок експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати:

$$P_{експл.} = A + \Phi + B_{нр.} + C_e + B_{ав}, \quad (1.1)$$

де  $A$  – річні амортизаційні відрахування;  $\Phi$  – плата в держбюджет за користування основними фондами, грн.;  $B_{нр.}$  – витрати на експлуатацію й поточний ремонт;  $C_e$  – вартість споживаної електроенергії;  $B_{ав}$  – витрати на ліквідацію аварій.

Розрахуємо експлуатаційні витрати за умови діючого (базового) електроприводу.

У разі фактичної роботи електроприводу основні витрати йдуть на оплату споживаної електроенергії.

Вартість споживаної електроенергії в базовому варіанті (не регульованому приводі екструдера):

$$C_{e.б} = P_{рiч.} \cdot 2,26 = 259200 \cdot 2,26 = 570240 \text{ (грн)}, \quad (1.2)$$

де  $P_{рiч.} = P_{факт.} \cdot 8640 = 259200$  (кВт·год) – електроенергія, що споживає екструдерна установка за рік;  $P_{факт} = 30$  кВт – номінальна потужність електроприводу екструдера; 8640 – кількість годин роботи за рік; 2,26 грн – вартість 1 кВт·год.

Тоді приймемо  $K_{б} = C_{e.б} = 513216$  (грн).

Амортизаційні відрахування складуть:

$$A_{б} = \frac{K_{б} \cdot H}{100} = \frac{570240 \cdot 10}{100} = 57024 \text{ (грн)}, \quad (1.3)$$

де  $H$  – норма амортизаційних відрахувань ( $H = 10\%$ ).

Витрати на експлуатацію й ремонт:

$$B_{нр.б} = \frac{K_{б} \cdot H_p}{100} = \frac{570240 \cdot 6}{100} = 34214,4 \text{ (грн)}, \quad (1.4)$$

де  $H_p$  – норма відрахувань на експлуатацію й поточний ремонт,  $H_p$  становить 6 % від вартості устаткування ( $H_p = 6\%$ ).

Витрати на ліквідацію аварій  $B_{ав}$  у системі без регульованого ЕП містять:



– витрати на заміну підшипникових вузлів  $B_{підш} = C_{підш} \cdot k_1$ , перемотування електродвигунів  $B_{ЕД} = C_{ЕД} \cdot k_2$  і усунення розбалансувань двигуна  $B_{РОЗБ.} = C_{Р.} \cdot k_3$ , де  $C_{підш}, C_{ЕД}, C_{розб}, k_1, k_2, k_3$  – вартість комплекту підшипників, перемотування електродвигуна, вартість розбалансованого елемента двигуна й кількість ремонтів за рік відповідно;

– витрати на ремонт екструдера: патьоки екструзійної головки, зниження пропускної здатності, наднизьке або надвисоке значення температури, порушення співвісності, зношування опорних підшипників.

Стосовно до розглянутої системи, витрати на ліквідацію аварій наведені в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Річні витрати на ремонт устаткування через аварії

Стаття витрат	Базовий варіант, грн	Новий варіант, грн	Економія
Заміна підшипників	3000	500	83,3 %
Перемотування електродвигуна	7000	-	100 %
Розбалансування	2000	600	85 %
Ремонт екструдера	5000	2000	40 %
<i>Разом:</i>	<i>17000</i>	<i>3100</i>	<i>81,8 %</i>

З табл. 1.2 видно, що витрати на ліквідацію аварій за базовим варіантом становлять  $B_{ав.б} = 17000$  грн.

Тоді експлуатаційні витрати для базового варіанта складуть:

$$P_{експл.,б} = 570240 + 57024 + 34214,4 + 57024 + 17000 = 735502,4 \text{ (грн).}$$

Розрахуємо експлуатаційні витрати у разі впровадження нової системи (з регульованим ЕП).

Вартість споживаної електроенергії під час використання регульованого ЕП:

$$C_e = P_{річ.} \cdot 2,26 \cdot 0,7 = 259200 \cdot 2,26 \cdot 0,7 = 399168 \text{ (грн)}, \quad (1.5)$$

де  $P_{річ.} = P_{факт.} \cdot 8640 = 259200$  (кВт·год) – споживана насосною установкою за рік електроенергія;  $P_{факт} = 30$  кВт – номінальна потужність електропривода насоса;

8640 – кількість годин роботи в рік; 2,26 грн – вартість 1 кВт·год; 0,7 – коефіцієнт зниження величини споживаної потужності у разі використання системи ПЧ-АД.

Амортизаційні відрахування:

$$A_{річ} = \frac{K_n \cdot H}{100} = \frac{399168 \cdot 10}{100} = 39916,8 \text{ (грн)}.$$

Витрати на експлуатацію й поточний ремонт:

$$B_{пр} = \frac{K_n \cdot H_p}{100} = \frac{399168 \cdot 6}{100} = 23950,08 \text{ (грн)}.$$

Розрахуємо заробітну плату персоналу для обслуговування нового обладнання.

Режим роботи персоналу – двозмінний.

Заробітна плата інженерно-технічних працівників розраховується за системою посадових окладів. Для роботи із ПЧ і обслуговування обчислювальної техніки необхідний такий склад персоналу:

- монтажник;
- оператори 5 розряду.

Річний фонд оплати праці – це сума коштів для оплати праці працівників підприємств. Виконаємо розрахунок річного фонду оплати праці інженерно-технічних працівників.

Оклад операторів 5 розряду становить 3700 грн. Заробітна плата за рік (дванадцять місяців):

$$Z_n = \text{Оклад} \cdot 12 = 3700 \cdot 12 = 44400 \text{ (грн)}. \quad (1.6)$$

Доплата за шкідливість:

$$Z_{н.шк.} = \frac{Z_n \cdot E_{шк}}{100} = \frac{44400 \cdot 15}{100} = 6660 \text{ (грн)}, \quad (1.7)$$

де  $E_{шк} = 15 \%$  – відсоток доплати за шкідливість.

Відрахування на соціальне страхування:

$$Z_{н.сс.} = \frac{Z_n \cdot C}{100} = \frac{44400 \cdot 36,3}{100} = 16117,2 \text{ (грн)}, \quad (1.8)$$

де  $C = 36,3 \%$  – відсоток відрахувань на соціальне страхування.

Оклад монтажника становить 3200 гривень. Заробітна плата за рік:

$$Z_n = \text{Оклад} \cdot 12 = 3200 \cdot 12 = 38400 \text{ (грн)}. \quad (1.9)$$

Доплата за шкідливість:

$$Z_{n.шк.} = \frac{Z_n \cdot E}{100} = \frac{38400 \cdot 15}{100} = 5760 \text{ (грн)}. \quad (1.10)$$

Відрахування на соціальне страхування:

$$Z_{n.сс.} = \frac{Z_n \cdot C}{100} = \frac{38400 \cdot 36,3}{100} = 13939,2 \text{ (грн)}.$$

Загальний фонд оплати праці працівників:

$$\begin{aligned} \Phi_{он} = & 44400 + 6600 + 16117,2 + 44400 + 6600 + 16117,2 + 38400 + \\ & + 5760 + 13939,2 = 192333,6 \text{ (грн)}. \end{aligned}$$

Витрати на ліквідацію аварій становлять  $B_{ав} = 3100$  грн (табл. 1.2).

Тоді:

$$P_{експл.} = 399168 + 39916,8 + 23950,05 + 192333,6 + 3100 = 658468,45 \text{ (грн)}.$$

#### 1.4 Розрахунок строку окупності й економічного ефекту

Відповідно до зроблених розрахунків капітальні витрати на розробку й впровадження перетворювача частоти для електроприводу екструдера склали 72702,504 грн.

Експлуатаційні витрати під час роботи із ПЧ складуть 658468,45 грн.

Експлуатаційні роботи у разі діючого електроприводу складуть 735502,4 грн.

Тоді строк окупності ПЧ складе:

$$T_{ок} = \frac{K}{P_{експ,б} - P_{експл}} = \frac{72702,504}{735502,4 - 658468,45} = 0,94 \text{ (року)}. \quad (1.11)$$

Річний економічний ефект, обумовлений застосуванням на екструзійній лінії нової системи автоматичного керування екструдера на базі частотно-регульованого електроприводу, визначається економією засобів за рахунок

зниження витрат на споживану електроенергію, економією витрат на ліквідацію аварій.

Ефект, обумовлений застосуванням системи регульованого ЕП екструдера, дорівнює:

$$E = (C_{e.б} + B_{ав.б}) - (C_e + B_{ав}) \quad (1.12)$$

$$E = (570240 + 17000) - (399168 + 3100) = 184972 \text{ (грн).}$$

Узагальнюючи вище викладене, відзначимо вартісні значення таких параметрів:

- капітальні витрати на розробку й упровадження перетворювача частоти для електроприводу насоса склали 72702,504 грн;
- річний економічний ефект – 184972 грн;
- строк окупності системи – 0,94 роки або 11 місяців.

Проведені розрахунки дозволяють оцінити ефективність упровадження регульованого ЕП за схемою ПЧ-АД кормового екструдера в умовах кормоцеху «Агрофірми «Лан»», що дозволить не тільки заощадити електроенергію, але й забезпечити плавність запуску екструдера, виключити появу підвищених динамічних навантажень, що, у свою чергу, дозволить уникнути аварійних ситуацій.

Отримані результати показали, що розробка системи з регульованим електроприводом є доцільним заходом з досить істотним економічним ефектом.

Строк окупності системи керування менше нормативного й задовольняє умові:

$$T_{ок} < T_{ок.н}, 1,1 < 2,85,$$

де  $T_{ок.н} = \frac{1}{E_n} = \frac{1}{0,35} = 2,85$  (року);  $E_n = 0,35$  – нормативний коефіцієнт, що

враховує економічно ефективні строки окупності.

**Висновки:** аналіз техніко-економічних показників роботи кормового екструдера показав, що ефект від впровадження регульованого електроприводу

обумовлений зниженням кількості споживаної електроенергії, економії витрат на ремонт устаткування, становить 72702,504 грн. Строк окупності – 11 місяців.

### **Контрольні питання**

1. Як визначається економічний ефект?
2. Як визначається строк окупності?
3. Що таке амортизаційні витрати?
4. Від яких показників залежить економічний ефект під час розробки системи регульованого електроприводу екструдера?

**Література:** [1, с. 152–161; 2, с.267–278; 9, с. 387–395].

### **Практичне заняття № 2**

**Тема. Техніко-економічна ефективність впровадження автоматичної системи диспетчеризації станції «Кременчук» в умовах компанії «Укрзалізниця»**

**Мета роботи:** набуття навичок та вмінь щодо оцінювання техніко-економічної ефективності впровадження автоматичної системи диспетчеризації.

#### **Короткі теоретичні відомості**

Для оцінювання економічної ефективності інновацій використовують показники суспільної й комерційної ефективності. Суспільна ефективність розраховується з урахуванням ефекту, що досягається не тільки на залізничному транспорті, але й в інших галузях народного господарства. Комерційна ефективність визначається ефектом, що досягається на рівні галузі, дороги або підприємства й використовується для встановлення техніко-економічної доцільності диспетчеризації.

Розрахунок комерційної ефективності базується на аналізі різниці між припливом і відтоком коштів від інвестиційної, операційної й фінансової діяльності. Показниками ефективності інновацій є чистий дисконтований дохід (або інтегральний ефект), індекс прибутковості, внутрішня норма прибутковості, строк повернення (окупності) витрат.

Розрахунки ефективності централізації оперативного керування

виконуються для наступних основних напрямів диспетчеризації, реалізованих на мережі залізниць України:

- заміна існуючих центральних постів комп'ютерними зі збереженням традиційних лінійних пунктів;
- устаткування дільниці комп'ютерною системою кодового керування;
- упровадження на ділянці комп'ютерної системи диспетчерського контролю.

У першому випадку визначається порівняльна економічна ефективність із базовим варіантом – центральний пункт (ЦП) традиційного диспетчерського центру (ДЦ). Під час модернізації ЦП, тобто заміні комп'ютерними, капітальні вкладення повинні бути спрямовані на проектування,  $K_{np}^{yn}$ ; апаратні засоби  $K_a^{yn}$ , програмне забезпечення  $K_{no}^{yn}$ , демонтаж устаткування старих систем  $K_{dm}^{yn}$ ; монтажні роботи комп'ютерних систем  $K_m^{yn}$ , пуско-налагоджувальні роботи  $K_{nn}^{yn}$ , навчання персоналу  $K_o^{yn}$ .

Сумарні капітальні вкладення:

$$K_{yn} = K_{np}^{yn} + K_a^{yn} + K_{no}^{yn} + K_{dm}^{yn} + K_m^{yn} + K_{nn}^{yn} + K_o^{yn}. \quad (2.1)$$

При цьому ефективність складається із:

- залишкової вартості устаткування, що демонтується,  $C_{залиш}$ ;
- зменшення експлуатаційних витрат у результаті скорочення чисельності обслуговуючого персоналу-регулювальників ремонтно-технологічної дільниці завдяки ліквідації реле  $C_{ин}$ ;
- зниження витрат на утримання площ службово-технічних приміщень (періодичне виконання косметичного ремонту, прибирання, плата за обігрів і т. д.)  $C_{пл}$ ;
- зменшення витрат на електроенергію завдяки зниженню енергоспоживання як власне для комп'ютерних систем, так і на освітлення у разі скорочення площ  $C_{ел}$ ;
- одержання додаткового доходу від площ, що звільняються, (здача

в оренду, можливість використання для інших пристроїв або розміщення службового персоналу й т. д.) через невеликі розміри й масу комп'ютерних систем  $C_{en}$ ;

– зниження втрат під час руху завдяки подальшій автоматизації й новим функціям під час застосування комп'ютерних засобів  $C_p$ ;

– зміни амортизаційних відрахувань через зменшення основних фондів  $C_{am}$ .

Під час нового будівництва ДЦ дільниці до капітальних вкладень центрального поста додаються витрати  $K_{nl}$  на будівництво будівлі. Однак завдяки невеликим розмірам нових комп'ютерних систем їх вдається розмістити в існуючих приміщеннях диспетчерів.

Капітальні вкладення на станціях розподіляються на проектування контрольованих пунктів ДЦ,  $K_{npi}^{kn}$ ; устаткування КП на станціях дільниці  $K_{ai}^{kn}$ , програмні засоби КП  $K_{noi}^{kn}$ ; монтажні роботи  $K_{mi}^{kn}$ ; пуско-налагоджувальні роботи  $K_{nn}^{kn}$ , навчання обслуговуючого персоналу  $K_n^{kn}$ .

Загальні капітальні вкладення в пристрої контрольованих пунктів дільниці:

$$K_{kn} = \sum_{i=1}^m (K_{npi}^{kn} + K_{ai}^{kn} + K_{noi}^{kn} + K_{mi}^{kn} + K_{nn}^{kn}) + K_n^{kn}, \quad (2.2)$$

де  $m$  – число станцій дільниці.

Розміри складових капітальних вкладень розраховуються окремо для кожної станції й визначаються числом об'єктів керування, контролю й телевимірювання, що залежить від розмірів станції (числа стрілок) і виду керування (диспетчерське, автономне).

Експлуатаційні витрати під час устаткування дільниці ДЦ визначаються: втратами під час руху  $C_v$ ; витратами на електроенергію  $C_e$ ; витратами на тепло  $C_m$ , матеріали  $C_m$ , амортизаційними відрахуваннями  $C_a$ ; витратами на зарплату працівників дистанції сигналізації й зв'язку  $C_{ш}$ , служби руху  $C_p$ , на утримання приміщень ДСП на станціях  $C_{nl}$ .

З упровадженням комп'ютерних систем ДЦ завдяки реалізації нових функцій досягається скорочення втрат у русі, зумовлених помилками персоналу й нераціональною організацією порядку пропуску поїздів унаслідок обмежень інформаційного забезпечення традиційних систем ДЦ із «жорсткою» логікою. Цей експлуатаційний ефект досягається автоматизацією нових функцій ДЦ (спостереження за просуванням поїздів і трансляція їхніх номерів, прогнозування ходу технологічного процесу в ув'язуванні з виконуваною маневровою роботою на дільниці, а також з урахуванням реальних обмежень (зменшення корисної довжини шляхів, закриття ділянок, на яких діють обмеження швидкості й т. д.) на основі фактично виконаного графіка руху. Окрім того, у сучасних системах ДЦ реалізуються функції підказки й мовного інформування про відмови й передвідаєні стани пристроїв у результаті діагностування, що забезпечує прийняття попереджуваних організаційних заходів щодо виключення затримок у перевізному процесі.

Забезпечення функції контролю ходу технологічного процесу на суміжних полігонах дозволяє оптимізувати підведення поїздів, роботу локомотивів і бригад не на одній дільниці, а на розширеному полігоні регіонального центру керування в цілому. Автоматизація керуючих функцій у нових системах (автодія сигналів, «автопілот») забезпечує своєчасність пропуску поїздів, зменшує час їхніх додаткових зупинок. Скорочення втрат у русі як складова економічного ефекту диспетчеризації найбільш значуща й забезпечує зниження не тільки поточних витрат, але й капітальних вкладень у рухомий склад, оскільки раціональне використання ресурсів забезпечує виконання обсягу перевезень меншим парком вагонів і локомотивів.

Упровадження систем ДЦ приводить до зміни структури витрат на електроенергію. З одного боку, з упровадженням контрольованих пунктів диспетчерського персоналу споживання електроенергії зростає. Однак, з іншого боку, з переходом станцій на кодове керування зменшується споживання електроенергії на станціях, що пов'язане з вимиканням табло електроциферблата (ЕЦ), а також освітлення в апаратній у чергового по станції. З огляду на низьку



споживану потужність сучасними засобами обчислювальної техніки, у підсумку забезпечується економія електроенергії.

У разі переходу на диспетчерське керування скорочуються витрати на обігрів приміщень на постах ЕЦ проміжних станцій. Економічний ефект визначається різницею споживання тепла під час цілодобового знаходження на станції персоналу чергових (необхідно підтримувати температуру не менше +18 °С) після переходу станції на диспетчерське керування відповідно до діючих норм для нормального функціонування постових апаратів СЦБ температура повинна бути не менше +5 °С.

Упровадження на дільниці кодового керування супроводжується зростанням технічної оснащеності й зумовлює збільшення експлуатаційних витрат на матеріали й амортизаційні відрахування. Особливість становлять програмні засоби, вартість яких і включається до основних засобів. Тому  $C_m$  і  $C_a$  визначаються від вартості основних фондів.

У цьому разі також збільшується штат працівників дистанції сигналізації й зв'язку пристроїв ДЦ, що забезпечують ремонт й обслуговування. Додаткова чисельність персоналу визначається з урахуванням використовуваної елементної бази й технічних особливостей упроваджуваної системи. Насамперед, у розрахунках ураховується обслуговуючий персонал центрального поста із забезпеченням змінного чергування.

У той же час скорочується чисельність персоналу служби руху – ДСП (на проміжних станціях і роз'їздах, переданих на диспетчерське керування). Причому некоректним є включення до розрахунку ефективності ДЦ скорочення чисельності стрілочників, оскільки ця складова належить до ЕЦ. Цей ефект варто враховувати під час розрахунків ефективності капітальних вкладень у цілому, з урахуванням будівництва ЕЦ.

Оскільки в основному режимі чергові на станціях відсутні, також скорочуються експлуатаційні витрати на утримання приміщень ДСП (прибирання, косметичний ремонт, видаткові матеріали й т. д.).

Під час впровадження систем диспетчерського контролю складові

капітальних вкладень на центральному пості й станціях такі ж, як і під час упровадженні ДЦ. Додатково під час упровадження диспетчерського контролю до складу капітальних вкладень включаються аналогічні вартості діагностування й моніторингу  $K_{\partial}$  перегінних пристроїв СУПС – сигнальних установок прохідних світлофорів автоблокування й переїзних установок. До кожної зі складових включають відповідно витрати на проектування, апаратні засоби, програмне забезпечення, монтаж і пусконаладжувальні роботи, а також на навчання обслуговуючого персоналу:

$$K_{\partial} = \sum_{i=1}^n \left( K_{np\ i}^{nep} + K_{a\ i}^{nep} + K_{no\ i}^{nep} + K_{m\ i}^{nep} + K_{nn\ i}^{nep} \right) + \\ + \sum_{i=1}^k \left( K_{np\ i}^{cm} + K_{a\ i}^{cm} + K_{no\ i}^{cm} + K_{m\ i}^{cm} + K_{nn\ i}^{cm} \right) + K_{\partial}^D$$

де  $n$  – число переїздів;  $k$  – число сигнальних точок.

Зміну експлуатаційних витрат складуть:

- зменшення втрат під час руху внаслідок скорочення затримок поїздів завдяки можливості своєчасного виявлення й запобігання відмов пристроїв;
- скорочення втрат під час руху через надання диспетчерському персоналу інформації про реальну проїзну ситуацію на дільниці;
- збільшення витрат на зарплату штату працівників дистанції сигналізації та зв'язку  $C_{ш}$ ;
- збільшення витрат на електроенергію  $C_e$  амортизаційні відрахування  $C_a$ , матеріали  $C_m$ .

Ефектом називається безпосередній виробничий, корисний кінцевий результат, отриманий від упровадження того або іншого заходу. Ефект може бути вимірний величинами показників, підвищенням техніки безпеки праці й т. д. Досягнення ефекту вимагає певних витрат праці й засобів на посилення потужності, на приріст виробничих основних й оборотних коштів. Витратами можуть бути річні експлуатаційні витрати, капітальні одноразові вкладення.

Ефективністю називається відношення величини ефекту технічного, експлуатаційного або економічного до величини витрат, що спричиняють

одержання цього ефекту.

Можуть бути два види ефективності:

– техніко-експлуатаційна;

– загальноекономічна (абсолютна або відносна, порівняльна).

Техніко-експлуатаційна ефективність характеризується відношенням технічного або експлуатаційного ефекту у вигляді поліпшення технічного параметра або якісного показника до трудових або вартісних витрат.

Техніко-експлуатаційна ефективність характеризується величиною відношення ефекту (поліпшення одного технічного або експлуатаційного параметра-показника) до збільшення додаткових витрат іншого технічного параметра-показника, що спричинили додатковий корисний технічний ефект.

Економічна ефективність виражається рівнем рентабельності, коефіцієнтом ефективності, величиною фондівдачі й ін.

Відносна (порівняльна) ефективність обчислюється лише за умови виборі двох і більше варіантів розв'язання певного виробничого або господарського завдання.

У цій практичній роботі методом порівняльної ефективності розв'язується виробниче завдання із упровадження економічно вигідного типу пристроїв СЦБ (напівавтоматичного блокування або системи рахунку осей) для проекрованої одноколіїної ділянки залізниці.

Порівняльна економічна ефективність визначається за наведеними витратами  $E_n$  (сума річних приведених будівельних й експлуатаційних витрат). При цьому найкращим за грошовими показниками є варіант, що забезпечує мінімум величини  $E_n$ , тобто:

$$E_n = K_i E_n + C_i, \quad (2.3)$$

де  $K_i$  – капітальні вкладення за кожним порівнюваним варіантом з урахуванням змін оборотних коштів народного господарства;  $E_n$  – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень, прийнятий 0,1;  $C_i$  – експлуатаційні витрати за кожним варіантом.

## Завдання до теми

Обґрунтувати техніко-економічну ефективність упровадження автоматичної системи диспетчеризації станції «Кременчук» в умовах компанії «Укрзалізниця», якщо розрахунок штату по службі руху виконується з урахуванням наявності двох станцій IV класу. За нормами обслуговування на станціях приймається основний та експлуатаційний штат працівників, що обслуговує напівавтоматичну систему й систему диспетчеризації за умови електричної централізації стрілок на проміжних станціях.

Вихідні дані для розрахунків відповідно до варіанта наведено у додатку В.

На підставі збільшених норм капітальні витрати на один кілометр шляху в пристрої СЦБ становлять:

- для напівавтоматичного блокування – 126000 грн;
- для системи рахунку осі – 86000 грн.

Для проектного одноколісного перегону завдовжки 20 км капітальні вкладення складуть:

- за умови напівавтоматичної системи  $K_{ПАБ} = 252000$  грн;
- за умови системи диспетчеризації  $K_{СД} = 172000$  грн.

### Приклад виконання завдання

Важливим вартісним показником ефективності є капітальні вкладення для створення й придбання основних фондів (рухомого складу, будинків, споруджень, силових установок і т. д.). До капітальних вкладень для порівняння включаються всі грошові витрати на будівництво нових, розширення, реконструкцію, модернізацію діючих основних фондів. Розрахунки капітальних вкладень виконуються за нормативами, цінниками і прейскурантами, а в будівництві розподіляються за главами кошторисів і кошторисно-фінансовими розрахунками. Основними частинами капітальних вкладень є витрати виробничого призначення на будівельні роботи, придбання устаткування, рухомого складу, механізмів і машин, включаючи й монтаж, а також вартість проектних й дослідних робіт.

Деякі планові заходи під час розрахунку їхньої ефективності вимагають урахування не лише прямих капітальних витрат, але й витрат сполучених, тобто

витрат в інші галузі народного господарства, викликаних упровадженням цього варіанта.

Аналізуються в розрахунках і витрати в супровідні роботи, тобто в роботи, без яких упроваджуваний захід не досягає ефекту. Ці роботи у своїй більшості мають самостійне техніко-економічне значення, і ефективність їх, зазвичай, визначається окремо. Ефект від супровідних робіт підсумовується з ефектом заходу, що викликав ці роботи, у випадку, коли вони здійснюються за кошторисами основного заходу.

Загальною сумою капітальних витрат звичайно користуються у разі порівнянні варіантів з однаковим обсягом перевезень або продукції. Сумарна економія загальних капітальних вкладень за варіантами складається з економії прямих витрат, пов'язаних тільки з вибором цього варіанта, і за необхідності повних витрат, тобто витрат з урахуванням супутніх і сполучених.

Важливим вартісним показником ефективності є поточні (експлуатаційні) витрати. Вони зазвичай розраховуються на вихідний або кінцевий розрахунковий рік або на той та інший, а іноді сумарні за весь розрахунковий строк. У цьому проекті до них належать експлуатаційні витрати, які залежать від цих пристроїв СЦБ. Тип пристроїв СЦБ визначає витрати на ремонт й амортизацію, утримання штату, зайнятого керуванням стрілками й сигналами (сигналістів, чергових по станції).

Отже, експлуатаційні витрати  $C$  за кожним з варіантів:

$$C_i = C_{pш} + C_{сз} + C_{соц} + C_{ме} + C_{ам}, \quad (2.4)$$

де  $C_{pш}$  – фонд заробітної плати робітникам господарств руху й шляхів;  $C_{сз}$  – фонд заробітної плати працівникам господарства сигналізації й зв'язку;  $C_{соц}$  – відрахування на соціальне страхування працівникам господарств: руху, шляхів, сигналізації й зв'язку;  $C_{ме}$  – витрати на матеріали, запасні частини, електроенергію та інші витрати;  $C_{ам}$  – амортизаційні відрахування від вартості пристроїв автоматики й зв'язку.

## 2.1 Розрахунок фондів заробітної плати

Основні завдання планування праці й заробітної плати полягають у забезпеченні росту продуктивності праці; забезпеченні раціонального співвідношення в чисельності персоналу, зайнятого безпосередньо на виробництві, обслуговуванні й у керуванні; стимулюванні роботи кожного працівника й колективу в цілому; забезпеченні потреби підприємства в кадрах необхідної кваліфікації.

Пристрої автоматики, що вводяться знову, вносять значні зміни до витрат на утримання експлуатаційного штату. Так, у разі збільшення зроблених пристроїв СЦБ штат працівників локомотивного господарства й господарства руху зменшується, але при цьому трохи збільшується штат технічних працівників господарства сигналізації й зв'язку.

Розрахунок річного фонду заробітної плати працівникам господарств руху й шляхів  $C_{ру}$ , а також працівникам господарства сигналізації й зв'язку  $C_{сз}$  може бути проведений за формулою:

$$C_{ру} \text{ або } C_{сз} = 12 \sum (C_i \cdot Z_i \cdot (1 + K_{1i}) \cdot ((1 + K_{2i}))), \quad (2.5)$$

де  $C_i$  – чисельність працівників кожної посади;  $Z_i$  – місячний тарифний оклад працівника кожної посади;  $K_{1i}$  – частка премій і доплат за роботу в нічний час, святкові дні;  $K_{2i}$  – частка додаткової заробітної плати (в основному оплата відпустки) від усієї нарахованої заробітної плати.

Значення  $K_{1i}$  приймаються:

- для працівників станцій і монтерів шляхів – 0,35;
- для працівників дистанцій СЦБ і зв'язку – 0,42.

Значення  $K_{2i}$  приймаються:

- для працівників станцій і монтерів шляхів – 0,06;
- для працівників дистанцій СЦБ і зв'язку – 0,07.

Розрахунок штату по службі руху виконується з урахуванням наявності двох станцій IV класу. За нормами обслуговування на станціях приймається:

- один начальник станції – місячний оклад 5100 грн (за варіантом);
- чотири чергові по станції – місячний оклад кожного 3200 грн (за

варіантом);

– один монтер шляху з очищення стрілок – місячний оклад 4400 грн (за варіантом).

$$C_{сз} = 12[1 \cdot 5000 \cdot (1 + 0,35) \cdot (1 + 0,06) + 4 \cdot 3200 \cdot (1 + 0,35) \cdot (1 + 0,06) + 1 \cdot 4400 \cdot (1 + 0,35) \cdot (1 + 0,06)] = 31768,20 \text{ грн.}$$

У будь-якій електронній або електричній системі процес відшукування її несправностей і виявлення причин відмов є найбільш складним і трудомістким. При цьому найчастіше визначним чинником є досвід і кваліфікація обслуговуючого персоналу. Повною мірою це стосується й електронної апаратури системи диспетчеризації, що обслуговує експлуатаційний штат працівників, який обслуговує ділянки, обладнані пристроями напівавтоматичного блокування.

Тому, експлуатаційний штат працівників, що обслуговує напівавтоматичну систему й систему диспетчеризації за умови електричної централізації стрілок на проміжних станціях, складе:

а) один електромеханік – місячний оклад 3200 грн (за варіантом);

б) один електромонтер 6-го розряду – місячний оклад 4400 грн (за варіантом).

$$C_{рш} = [12(1 \cdot 3200 \cdot (1 + 0,42) \cdot (1 + 0,07) + 1 \cdot 4400 \cdot (1 + 0,42) \cdot (1 + 0,07))] = 11547,44 \text{ грн.}$$

## 2.2 Розрахунок відрахувань на соціальне страхування

Єдиний соціальний внесок з підприємства складає 36,3 % від річного фонду заробітної плати (основної та додаткової) за формулою:

$$C_{соц} = 0,363C_{сз} \text{ або } C_{соц} = 0,363C_{рш}. \quad (2.6)$$

Відрахування на соціальне страхування для працівників господарства руху, шляхів, сигналізації й зв'язку за умови напівавтоматичної системи:

$$C_{соц} = 0,363 \cdot 31768,20 + 0,363 \cdot 11547,44 = 15723,58 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальне страхування для працівників господарства руху, шляхів, сигналізації й зв'язку у разі впровадження системи диспетчеризації складуть (скоротиться штат чергових до однієї особи й у штаті присутній або електромонтер або електромеханік):

$$C'_{соц} = 0,363 \cdot 18030,6 + 0,363 \cdot 6685,36 = 8971,90 \text{ грн.}$$

### 2.3 Розрахунок амортизаційних відрахувань

Основні засоби промислового залізничного транспорту в процесі їхнього використання поступово зношуються. Фізичне зношування настає як у результаті експлуатації основних засобів, так й у період знаходження їх у запасі й на консервації.

Фізичне зношування діючих основних фондів (засобів) залежить від ряду чинників:

- якості технічних засобів;
- ступеня їхнього завантаження;
- особливості технологічних процесів;
- ступеня захисту від зовнішніх умов й агресивних середовищ;
- рівня кваліфікації робітників й їхнього відношення до технічних засобів.

Бездіяльні фонди зношуються під дією атмосферних явищ і внутрішніх процесів, що відбуваються в матеріалах, з яких вони виготовлені.

Основні засоби, піддаючись у процесі експлуатації фізичному зношуванню, гублять щорічно частину своєї вартості, рівній тій її величині, що перенесена на вартість продукції, яка виготовлена протягом року.

Технічні засоби підприємства піддаються не тільки фізичному, але й моральному зношуванню. Моральне зношування настає внаслідок появи більш продуктивної й економічної техніки.

У період експлуатації основних засобів настає момент, коли їх необхідно ремонтувати, модернізувати або замінити новими. Для ремонту старої або придбання нової техніки необхідні кошти. Вони накопичуються в процесі експлуатації основних фондів, тому що частина їх вартості переноситься на вироблену продукцію. Частина вартості, основних фондів яка накопичується, включається до експлуатаційних витрат на виробництво цієї продукції у вигляді амортизації.

Величина вартості, що включається за допомогою амортизації до річних експлуатаційних витрат підприємства промислового залізничного транспорту,



являє собою амортизаційні відрахування.

Витрати на амортизаційні відрахування розраховуються як добуток вартості пристроїв, які вводяться, СЦБ на встановлену норму амортизації:

$$C_{ам} = K_i a. \quad (2.7)$$

Норми амортизації встановлюються за кожним видом основних фондів. Величини цих норм затверджуються в таких розмірах, щоб отримані за ними відрахування від первинної вартості основних фондів відповідали їх фізичному й моральному зношуванню. Зайві відрахування завищують собівартість перевезень, а недостатні ведуть до погіршення стану основних фондів, до роботи на підвищене зношування й порушення їхнього відтворення.

Норма амортизаційних відрахувань від вартості пристроїв для напівавтоматичного блокування дорівнює 5 %, для системи розрахунку осі дорівнює 5,3 %.

У разі напівавтоматичного блокування амортизаційні відрахування складуть:

$$C_{ам} = 2520000 \cdot 0,05 = 1260000 \text{ (грн).}$$

Для системи розрахунку осей амортизаційні відрахування складуть:

$$C_{ам} = 1720000 \cdot 0,053 = 91169 \text{ (грн).}$$

2.4 Розрахунок витрат на матеріали, запасні частини, електроенергію та інші витрати

Витрати на матеріали й запасні частини визначаються в розмірі 1,5 % від вартості пристроїв, які вводяться, а витрати на електроенергію беруть у розмірі 0,2 %.

Інші витрати (по відновленню технічної документації, відрядні, оплату різних послуг й ін.) беруть у розмірі 3 % від витрат на заробітну плату працівникам господарства сигналізації й зв'язку.

Звідси:

$$C_m = 0,015K_i + 0,002K_i + 0,03C_{рш}. \quad (2.8)$$

Для напівавтоматичної системи витрати на матеріали, запасні частини,

електроенергію та інші витрати складуть:

$$C_m = 0,015 \cdot 2520000 + 0,002 \cdot 2520000 + 0,03 \cdot 91164 = 90934,92 \text{ (грн)}.$$

Для диспетчеризації витрати на матеріали будуть:

$$C_m = 0,015 \cdot 1720000 + 0,002 \cdot 1720000 + 0,03 \cdot 91164 = 62934,9 \text{ (грн)}.$$

## 2.5 Річні експлуатаційні витрати

Витрати на експлуатаційні витрати за умови напівавтоматичної системи складуть:

$$C_D = 91169 + 480816 + 115920 + 90934,92 + 207628,7 = 986468,62 \text{ (грн)}.$$

Витрати на експлуатаційні витрати для системи автоматичної диспетчеризації:

$$C_D = 1260000 + 412410 + 1169 + 62934,92 + 166487,7 = 1903001 \text{ (грн)}.$$

Отже, сумарна економія загальних капітальних вкладень за варіантами складається з економії витрат, пов'язаних тільки з вибором цього варіанта, і за необхідності витрат з урахуванням супутних і сполучених.

### Контрольні питання

1. Наведіть основні напрями диспетчеризації, які реалізуються в мережі залізниць України.
2. Виділіть основні відмінності економічної ефективності інновацій.
3. Поясніть метод розрахунку капітальних вкладень.
4. Зазначте основні етапи розрахунку експлуатаційних витрат у разі устаткування дільниці ДЦ.

**Література:** [20, с. 210 – 223].

### Практичне заняття № 3

**Тема. Оцінювання техніко-економічної ефективності системи діагностики асинхронного двигуна**

**Мета роботи:** набуття навичок та вмінь щодо розрахунку техніко-економічної ефективності системи діагностики асинхронного двигуна.

### Короткі теоретичні відомості

Економічна ефективність окремих видів нової техніки визначається на основі загальних єдиних принципів, основний з них – принцип порівняння ефекту і витрат.

Розрізняють загальну (абсолютну) і порівняльну економічну ефективність проектного приладу. Порівняльна економічна ефективність розраховується для вибору варіанта розв'язання технічних завдань; вона показує, наскільки один варіант приладу економічніше іншого.

Абсолютна економічна ефективність обчислюється для визначення фактичної ефективності капітальних вкладень у проєктований прилад у народному господарстві.

Критерієм порівняльної економічної ефективності є мінімум наведених витрат. Наведені витрати за кожним варіантом являють собою суму поточних витрат (собівартості) і капітальних вкладень, наведених до однакової розмірності відповідно до нормативу ефективності. Найбільш економічний варіант нової техніки є той, якому відповідають якнайменші наведені витрати за однакового об'єму корисної роботи, що виконується.

Надійність електричних двигунів промислових електроприводів у всіх галузях промисловості, украй низька. В окремих випадках, щорічно виходить з ладу і ремонтується до 30 % парку електричних машин, які використовуються на виробництві. У переважній більшості, після ремонту, вони повертаються на підприємство й експлуатуються до наступного виходу з ладу. Кількість ремонтів може складати 3–4 при часі наробітку на відмову протягом 0,5–1,5 року. Низька надійність електричних машин обумовлена не тільки недостатньою якістю електричної енергії, але і неякісним ремонтом і старінням конструкційних матеріалів. Це виражається у збільшенні витрат у сталі та міді, у зниженні ефективного потоку, що веде до зниження навантажувальної здатності, зниженні ресурсу працездатності. Діагностика параметрів, визначення реальної працездатності електричних машин – завдання безпосереднього забезпечення збереження електричного устаткування.

Актуальність наукових розробок у напрямі діагностики двигунів постійного і змінного струму визначається тим положенням, у якому знаходиться парк електричних машин більшості промислових підприємств України. Статистика показує, що електричні машини мають низьку надійність, що визначає рівень витрат на періодичне відновлення їх працездатності. Слід сказати, що ця ситуація обумовлена не лише неякісним ремонтом, але і старінням конструкційних матеріалів. В умовах практичної відсутності даних про реальний стан двигунів, вони експлуатуються в неномінальних режимах, тобто з перевантаженнями, що веде до істотного скорочення їх ресурсу працездатності. Діагностика параметрів, визначення реальної працездатності електричних машин – завдання безпосереднього забезпечення збереження електричного устаткування.

Вимоги до надійності й економічної ефективності виробництва та експлуатації електричних машин і електроенергетичних систем в цілому безперервно зростають. Дослідження електромеханічних процесів важливе для нормальних і аварійних режимів. Одним із найбільш прогресивних шляхів для дослідження впливу несправностей асинхронних двигунів слід визнати використання адекватних математичних моделей, що відображають реальні фізичні процеси. Аналіз втрат в асинхронному двигуні за наявності пошкоджень обмоток ротора (а саме, обривів стрижнів ротора) дозволяє зробити висновок про технічний стан двигуна та визначити термін служби обладнання.

Для оцінювання економічних збитків унаслідок аварійного виходу асинхронного двигуна з причини появи дефектів обмотки ротора пропонується визначити економічний ефект, який отримують під час ремонту пошкодженого асинхронного двигуна.

За такої оцінки слід виходити з величини гріючих втрат, а також електроенергії, що витрачається у разі цього для працюючого електродвигуна з пошкодженим ротором.

### **Завдання до теми**

Проаналізувати вартість нового двигуна і порівнявняти з вартістю витрат на ремонт, а також на втрати електроенергії під час використання пошкодженого

двигуна. Визначити економічний ефект і зробити порівняльне оцінювання ефективності методу та провести попередній техніко-економічний розрахунок.

Дані витрат для розрахунку наведено в додатку Г, які взяті на основі статистичних даних по ремонтним цехам виробництва.

### Приклад виконання заняття

У процесі експлуатації асинхронні двигуни часто працюють у важких умовах зовнішнього середовища. Негативні явища, які виникають унаслідок цього, знижують термін служби обладнання. Найбільш частими чинниками, що впливають на термін служби електричних машин, є температура обмотки, вплив електричного поля, механічні зусилля, вплив зовнішнього агресивного середовища. Унаслідок наявності вищенаведених чинників виникає теплове старіння ізоляції обмоток.

Для визначення терміну служби ізоляції асинхронного двигуна використовується «правило восьми градусів», згідно з яким перевищення температури  $\Delta\Theta \frac{n!}{r!(n-r)!}$  на кожні вісім градусів вище гранично допустимої скорочує термін служби ізоляції вдвічі. Аналітично дане правило записується так

$$\tau = T_0 \cdot e^{-K \cdot \Theta}, \quad (3.1)$$

де  $\tau$  – термін служби ізоляції при температурі  $\Theta$ ;  $\Theta$  – температура нагріву ізоляції;  $T_0$  – умовний термін служби ізоляції при  $\Theta = 0$  ( $T_0 = 6,225 \cdot 10^4$  років за  $\tau = 7$  років і  $\Theta = 105^\circ \text{C}$ );  $K$  – коефіцієнт терміну служби ізоляції.

Дані наведено для асинхронних двигунів класу ізоляції А. Тому, урахувавши, що у разі зниження класу ізоляції її старіння відбувається швидше для цієї температури, величина  $\Delta\Theta$  складає для класу ізоляції В  $10^\circ \text{C}$ .

На основі аналізу результатів моделювання втрат в асинхронному двигуні за наявності пошкоджень обмоток ротора можна зробити висновок про вплив додаткових втрат у двигуні за наявності обривів стрижнів ротора.

Як відомо, наявність теплових втрат у двигуні збільшує температуру обмоток асинхронного двигуна пропорційно величині цих втрат, тобто:

$$\Delta P_{\Sigma n} \approx \Theta_n, \quad (3.2)$$

де  $\Delta P_{\Sigma n}$  – номінальні теплові втрати в асинхронному двигуні;  $\Theta_n$  – номінальне значення температури обмоток.

З урахуванням вищесказаного доцільним є розрахунок відносного значення теплових втрат за наявності обривів стрижнів ротора. Середнє значення додаткових втрат за наявності пошкоджень обмоток ротора складає 79 Вт.

Отже, при наявності обривів стрижнів ротора значення теплових втрат зростає на 8,6 %, що зумовлює підвищення температури обмоток також на 8,6 %. Отже, з урахуванням підвищення температури обмоток отримуємо термін служби ізоляції для двигуна, що має пошкодження:

$$\tau = 6.225 \cdot 10^4 \cdot e^{-0.0728 \cdot 115 - 1.086} \approx 7 \text{ років}. \quad (3.3)$$

З прайс-листів вартості двигунів знаходимо, що новий асинхронний двигун потужністю 75 кВт можна придбати за 1224 у.о. У розрахунку на національну валюту отримуємо 32787 грн. У разі виявленні пошкодження двигун підлягає ремонту. У цьому випадку капітальний ремонт двигунів складає 11900 грн/кВт, середній ремонт складає 6300 грн/кВт. Отже, витрати на капітальний ремонт для двигуна потужністю 75 кВт складають 13000 грн, витрати на середній ремонт – 7300 грн.

З урахуванням того, що в двигуні є пошкодження, а саме – наявність обривів стрижнів ротора, мають місце гріючі втрати, які спричиняють додаткові витрати електроенергії.

Сумарний економічний ефект складається:

$$E_{\Sigma} = C_{E1} + C_{E2}, \quad (3.4)$$

де  $C_{E1}$  – економія за рахунок підвищення терміну служби двигуна, яка складає:

$$C_{E1} = 380 - 100 = 280 \text{ (грн)}, \quad (3.5)$$

$C_{E2}$  – економія коштів за рахунок виключення простоїв за відсутності будь-яких пошкоджень.

Даний параметр визначаємо, виходячи з розрахунку електроенергії, яка витрачається додатково на гріючі втрати за наявності обривів стрижнів ротора. За

отриманими даними в ході математичного моделювання з'ясовуємо, що за наявності пошкодження обмотки ротора в двигуні за кожну годину його роботи втрачається 79 Вт потужності.

Ураховується той факт, що двигун бере участь у технологічному процесі 250 днів на рік по 8 годин на добу. Капітальний ремонт двигуна у зв'язку з пошкодженнями обмоток ротора проводиться в середньому 3 рази на рік. З урахуванням вартості електроенергії (тариф для виробництва складає 1,75 грн за кВт/год), вартості старого двигуна (20 % від вартості нового), а також вартості капітального ремонту двигуна (13000 грн) можна обчислити річні витрати на додаткову електроенергію за наявності пошкоджень або ж економію засобів за рахунок виключення простоїв:

$$\begin{aligned} Z_{\Sigma} &= 0.079 \cdot 8 \cdot 250 \cdot 1,75 + 3 \cdot 13000 + 0,2 \cdot 32778 = \\ &= 276,5 + 39000 + 6555,6 = 45832,1 \text{ (грн)}. \end{aligned} \quad (3.6)$$

Отже, сумарний економічний ефект складає 46312,1 грн.

Річний економічний ефект складе:

$$E_P = E_{\Sigma} - E_H C_C, \quad (3.7)$$

де  $E_H = 0,2$  – нормативний коефіцієнт капітальних вкладень;  $C_C$  – витрати на впровадження комплексу.

Річний ефект від упровадження нового устаткування складає:

$$E_P = 46312,1 - 0,2 \cdot 32778 = 39756,5 \text{ (грн)}.$$

З урахуванням розрахованого ефекту можна отримати термін окупності нового устаткування:

$$T_{OK} = \frac{E_P}{C_C} = \frac{39756,5}{32778} = 1,2 \text{ р.} \quad (3.8)$$

Отже, можна стверджувати, що наявність пошкоджень електричних машин призводить до збільшення втрат потужності, і, як наслідок, необхідності використання додаткових енергоресурсів. З урахуванням ступеня пошкодження проведення капітальних ремонтів обладнання можна або скоротити, або проводити повну заміну несправних двигунів на нове устаткування. Очевидно, що у разі меншого ступеня пошкоджуваності втрати потужності асинхронного

двигуна менші, а тому за умови своєчасного реагування на наявність дефекту можна скоротити затрати коштів на заміну несправного обладнання новим.

Отже, можна зробити такі висновки:

1. Розраховано термін служби ізоляції асинхронного двигуна з урахуванням наявності обривів стрижнів ротора. За результатами розрахунку термін служби ізоляції асинхронного двигуна складає приблизно 5,7 років.

2. Досліджено вплив обривів стрижнів ротора на значення гріючих втрат і, як наслідок, збільшення витрат енергоресурсів. Проведено розрахунок економічного ефекту та терміну окупності обладнання.

### **Контрольні питання**

1. Назвіть види електричних машин та дайте характеристику використання цих машин.

2. Поясніть та порівняйте види економічної ефективності нової техніки.

3. Які чинники впливають на термін служби електричних машин?

4. Назвіть чинники, які забезпечують збереження електричного устаткування на підприємстві.

5. Назвіть етапи розрахунку економічного ефекту системи діагностики асинхронного двигуна.

**Література:** [20, с. 223–226, 21, с. 230–240].

### **Практичне заняття № 4**

**Тема. Оцінювання собівартості створення апаратного забезпечення для реалізації дискретного та аналогового введення/виведення**

**Мета роботи:** набуття навичок та вмінь щодо техніко-економічних розрахунків упровадження комп'ютеризованих комплексів у навчальний процес

#### **Короткі теоретичні відомості**

Техніко-економічна ефективність нової техніки це – її об'єктивне оцінювання й аналіз з метою встановлення мінімальних вимог, необхідних для розробки і виготовлення функціонуючої техніки, за наявності сумарних витрат суспільної праці й поліпшення основних параметрів цієї техніки.



Проведемо розрахунок затрат на розробку фізичних моделей апаратної частини програмно-логічного контролера методом калькулювання.

Калькулювання – це розрахунок собівартості продукції. Собівартість є базою для визначення ціни виробленої продукції, виконаних робіт і послуг. Правильно складена калькуляція дозволяє реально оцінити можливі витрати на різні види продукції та вибрати саме ту, котра дає максимальний прибуток. Собівартість однієї продукції розраховують методом ділення всіх витрат на кількість випущеної за місяць продукції.

Класифікація витрат на виробництво – роз'єднання та об'єднання різних витрат в окремі групи однорідних за окремою ознакою; виконується з метою планування, урахування та аналізу господарської діяльності для виявлення джерел зниження собівартості.

#### Виробничі та невиробничі витрати

До виробничих належать усі види витрат, пов'язані тією чи іншою мірою з процесом виготовлення продукції. Невиробничі витрати включають витрати з реалізації продукції (витрати на тару та упаковку, доставку продукції на станцію або пристань, завантаження її у вагон, витрати на рекламу, відрахування організаціям, що займаються збутом продукції), а також відповідно до практики планування і врахування – витрат на масову підготовку кадрів, стандартизацію виробу, технічну пропаганду, витрати на НДР у тій частині, у котрій вони не покриваються спеціальними асигнуваннями або за рахунок прибутку підприємства.

Калькуляційні витрати на виробництво за їх економічним змістом передбачають об'єднання витрат у групи: сировина та основні матеріали; основна заробітна плата; додаткова заробітна плата; відрахування на соціальне страхування; амортизація оборотних засобів; виробничо-грошові витрати; загальногосподарські витрати; витрати, внаслідок недбалого виконання робіт; інші виробничі витрати.

Під час укрупнених розрахунків перші чотири види витрат об'єднують у спільну групу матеріальних витрат, а п'ятий і шостий види – у групу заробітна

плата «з нарахуваннями». Таке групування витрат застосовується під час складання кошторису витрат, планування зниження собівартості, визначення її структури, а також використовується під час нормування оборотних засобів.

Капітальні витрати за статтями калькуляції – групування їх залежно від призначення витрат і місця їх виробництва. Вони виходять з того, що одні витрати безпосередньо пов'язані з технологічним процесом, інші – з обслуговуванням виробництва та керуванням. На практиці капітальні витрати за статтями калькуляції на виробництві застосовують під час визначення собівартості одиниці продукції, а також для планування і врахування витрат на конкретних цехах і дільницях.

Ділення витрат на прямі й непрямі здійснюють за способом ділення їх на собівартість окремих видів продукції, напрацьованих на цьому підприємстві. Прямі – це такі витрати, котрі нормуються на одиницю продукції та можуть бути прямо поділені на окремі види (одиниці виробу). До них належать основні матеріали, технологічне паливо, технічна енергія, заробітна плата основних виробничих робітників. Непрямі витрати пов'язані з роботою підприємства.

Непропорційні (умовно-постійні) витрати – це така абсолютна величина, котра безпосередньо не змінюється із зміною обсягу виробництва. Ця класифікація потрібна під час визначення ефективності застосування нової техніки, аналізу господарської діяльності промислового підприємства, а також планування зниження собівартості.

#### **Завдання до теми**

Провести техніко-економічний розрахунок упровадження проектного контролера. Вихідні дані наведені у додатку Д.

Вартість основних і комплектуючих матеріалів береться згідно з прейскурантами за принциповими схемами аналогових та дискретних каналів введення-виведення. Для виконання розрахунку необхідні значення основних матеріалів  $B_{осн}$  і комплектуючих  $B_{ком}$  виробів. Визначення витрат основних матеріалів  $B_{осн}$  зведені у табл. 4.2–4.5, комплектуючих  $B_{ком}$  у табл. 4.6.

### Приклад виконання заняття

Розрахунок витрат на придбання комплектуючих та основних матеріалів, необхідних для виготовлення пристрою, розрахуємо за формулою (4.1):

$$B = B_{осн} + B_{ком}, \quad (4.1)$$

де  $B_{осн}$  – витрати основних матеріалів;  $B_{ком}$  – витрати комплектуючих матеріалів, необхідних для виготовлення пристрою.

Витрати основних матеріалів розраховуються для кожної із чотирьох плат окремо:

$$B_{осн} = B_{осн1} + B_{осн2} + B_{осн3} + B_{осн4}, \quad (4.2)$$

де  $B_{осн1}$  – витрати основних матеріалів плати аналогового введення;  $B_{осн2}$  – витрати основних матеріалів плати аналогового виведення;  $B_{осн3}$  – витрати основних матеріалів плати дискретного введення/виведення;  $B_{осн4}$  – витрати основних матеріалів плати дискретного виведення.

Таблиця 4.2 – Вартість матеріалів плати аналогового введення

Назва	Марка	Кількість	Ціна, грн	Сума
Конденсатори	Керамічні SMD	2	0,17	0,34
Резистори	SMD 0805	4	0,63	2,52
Мікросхема	LM324	1	29,07	29,07
Затискачі	JKC 126V	4	0,74	2,96
Усього:				34,89

Таблиця 4.3 – Вартість матеріалів плати аналогового виведення

Назва	Марка	Кількість	Ціна, грн	Сума
Конденсатори	Керамічні SMD	7	0,15	1,05
Резистори	SMD 0805	2	0,59	1,18
	Перемінний PVZ2A	2	0,72	1,44
Мікросхема	LM358	1	21,3	21,3
	MCP4921	1	50,6	50,6
Затискачі	JKC 126V	3	2,93	8,79
Усього:				84,36

Таблиця 4.4 – Вартість матеріалів плати дискретного введення

Назва	Марка	Кількість	Ціна, грн	Сума
Резистори	SMD 0805	3	0,12	0,36
Транзистор	TLP280	1	5,62	5,62
Діод	P6KE6.8CA	1	1,14	1,14
Затискачі	JKC 126V	3	2,5	7,5
Усього:				14,62

Таблиця 4.5 – Вартість матеріалів плати дискретного виведення

Назва	Марка	Кількість	Ціна, грн	Сума
Конденсатори	Керамічні SMD	2	5,62	11,24
Резистори	SMD 0805	2	0,12	0,24
Транзистор	BC817-40	1	7,15	7,15
Діоди	P6KE6.8CA	1	1,14	1,14
	1N4148	1	1,74	1,74
Реле	FTR-LYAA-005	1	129,4	129,4
Затискачі	JIKE 126V	3	4,15	12,45
Усього:				163,36

Таблиця 4.6 – Вартість комплектуючих матеріалів

Найменування матеріалів	Марка	Оптова ціна на м2, кг, м, грн	Норма витрат на виріб	Сума затрат, грн
Стеклотекстоліт	КАСТ	178	0,032	5,696
Припій	F60010E24	348	0,018	6,264
Хлорне залізо	ХРЖ-1	32	0,05	1,6
Усього:				13,56

Отже, витрати на придбання матеріалів розраховуємо за формулою 4.1:

$$B = 297,23 + 13,56 = 310,79 \text{ (грн)}.$$

Основна заробітна плата на виготовлення схем аналогового та дискретного введення-виведення програмованого контролера розраховується як:

$$B_o = \frac{(B_{осн.} + B_{комп.}) \cdot \Pi_{оз}}{\Pi_{г}}; \quad (4.3)$$

де  $\Pi_{оз}$  – питома вага основної заробітної плати в собівартості виробів;  $\Pi_{г}$  – питома вага витрат на основні та закуплені матеріали.

Коефіцієнти  $\Pi_{оз}$  і  $\Pi_{г}$  для пристроїв автоматизації технологічних процесів відповідно до рівня такі:  $\Pi_{г} = 30 \%$ ,  $\Pi_{оз} = 20 \%$ .

$$Z_o = 310,79 \cdot \frac{0,2}{0,3} = 207,19 \text{ (грн)}.$$

Додаткова заробітна плата, що містить у собі оплату відпусток, скорочення робочого дня і т. д.:

$$Z_{дод} = \frac{Z_o \cdot H_{дод.}}{100}. \quad (4.4)$$

Коефіцієнт  $H_{дод}$  зазвичай складає 20 %.

$$Z_{\text{дод}} = 207,19 \cdot 0,2 = 41,44 \text{ (грн)}.$$

Відрахування у фонди соціального страхування  $B_c$ , грн:

$$B_c = \frac{(Z_o + Z_{\text{дод}}) \cdot H_c}{100}. \quad (4.5)$$

$$H_c = 39,2 \text{ \%}.$$

$$B_c = (207,19 + 41,44) \cdot 0,392 = 97,46 \text{ (грн)}.$$

Виробнича собівартість пристрою складе:

$$C_g = Z_{\text{осн.}} + Z_{\text{ком.}} + Z_o + Z_{\text{дод.}} + B_c, \quad (4.6)$$

$$C_g = 310,79 + 13,56 + 207,19 + 41,44 + 97,46 = 670,44 \text{ (грн)}.$$

Невиробничі витрати складуть:

$$HB_g = \frac{C_g \cdot H_g}{100}, \quad (4.7)$$

Зазвичай  $H_g = 3 - 5\%$ .

$$HB_g = 670,44 \cdot 0,04 = 26,82 \text{ грн}.$$

Для створення програмованого логічного контролера необхідно розробити відповідно апаратне та програмне забезпечення.

Для визначення економічної ефективності необхідно знати повну собівартість пристрою:

$$C_n = C_g + HB_g = 670,44 + 26,82 = 697,26 \text{ (грн)}. \quad (4.8)$$

Із цієї суми затрати на матеріали становлять 310,79 грн. Оскільки ця розробка аналогових та дискретних каналів введення-виведення існувала як основна практична робота студентів університету і необхідна для виконання навчального плану, то собівартістю пристрою можна вважати лише матеріальні затрати.

Одним із аналогів на ринку автоматизації є програмовані логічні контролери фірми Moeller серії EASY800, середня вартість яких становить близько 256 € – 280 €, тобто до 8 760 грн. Але проєктований контролер має у 2 рази більше виходів, що є досить суттєвою перевагою. При тому, ця собівартість розрахована для одиночного екземпляра. У разі виготовлення у

кількості, принаймні, від 10 шт. і більше відчутно знижується вартість компонентів. Також суттєво знижується вартість виготовлення друкованих плат, оскільки найдорожчим є виготовлення трафарету. Проведений аналіз показав, що під час виготовлення аналогових та дискретних каналів введення-виведення ПЛК у кількості від 10 шт., його вартість зменшується приблизно на 40 %, а це становить 186 грн від затрат на матеріали.

Отже, можна сказати, що розробка аналогових та дискретних каналів введення-виведення є економічно вигідною.

### **Контрольні питання**

1. Дати пояснення поняття «техніко-економічна ефективність».
2. Назвати кваліфікації витрат.
3. Що таке калькулювання та собівартість?
4. Для чого створюється комп'ютеризований комплекс або пристрій?
5. Що таке невиробничі витрати?

**Література:** [4, ст. 163 – 178].

### **Практичне заняття № 5**

**Тема. Економічна ефективність пускових систем синхронного двигуна компресорних установок**

**Мета роботи:** набуття навичок та вмінь розрахунку економічної ефективності пускових систем із синхронними двигунами.

#### **Короткі теоретичні відомості**

Часті пуски турбокомпресорів (ТК) негативно позначаються на працездатності турбомашин. Кожен некерований (прямий) запуск турбокомпресора знижує моторесурс ТК на 50 годин при плановому 5600 годин. Отже, у разі щоденних запусків протягом року, моторесурс ТК вичерпується триразово. Саме тому тривалість безперервної роботи турбокомпресорів регламентується й становить не менше 25 діб.

Негативні наслідки пускових режимів будуть мінімальні у випадку, якщо процес пуску здійснюється настільки повільно, що виключаються основні

причини зниження моторесурсу – температурні перепади в робочих колесах ТК. Тривалість пуску при цьому повинна бути в межах 1 – 1,5 хв.

Отже, керований пуск дає можливість періодичних зупинок у міжзмінні перерви, вихідні й святкові дні без небезпеки прискороного зношування двигунів, компресорів. Під час таких зупинок потужність із мережі не споживається, на відміну від розвантаження ТК шляхом відключення його від пневмережі. У цьому, регламентованому правилами експлуатації режимі, потужність на валу ТК досягає до 30 % від номінальної потужності.

### Завдання до теми

Виконати розрахунок економічної ефективності пускових систем синхронного двигуна компресорних установок. Вихідні дані наведені у додатку Е.

### Приклад виконання завдання

Розрахувати економічну ефективність пускових систем синхронного двигуна компресорних установок, якщо  $k_z = 0,3$  – коефіцієнт завантаження двигуна у разі відключення компресора від пневмережі,  $t_{мз} = 1$  – тривалість міжзмінної перерви, год,  $t_p = 364$  – число робочих днів за рік;  $c = 2,26$  – вартість однієї кВт·год електроенергії, грн. Час розгону двигуна з використанням упроваджуваного регулятора напруги –  $t_p = 60$  с.

Потужність, споживана під час неробочого ходу одним двигуном компресора:

$$\Delta P_{xx} + \Delta P_d = P_n k_z \frac{1}{\eta_{дв}} + \Delta P_e = 1600 \cdot \frac{0,3}{0,92} + 192 = 713,74 \text{ (кВт)}. \quad (5.1)$$

Електроенергія, споживана компресорами за добу:

$$\begin{aligned} P_{\Sigma} &= P_n \cdot n \cdot (24 - s \cdot t) + n \cdot s \cdot t \cdot (\Delta P_{xx} + \Delta P_e) = \\ &= 1600 \cdot 7 \cdot (24 - 3) + 7 \cdot 3 \cdot 1 \cdot (521,7 + 192) = 250187,7 \text{ (кВт·год)}. \end{aligned} \quad (5.2)$$

Вартість споживаної електроенергії за рік до впровадження тиристорного регулятора напруги визначається:

$$C_1 = P_{\Sigma} \cdot t_p \cdot c = 250187,7 \cdot 364 \cdot 2,26 = 205814409 \text{ (грн.)}. \quad (5.3)$$

Під час змінної перерви може працювати 1–2 компресори, інші можуть бути

зупиненими.

Загальний час розгону одного агрегата складе:

$$t_{\Sigma 1} = t_p + t_{\text{вв}} = 1 + 11 = 12 \text{ (хв.)}. \quad (5.4)$$

Якщо в роботі перебуває два компресори, то наступний (третій) вводиться в роботу о 6.12, четвертий – о 6.24, п'ятий – о 6.36, шостий – о 6.48, сьомий – о 7.00. Порядок уведення компресорів зображений на графіку (рис. 5.1):

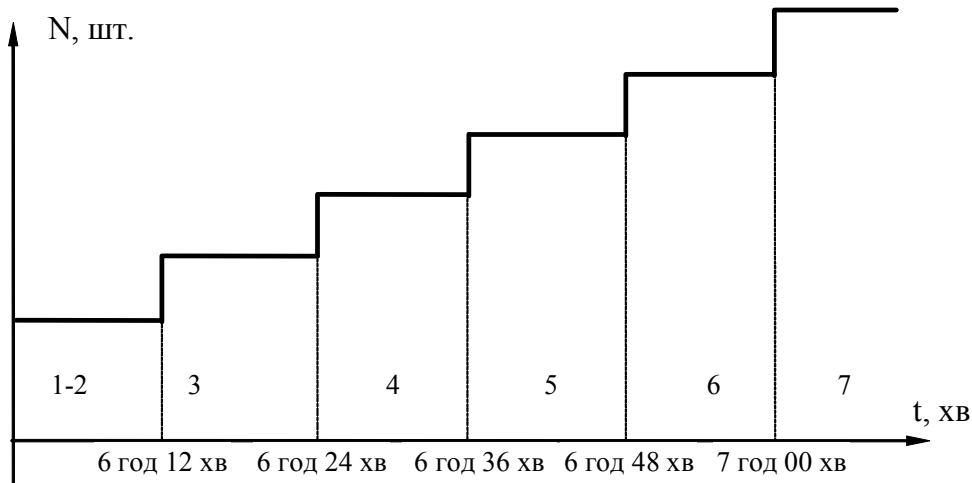


Рисунок 5.1 – Порядок уведення компресорів у роботу

Час простою всіх двигунів за одну перезміну:

$$t_- = (t_{\Sigma 1} + 2 \cdot t_{\Sigma 1} + 3 \cdot t_{\Sigma 1} + 4 \cdot t_{\Sigma 1} + 5 \cdot t_{\Sigma 1}) = 2 \text{ (год.)}. \quad (5.5)$$

Час простою всіх двигунів за добу (у разі тризмінного режиму роботи):

$$t_{\Sigma -} = 3 \cdot t_- = 3 \cdot 2 = 6 \text{ (год.)}. \quad (5.6)$$

Електроенергія, споживана всіма компресорами за добу,  $\text{кВт} \cdot \text{год}$ :

$$\begin{aligned} W_{\Sigma} &= P_n n (24 - t_{\Sigma -}) + s \sum_1^7 (t - t_{xx}) \cdot (\Delta P_{xx} + P_g) = \\ &= 1600 \cdot 7 \cdot (24 - 6) + (2 \cdot 713,7 \cdot 1) + (713,7 \cdot (1 - 0,2)) + \\ &+ (713,7 \cdot (1 - 0,4)) + (713,7 \cdot (1 - 0,6)) + (713,7 \cdot (1 - 0,8)) + \\ &+ (713,7 \cdot (1 - 1)) = 2445454 \text{ (кВт} \cdot \text{год)}, \end{aligned} \quad (5.7)$$

де  $t_{xx}$  – час роботи компресора на холостому ходу протягом перерви.

Вартість електроенергії за рік у разі впровадження тиристорного регулятора напруги (ТРН):



$$C'_1 = W_{\Sigma} \cdot 364 \cdot 2.26 = 168192757 \text{ (грн)}. \quad (5.8)$$

Вартість комплектуючого устаткування й монтажних робіт для підключення СД визначається в такий спосіб.

Вартість високовольтних вимикачів розраховуємо як:

$$C_k = n_{вим} \cdot c_{вим} = 8 \cdot 27240 = 217920 \text{ (грн.)}, \quad (5.9)$$

де  $n_{вим} = 8$  – необхідна кількість високовольтних вимикачів;  $c_{вим} = 27240$  грн – вартість одного вимикача.

Вартість ТРН:  $C_{трн} = 66240$  грн.

Вартість релейної шафи керування:  $C_p = 14490$  грн.

Вартість кабельної продукції:  $C_{каб} = 22045$  грн.

Вартість монтажних робіт:  $C_{монт} = 7348$  грн.

Вартість комплектувального устаткування й монтажних робіт для підключення СД турбокомпресорів:

$$\begin{aligned} C_{компл} &= C_{трн} + C_k + C_p + C_{каб} + C_{монт} = \\ &= 217920 + 14490 + 22045 + 7348 = 328043 \text{ (грн)}. \end{aligned} \quad (5.10)$$

Економія за рік з урахуванням амортизаційних відрахувань (термін служби устаткування 8,5 років):

$$\begin{aligned} E &= C_1 - C'_1 - C_{компл} / 8,5 = \\ &= 13660248 - 11163236 - (66240 + 261803) / 8,5 = 2458419 \text{ (грн)}. \end{aligned} \quad (5.11)$$

Статистичні дані вказують, що 250–300 регламентованих запусків СД призводять до необхідності середнього, а частіше капітального ремонту СД із зазначених причин.

Запуск синхронних двигунів від тиристорних регуляторів дозволяє здійснити повністю керований процес, що істотно знижує нагрів обмоток у процесі розгону. Виконані дослідження процесу пуску СД шляхом моделювання на ЕОМ синхронної машини типу СТД і СТМ показують, що перегрів обмоток під час керування тиристорами не перевищує 110–130 °С, тобто практично вдвічі знижуються екстремальні температури. За таких умов термін служби ізоляції

збільшується в 3–4 рази. Це значить, що можна реально збільшити міжремонтний період СД, знизити в 3–4 рази аварійність електричних машин.

Ефективність за рахунок зниження витрат на ремонт компресора може бути отримана в такий спосіб: вартість одного капітального ремонту компресора – 500000 грн; імовірність виходу з ладу турбокомпресора за рік – 0,3. Вартість ремонту СД – 32000 грн. Імовірність виходу з ладу СД за рік – 0,6. Оплата праці на ремонт компресорного агрегату – 250000 грн.

Тоді витрати на проведення ремонтних робіт складуть:

$$B_p = 500000 \cdot (1 - 0,3) + 250000 + 32000 \cdot (1 - 0,6) = 612800 \text{ (грн)}.$$

Установка тиристорного регулятора дозволяє збільшити міжремонтний період у 3 – 4 рази і зменшити витрати на проведення ремонтних робіт:

$$B'_p = 0,25B_p = 153200 \text{ (грн)}.$$

Ефективність за рахунок зниження витрат на ремонт ТК:

$$E_p = B_p - B'_p = 459600 \text{ (грн)}.$$

Річна економічна ефективність за рахунок економії електроенергії, ремонтних витрат і матеріалів:

$$E_\Sigma = E - B_p = 2458419 - 612800 = 2245619 \text{ грн}.$$

### **Контрольні питання**

1. Визначити основні характеристики компресорної установки.
2. Визначити негативні наслідки пускових режимів компресора.
3. Пояснити метод розрахунку зниження витрат на ремонт компресора.
4. Пояснити за рахунок чого відбувається зниження витрат на ремонт компресора.
5. Пояснити методику розрахунку економічної ефективності пускових систем компресорних установок.

**Література:** [21, с. 236 – 240].

## Практичне заняття № 6

**Тема.Методика розрахунку економії електроенергії в діючих освітлювальних установках приміщень під час проведення енергетичного аудиту**

**Мета роботи:** набуття навичок та умінь розрахунку економії електроенергії в освітлювальних установках приміщень.

### Короткі теоретичні відомості

Останнім часом, у зв'язку зі зростанням цін на енергоносії, актуальною стає їх економія. Першим етапом процесу економії енергії є проведення комплексного енергетичного обстеження об'єкта (енергоаудит) і розробка на його основі економічно доцільних заходів щодо економії енергії. Ці заходи розробляються для кожного окремого типу споживача енергії: опалення, технологія, освітлення, вентиляція тощо. Спочатку проводиться аналіз стану систем енергоспоживання, а потім – розрахунок економії енергії за певними методиками.

Система освітлення є вагомим споживачем електроенергії, особливо в адміністративних будинках (до 80 %). Тому застосування запропонованої методики набуває великого значення під час енергоаудиту.

Для аналізу стану системи освітлення обстежуваного об'єкта необхідно зібрати таку інформацію:

- тип і кількість існуючих світильників;
- тип, кількість і потужність використовуваних ламп;
- режим роботи системи штучного освітлення;
- характеристики поверхонь приміщень (коефіцієнти відбиття);
- рік установлення світильників;
- періодичність чищення світильників;
- фактичний і нормований рівень освітленості;
- значення напруги електромережі освітлення на початку і в кінці вимірювань, освітленості;
- розміри приміщення;
- середній фактичний термін служби ламп;

– фактичне і нормоване значення коефіцієнта природної освітленості.

Потім проводиться розрахунок показників енергоспоживання на підставі перерахованих вище даних, отриманих у результаті інструментального обстеження об'єкта.

Встановлена потужність  $P_i$ , Вт:

$$P_i = P_l \cdot K_{пра} \cdot N \quad (6.1)$$

де  $P_i$  – потужність освітлювальної установки  $i$ -го приміщення на обстежуваному об'єкті;  $K_{пра}$  – коефіцієнт втрат у пускорегулювальній апаратурі освітлювальних приладів;  $P_l$  – потужність лампи;  $N$  – кількість однотипних ламп в освітлювальній установці  $i$ -го приміщення.

Річне і питома енергоспоживання  $W_P$ :

$$W_P = \sum_{i=1}^n W_{Pi} = \sum_{i=1}^n P_i \cdot T_{Pi} \cdot k_{\epsilon_i} \quad (6.2)$$

де  $W_P$  – сумарне річне споживання електроенергії;  $W_{Pi}$  – річне споживання ОУ  $i$ -го приміщення;  $T_{Pi}$  – річне число годин роботи системи  $i$ -го приміщення;  $k_{\epsilon_i}$  – коефіцієнт використання встановленої електричної потужності в ОУ  $i$ -го приміщення ( $k_{\epsilon_i} = 1$ ).

$$W_{\Pi} = \frac{W_P}{\sum_{i=1}^n S_i} \quad (6.3)$$

де  $W_{\Pi}$  – річне питома використання електроенергії,  $S_i$  – площа  $i$ -го приміщення в досліджуваному об'єкті.

Питомі показники енергоспоживання або встановленої потужності (кВт/м<sup>2</sup>) дозволяють на основі норм наближено ( $\pm 20$  %) оцінити загальний потенціал економії енергії.

Для більш точного оцінювання за кожним заходом необхідно виконати розрахунок економії електроенергії за нижче наведеною методикою.

Значення напруги мережі:

$$U_{cp} = (U_1 - U_2) / 2, \quad (6.4)$$

де  $U_1, U_2$  – значення напруги мережі на початку і наприкінці вимірювання.

Для врахування відхилення фактичної освітленості від нормативних значень визначаємо коефіцієнт приведення:

$$k_{ni} = E_{fi} / E_{ni}, \quad (6.5)$$

де  $k_{ni}$  – коефіцієнт приведення освітленості  $i$ -го приміщення;  $E_{fi}$  – нормоване значення освітленості в  $i$ -му приміщенні;  $E_{ni}$  – фактичне значення освітленості в  $i$ -му приміщенні.

Потенціал річної економії електроенергії в ОУ обстежуваного приміщення розраховується за формулою:

$$\Delta W_{\bar{A}} = \sum_{i=1}^n k_{ni} \cdot \sum_{i=1}^f \Delta W_i^k. \quad (6.6)$$

До основних заходів проведення енергетичного обстеження належать:

1. Перехід на інший тип джерела світла з більш високою світловіддачею (лм/Вт). Економія електроенергії  $\Delta W_i$ , кВт/рік у результаті цього заходу визначається за формулою:

$$\Delta W_i = W_{\bar{A}i} (1 - k_{uci} k_{3ni}), \quad (6.7)$$

де  $k_{uci}$  – коефіцієнт ефективності заміни типу джерела світла;  $k_{3ni}$  – коефіцієнт запасу враховує зниження світлового потоку лампи протягом терміну служби (у разі заміни ламп з близьким за значенням  $k_{3n}$ , але з різною ефективністю,  $k_{3n}$  виключається або коригується, крім випадку, коли обстеження проводилося після групової заміни джерел світла).

$$k_{uc} = \eta / \eta_N, \quad (6.8)$$

де  $\eta$  – світловіддача існуючого джерела світла, лм/Вт;  $\eta_N$  – світловіддача пропонованого до установки джерела світла, лм/Вт.

2. Підвищення ККД існуючих освітлювальних приладів унаслідок їх чищення. Економія електроенергії в результаті цього заходу визначається за формулою:

$$\Delta W_i = W_{gi} k_{ci}, \quad (6.9)$$

де  $k_{ci}$  – коефіцієнт ефективності чищення світильників:

$$k_{ci} = 1 - (y_c + \beta_c e^{-(t/tc)}), \quad (6.10)$$

де  $y_c, \beta_c, tc$  – постійні для заданих умов експлуатації світильників;  $t$  – тривалість експлуатації світильників між двома найближчими чищеннями.

3. Підвищення ефективності використання відбитого світла. Збільшення коефіцієнтів відбиття поверхонь приміщень на 20 % і більше (фарбування в більш світлі тони, білення, миття) дозволяє економити 5–15 % електроенергії внаслідок збільшення рівня освітленості від природного та штучного освітлення. Ефективність цього заходу залежить від великої кількості чинників: розміри приміщення, коефіцієнти відображення поверхонь приміщення, розташування світлоприймачів, коефіцієнт природної освітленості (КПО), режим роботи людей у приміщенні, світлорозподіл і розташування світильників. Тому більш точне значення економії електроенергії можна отримати на підставі світлотехнічного розрахунку методом коефіцієнта використання.

4. Підвищення ефективності використання електроенергії під час автоматизації управління освітленням. Ефективність даного заходу є багатофакторною, методика розрахунку економії електроенергії складна для використання під час енергообстеження, але може бути рекомендована за необхідності точного оцінювання.

На підставі досвіду впровадження систем автоматизації економію даного заходу можна визначити за формулою:

$$\Delta W_i = W_{gi} (k_{zai} - 1), \quad (6.11)$$

де  $k_{zai}$  – коефіцієнт ефективності автоматизації керування освітленням, який залежить від рівня складності системи управління.

У табл. 6.1 наведені значення  $k_{zai}$  для підприємств і організацій зі звичайним режимом роботи.

Таблиця 6.1 – Показники рівня складності системи автоматичного керування освітлення

№ пор.	Рівень складності системи автоматичного керування освітленням	$k_{zai}$
1	Контроль рівня освітленості та автоматичне включення і відключення освітлення у разі критичного значення Е	1,1 – 1,15
2	Зонне керування освітленням (включення і відключення освітлення дискретне, залежно від зонного розподілу природного освітлення)	1,2 – 1,25
3	Плавне керування потужністю і світловим потоком світильників залежно від розподілу природного освітлення	1,3 – 1,4

5. Установлення енергоефективної пускорегулювальної апаратури (ПРА):

$$\Delta W_i = W_{gi} (1 - K_{npai}^n / K_{npai}), \quad (6.12)$$

де  $K_{npai}$  – коефіцієнт втрат у ПРА існуючих світильників системи освітлення  $i$ -го приміщення;  $K_{npai}^n$  – коефіцієнт втрат у встановлюваних ПРА.

6. Заміна світильників є найбільш ефективним комплексним заходом, тому що містить заміну ламп, підвищення ККД світильника, оптимізацію світлорозподілу світильника і його розташування. Для точного оцінювання економії електроенергії необхідно проводити світлотехнічний розрахунок освітленості для передбачуваних до установки світильників методом коефіцієнта використання або точковим методом. За розрахунковим значенням установленної потужності (зі світлотехнічного розрахунку) економія електроенергії визначається за формулою:

$$\Delta W_i = W_{gi} - P_i^N T_{gi}, \quad (6.13)$$

де  $P_i^N$  – встановлена потужність після заміни світильників;  $T_{gi}$  – річне число годин роботи системи штучного освітлення  $i$ -го приміщення.

За спрощеного оцінювання (під час заміни світильників на аналогічні за світлорозподілом і розташуванням) розрахунок проводиться за формулою:

$$\Delta W_i = W_{U_i} (1 - k_{uci} \cdot k_{zni} \cdot k_{ci} \cdot k_{cbi} \cdot K_{npai}^N / K_{npai}), \quad (6.14)$$

де  $k_{cbi}$  – коефіцієнт ураховує підвищення ККД світильника:

$$k_{cbi} = q_i / q_i^N, \quad (6.15)$$

де  $q_i$  – паспортний ККД існуючих світильників;  $q_i^N$  – паспортний ККД передбачуваних до установки світильників.

Розрахунок економії електроенергії під час заміни світильників ураховує заходи № 1, 2, 5, тому їх слід виключати під час розрахунку загальної економії електроенергії в  $i$ -му приміщенні.

У разі великої кількості однотипних приміщень в обстежуваній будівлі зі схожими за параметрами, станом і заходам ОУ розрахунок проводиться за допомогою питомих показників економії електроенергії:

$$\Delta W^J = \Delta W_i^J / S_i^J, \quad (6.16)$$

де  $\Delta W^J$  – питома економія електроенергії для  $i$ -типу приміщення;  $\Delta W_i^J$  – розрахункова економія електроенергії для  $i$ -го приміщення;  $S_i^J$  – площа  $i$ -го приміщення.

Загальна економія електроенергії в системах освітлення обстежуваного об'єкта визначається за формулою:

$$\Delta W_g = \sum_{j=1}^N \Delta W_{yd}^j \cdot S^j, \quad (6.17)$$

де  $S^j$  – загальна площа приміщень  $i$ -го типу;  $N$  – кількість типів приміщень.

За наведеною вище методикою зроблено розрахунок економії електроенергії на об'єктах, де проводився енергоаудит. У середньому економічно реальний потенціал економії електроенергії в системах освітлення склав 15–20 %.

### Завдання до теми

Проаналізувати стан системи освітлення адміністративних будівель. Зробити енергетичне обстеження об'єкта виходячи з таких умов: світильники типу



НУО 02 2x40 з ККД = 52 %, лампи типу ЛБ40,  $P_n = 40$  Вт;  $\eta = 75$  лм/Вт. Решта даних для розрахунку наведено в додатку К.

### Приклад виконання завдання

Система освітлення фінансового відділу адміністративної будівлі виконана світильниками типу НУО 02 2x40 з ККД = 52 %: використовувані лампи типу ЛБ40ст $P_n = 40$  Вт;  $\eta = 75$  лм/Вт; режим роботи – 1 зміна (з 8 до 17 годин); кількість світильників – 15 штук; розміри приміщення – 5x15x3 метри; середньозважений коефіцієнт відбиття поверхонь приміщення  $\rho = 3$ ; нормована освітленість – 300 лк; фактична освітленість – 250 лк; кількість годин роботи штучного освітлення на рік  $T_p = 1300$  годин; напруга мережі під час вимірювань  $U_C = 220$  В; коефіцієнт природної освітленості відповідає нормі, коефіцієнт використання 0,92; на момент вимірювання пройшло 360 днів з дня останньої чистки. Установлена потужність складе:

$$P = P_n \cdot K_{пра} \cdot N = 40 \cdot 1,2 \cdot 30 = 1440 \text{ (Вт)}.$$

Річне енергоспоживання буде:

$$W_P = P \cdot T_p \cdot k_{e_i} = 1440 \cdot 1300 \cdot 0,92 = 1872 \text{ (кВтгод/рік)}.$$

Економія за рахунок переходу на люмінесцентні лампи зниженої потужності типу TL-D-36,  $n_N = 93$  лм/Вт складе:

$$\Delta W_1 = W_{P_i} (1 - k_{e_i}) = 1872 \cdot (1 - 0,81) = 356 \text{ (кВтгод/рік)}.$$

Економія за рахунок чищення світильників складе:

$$k_c = 1 - (y_c + B_c e^{-(t/t_c)}) = 1 - (0,95 + 0,02) = 0,03$$

$$\Delta W_2 = W_P k_c = 1872 \cdot 0,03 = 56 \text{ (кВтгод/рік)}.$$

Економія енергії у разі підвищення коефіцієнта поверхонь приміщення до  $\rho = 0,5$  (фарбування, білення) складе 10 % або  $\Delta W_3 = 187$  (Втгод/рік).

Економія енергії в результаті провадження системи автоматичного увімкнення і вимкнення освітлення складе:

$$\Delta W_4 = W_P (k_{zai} - 1) = 1872 \cdot (1,1 - 1) = 187 \text{ (кВтгод/рік)}.$$

Економія енергії внаслідок встановлення ПРА складе:

$$\Delta W_5 = W_p (1 - K_{пра}^N) = 1872 \cdot (1 - 0,92) = 150 \text{ кВтгод/рік.}$$

Економія за рахунок встановлення нових світильників з більш високим ККД 75 %, але з аналогічним світлорозподілом:

$$\Delta W_6 = W_p (1 - k_{cb}) = (1 - 0,52/0,75) = 580 \text{ (кВтгод/рік).}$$

2. Загальний резерв економії енергії складе:

$$\Delta W_{\Sigma} = k_p \sum_{k=1}^f \Delta W_i^k = (250/300) \cdot 1516 = 1263 \text{ (кВтч/рік).}$$

### Контрольні питання

1. Пояснити проведення аналізу стану систем енергоспоживачів.
2. Назвати необхідні дані для аналізу стану системи освітлення.
3. Визначити основні етапи аналізу системи освітлення.
4. Визначити заходи проведення енергетичного обстеження системи освітлення.
5. Пояснити економічний ефект у разі упровадження системи автоматизації керування освітленням.

**Література:** [7, с. 123–126; 8, с. 153–200].

### Практичне заняття № 7

**Тема. Техніко-економічне обґрунтування впровадження віртуального лабораторного стенда у навчальний процес**

**Мета роботи:** набуття навичок та вмінь щодо техніко-економічного обґрунтування впровадження віртуального лабораторного стенда в навчальний процес.

#### Короткі теоретичні відомості

Під час практичної підготовки майбутніх фахівців з технічних спеціальностей, зокрема, електромеханічного профілю виникає досить серйозна проблема забезпечення експериментальних досліджень лабораторними й науково-дослідними комплексами, що дозволяють проводити лабораторні роботи й наукові експерименти. Ця проблема обумовлена рядом причин, серед яких можна виділити такі:

- недолік засобів, необхідних для модернізації існуючого устаткування і його оснащення сучасними мікропроцесорними й перетворюючими пристроями;
- неможливість створення реальних багатофункціональних комплексів, які дозволяють вивчати системи постійного і змінного струму, їх статичні, динамічні й енергетичні режими;
- більші тимчасові витрати на освоєння нового обладнання, необхідність у кваліфікованих фахівцях, здатних його обслуговувати й супроводжувати.

Вирішення цих питань може бути частково забезпечене шляхом використання навчальних комп'ютеризованих комплексів з обов'язковим їхнім розширенням у сферу наукових досліджень. Створення таких комплексів можливо за допомогою спеціального програмного забезпечення, що дозволяє створювати математичні моделі реальних елементів електромеханічних систем.

Створення віртуальних лабораторних комплексів з відповідним методичним забезпеченням, системою тренінгу й контролю знань студентів дозволяє розв'язати це завдання в досить короткий термін з найменшими фінансовими витратами.

### **Завдання до теми**

Обґрунтувати техніко–економічну ефективність упровадження віртуального лабораторного стенда в навчальний процес на кафедрі систем автоматичного управління та електроприводу (САУЕ). Вихідні дані наведені в додатку Л.

### **Приклад виконання завдання**

Витрати на створення віртуального стенда обчислюються за формулою:

$$K_{\sigma} = Z_{zn} + B_{eom} + B_{лиц} \quad (7.1)$$

де  $Z_{zn}$  – заробітна плата програміста;  $B_{eom}$  – вартість ЕОМ;  $B_{лиц}$  – витрати на придбання ліцензії.

Оскільки комп'ютери вже використовуються в лабораторіях кафедри САУЕ, то розрахунок їхньої вартості проводитися не буде. Пакет програм LabView придбаний університетом, отже, його вартість не враховується.

Трудомісткість ( $T_{вк}$ ) розраховується в людино-годинах, визначається за

фактично відпрацьованим часом, а час інших етапів визначається розрахунковим шляхом за умовним числом команд  $Q$ .

Умовне число команд  $Q$  визначається за формулою:

$$Q = q \cdot c, \quad (7.2)$$

де  $q$  – коефіцієнт, що враховує умовну кількість команд залежно від типу завдання;  $c$  – коефіцієнт, що враховує новизну й складність програми.

Значення коефіцієнта  $q$  вибирається з табл. 7.1. Для цього завдання коефіцієнт беруть  $q = 4500$ .

Програмні продукти за ступенем новизни можуть бути віднесені до однієї із 4-х груп :

- група А – розробка принципово нових завдань;
- група Б – розробка оригінальних програм;
- група В – розробка програм з використання типових рішень;
- група Г – разове типове завдання.

Для цього завдання ступінь новизни: В.

За ступенем складності програмні продукти можуть бути віднесені до однієї з 3-х груп:

- алгоритми оптимізації й моделювання систем;
- задачі обліку, звітності й статистики;
- стандартні алгоритми.

Ця задача може бути віднесена до першої групи складності.

Для цієї задачі коефіцієнт  $c = 1,15$ .

За виразом (7.2) умовне число команд дорівнює  $Q = 5175$ .

Час на підготовку опису задачі  $T_{no}$  беруть за фактом й складає  $T_{no} = 30$  люд.-год.

Час, витрачений на опис задачі  $T_o$  :

$$T_o = \frac{Q \cdot B}{50K}, \quad (7.3)$$

де  $B$  – коефіцієнт урахування зміни задачі, що залежно від складності задачі й

числа змін вибирається в інтервалі від 1,2 до 1,5. Для цього завдання  $B = 1,5$ ;  $K$  – коефіцієнт, що враховує кваліфікацію програміста (табл. 7.3).

Для цього завдання коефіцієнт  $K = 1,0$ , час на опис задачі  $T_o$ , тоді:

$$T_o = \frac{5175 \cdot 1.5}{50 \cdot 1,0} = 155,25 \text{ (люд.-год.)}$$

Час на розробку алгоритму  $T_a$  складе:

$$T_a = Q/(50 \cdot K) = 5175/(50 \cdot 1,0) = 103,5 \text{ (люд.-год.)}$$

Час на розробку блок-схеми визначається аналогічно:

$$T_{bc} = 103,5 \text{ (люд.-год.)}$$

Час написання програми  $T_n$  мовою програмування буде:

$$T_n = 1,5 \cdot Q/(50 \cdot K) = 1,5 \cdot 5175/(50 \cdot 1,0) = 155,25 \text{ (люд.-год.)}$$

Час набору програми  $T_n$  розрахуємо таким чином:

$$T_n = Q/50 = 5175/50 = 103,5 \text{ (люд.-год.)}$$

Час налагодження й тестування програми  $T_{нал}$  отримаємо як:

$$T_{нал} = 4,2 \cdot Q/(50 \cdot K) = 4,2 \cdot 5175/(50 \cdot 1,0) = 465,75 \text{ (люд.-год.)}$$

Тепер, знаючи час, витрачений на кожному етапі, можна підрахувати загальний час на створення програмного продукту:

$$\begin{aligned} T_{\Sigma} &= T_{no} + T_o + T_a + T_{bc} + T_n + T_n + T_{нал} = \\ &= 30 + 155,25 + 103,5 + 103,5 + 155,25 + 103,5 + 465,75 = 1116,75 \text{ люд.-год.} \end{aligned}$$

7.1 Розрахунок заробітної плати виконавця робіт зя створення програмного продукту

Середня заробітна плата програміста: 100 грн/год. Витрати на оплату праці програміста складаються із зарплати програміста й відрахувань на соціальні потреби. Відрахування на соціальні потреби містять у собі: єдиний соціальний внесок з підприємства 36,3 % до Пенсійного фонду.

Звідси витрати на оплату праці програміста складають:

$$B_{zn} = 1116,75 \cdot 100 \cdot 1,363 = 15213,03 \text{ (грн.)}$$

7.2 Розрахунок витрат на утримання й експлуатацію ПЕОМ

Основою для розрахунку витрат на утримання й експлуатацію ПЕОМ, які належать до розробленого програмного продукту, є собівартість однієї машино-години роботи ПЕОМ. У табл. 7.4 наведена собівартість компонентів ПЕОМ.

Амортизаційні відрахування визначаються в розмірі 25 % від балансової вартості  $K_{\bar{o}}$  ПЕОМ і становлять:

$$A = K_{\bar{o}} \cdot 25\% = 1662,5 \text{ (грн)}.$$

Витрати на електроенергію складаються з витрат на силову електроенергію та витрат на електроенергію, що йде на освітлення.

Витрати на силову електроенергію становлять:

$$B_{c.en.} = \Phi_{ef.} \cdot C_e \cdot P = 1590 \cdot 2,26 \cdot 1 = 3593,4 \text{ (грн)},$$

де  $\Phi_{ef.}$  – ефективний річний фонд часу роботи ПЕОМ, ч.;  $\Phi_{ef.} = 1590 год$ ,  $C_e$  – вартість 1 кВт год, грн;  $C_e = 2,26$  грн,  $P$  – сумарна потужність ПЕОМ із периферією, кВт;  $P = 0,7 \div 1,2$  кВт залежно від периферії.

Таблиця 7.4 – Собівартість ПЕОМ

№ пор.	Найменування	Ціна, грн
1	Монітор	1600
2	Материнська плата	870
3	Процесор	1300
4	Відеокарта	1000
5	Жорсткий диск	1000
6	Оптичний привод	350
7	Кулер	100
8	Клавіатура	150
9	Миша	250
10	Оперативна пам'ять	1030
	Усього:	6650

Витрати на електроенергію, що йде на освітлення, становлять:

$$B_{осв.} = \Phi_{ef.} \cdot C_e \cdot P_{осв.} = 1590 \cdot 2,26 \cdot 0,2 = 718,68 \text{ (грн)},$$

де  $P_{осв.}$  – сумарна потужність, що йде на освітлення, кВт;  $P_{осв.} = 0,2$  кВт·год.

Загальні витрати на електроенергію становлять:

$$B_{ен.} = B_{с.ен.} + B_{осв.} = 3593,4 + 718,68 = 4312,08 \text{ (грн).}$$

Витрати на додаткові матеріали (флеш-карти, технічна література) беруть по факту й становлять  $M_p = 290$  грн.

Витрати на профілактику становлять 2 % від балансової вартості ПЕОМ із периферією  $P_{пр} = 6650 \cdot 0,02 = 133$  грн.

Витрати на опалення виробничих площ становлять:

$$B_{оп.} = C_{оп.кв.м.} \cdot S \cdot 12 = 16,9 \cdot 6 \cdot 12 = 1216,8 \text{ (грн.)},$$

де  $C_{оп.кв.м.}$  – витрати на опалення 1 м<sup>2</sup> за місяць, грн;  $C_{оп.кв.м.} = 16,9$  (грн); S – площа на одну ПЕОМ, 5 – 7 м<sup>2</sup>.

Інші виробничі витрати беруться в розмірі 30 % від основної заробітної платні працівників, що забезпечують функціонування ПЕОМ, і становлять:

$$I = 15213,03 \cdot 0,3 = 4563,91 \text{ (грн).}$$

Річні витрати на утримання й експлуатацію однієї ПЕОМ:

$$P_{в.е.} = 6650 + 4312,08 + 290 + 133 + 1216,8 + 4563,91 = 17165,79 \text{ (грн).}$$

Собівартість однієї машино-години роботи ПЕОМ становить:

$$C_{м.-г.} = B_{в.е.} / \Phi_{эф} = 4312,08 / 1590 = 2,71 \text{ (грн).}$$

Знаючи собівартість однієї машино-години роботи ПЕОМ і час необхідний для створення програмного продукту, що вимагає використання ПЕОМ, можна визначити витрати на утримання й експлуатацію ПЕОМ щодо розробленого програмного продукту:

$$B_{еом} = C_{м.-г.} \cdot T_{\sum 1} = 2,71 \cdot 724,5 = 1964,84 \text{ (грн)},$$

де  $C_{м.-г.}$  – собівартість однієї машино-години роботи ПЕОМ, грн;  $T_{\sum 1}$  – сумарний час етапів, що вимагають використання ПЕОМ, год.

Тоді

$$K_e = B_{зн} + B_{еом} = 15213,03 + 1964,84 = 17177,87 \text{ (грн).}$$

#### 7.4 Розрахунок річних експлуатаційних витрат дослідницького стенда

Сума річних експлуатаційних витрат дослідницького лабораторного комплексу обчислюється за формулою:

$$EB = 3П + AB + P_{mo} + B_e + I, \quad (7.4)$$

де  $3П$  – заробітна плата обслуговуючого персоналу за рік, грн;  $AB$  – амортизаційні відрахування, грн;  $P_{mo}$  – витрати на поточний ремонт і технічне обслуговування, грн;  $B_e$  – вартість споживаної електроенергії за рік, грн;  $I$  – інші витрати, грн.

Оскільки витрати на оплату праці обслуговуючого персоналу наявні як під час використання дослідного стенда, так і під час роботи з фізичним лабораторним стендом, то істотної різниці в розрахунки економічної ефективності вони не вносять, відповідно в поточних розрахунках ними можна знехтувати.

Амортизаційні відрахування:

$$AB = \frac{K_B \cdot a_p}{100\%}, \quad (7.5)$$

де  $a_p$  – норма амортизації на повне відновлення, що становить 15 %.

$$AB = \frac{17177,87 \cdot 15\%}{100\%} = 2576,68 \text{ (грн)}.$$

Витрати на поточний ремонт та технічне обслуговування:

$$P_{mo} = \frac{K_B p}{100\%}, \quad (7.6)$$

де  $p$  – річна норма відрахувань на ремонт та обслуговування, що становить 6,4%.

$$P_{mo} = \frac{17177,87 \cdot 6,4\%}{100\%} = 1099,38 \text{ (грн)}.$$

Вартість споживаної електроенергії за рік:

$$B_e = Q_e \cdot T_e \cdot C_e. \quad (7.7)$$

$$B_e = 250 \cdot 10^{-3} \cdot 99 \cdot 2,26 = 55,94 \text{ (грн)}.$$

Інші витрати:

$$I = \frac{1\% \cdot K_B}{100\%}, \quad (7.8)$$

$$I = \frac{1\% \cdot 17177,87}{100\%} = 171,77 \text{ (грн)}.$$

Річні експлуатаційні витрати для віртуального стенда:

$$EB_e = 2576,68 + 1099,38 + 55,94 + 171,77 = 3904,77 \text{ (грн)}.$$



## 7.5 Розрахунок витрат на створення реального стенда

Комплектуючі, з яких складається реальний стенд, наведено в табл.7.5.

Таблиця 7.5 – Комплектуючі реального стенда

Комплектуючі	Кількість, од.	Ціна за 1 од., грн	Загальна вартість, грн
Перетворювач частоти	1	5200	5200
Асинхронний двигун	1	4700	4700
ЛАТР 3-фазний	1	8100	8100
Автоматичні вимикачі	3	100	300
Перемикачі	6	12	72
Вимірювальні пристрої	9	112	1 008
Корпус	1	500	500
Тахогенератор	1	1 402	1 402
Усього:			21282

Розрахунок витрат на електроенергію для фізичного стенда:

$$B_e = Q_e \cdot T_e \cdot C_e,$$

$$B_e = 3,5 \cdot 99 \cdot 2,26 = 783,09 \text{ (грн)}.$$

Середні витрати на поточний і профілактичний ремонт фізичного лабораторного стенду становлять 3500 гривень за рік.

Інші витрати:

$$I = \frac{1\% \cdot K_B}{100\%};$$

$$I = \frac{1\% \cdot 2128,2}{100\%} = 212,8 \text{ (грн)}.$$

Сума річних експлуатаційних витрат становить:

$$EB_c = 2128,2 + 783,09 + 3500 + 212,8 + 21,2 = 6645,29 \text{ (грн)}.$$

7.7 Визначення економічного ефекту за рахунок використання віртуального стенда

Перша складова економічного ефекту буде полягати в різниці експлуатаційних витрат для фізичного й віртуального стендів, що обчислюється за формулою:

$$E_1 = EB_c - EB_g = 6645,29 - 3904,77 = 2740,52 \text{ (грн)}.$$

Для проведення лабораторної роботи необхідно, як мінімум, чотири стенди. Використання віртуального комплексу дає можливість виключити необхідність дублювання фізичних стендів, заощадити робочу площу приміщень. Тому значний економічний ефект буде отримано за рахунок скорочення витрат на придбання фізичних лабораторних стендів.

$$E_2 = N \cdot B_{\phi} - N \cdot K_g,$$

де  $B_{\phi}$  – вартість одного фізичного стенда;  $K_g$  – вартість одиниці віртуального лабораторного комплексу;  $N$  – кількість необхідних фізичних стендів для проведення лабораторної роботи, кількість комп'ютерів.

$$E_2 = 4 \cdot 21282 - 4 \cdot 3660 = 70488 \text{ (грн)}.$$

Третя складова економічного ефекту полягає в скороченні величини збитків під час експлуатації дослідного стенда. Під час використання дослідного стенда виключається можливість виходу з ладу окремих елементів стенда, усі помилки «віртуальні», тому їх можливо усунути без матеріальних витрат. У середньому протягом року на виправлення похибок на фізичному стенді витрачається близько 3000 грн. Тому  $E_3 = 300$  грн.

Сумарний економічний ефект під час використання дослідного стенда становить:

$$E_{\Sigma} = 2643,44 + 70488 + 3000 = 73431,44 \text{ (грн)}.$$

Строк окупності віртуального лабораторного комплексу:

$$T_{ок} = 31710,4 / 73431,44 = 0,43.$$

Отже, використання віртуального комплексу дає можливість виключити необхідність фізичних стендів та надати простору в навчальних лабораторіях.

### **Контрольні питання**

1. Пояснити методику розрахунку витрат на утримання ПЕОМ.
2. Пояснити призначення віртуального лабораторного стенда.
3. Визначити основні показники економічного ефекту під час використання віртуального стенда.
4. Пояснити методику розрахунку річних експлуатаційних витрат фізичного стенда.

**Література:** [19, с. 210 – 223].

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Продіус І. П. Економіка підприємства : навч. посібник / І. П. Продіус, С. В. Філіпова, В. І. Захарченко, О. С. Балан. – Харків : Одісей, 2004. – 192 с.
2. Продіус Ю. І. Економіка виробництва : навч. посібник для студ. економічних і технічних спец. усіх форм навч. / Ю. І. Продіус, А. Г. Гончарук. – Одеса : Астропринт, 1998. – 180 с.
3. Сапиро Е. С. Экономический анализ качества продукции / Е. С. Сапиро. – Москва : Экономика, 1988. – 93 с.
4. Покропивний С. Ф. Економіка підприємства : підручник / С. Ф. Покропивний. Київ: КНЕУ, 2000. – 528 с.
5. Зайцев А. Н. Экономика промышленного предприятия / А. Н. Зайцев. – 3-е изд. – Москва : ИНФРА-М, 2000. – 358 с.
6. Водяников В. Т. Экономическая оценка энергетики АПК : учеб. пособие для студ. выс. уч. заведений / В. Т. Водяников. Москва : ИКФ «ЭКМОС», 2002. – 304 с.
7. Варнеке Х. Расчет затрат для инженеров / Х. Варнеке, Х. Буллингер, Р. Хихерт, А. Фегеле; пер. с нем. – Москва : Альпина Бизнес Букс, 2008. – 307 с.
8. Вагин Г. Я. Экономия энергии в промышленности : учеб. пособие / Г. Я. Вагин, А. Б. Лоскутов. – Н. Новгород : НИЦЭ, 1998. – 220 с.
9. Водяников В. Т. Экономическая оценка энергетики АПК: учебн. пособие для студ. выс. уч. заведений / В. Т. Водяников. – Москва : ИКФ, 2002. – 304 с.
10. Жежеленко И. В. и др. Эффективные режимы работы электро-технологических установок / И. В. Жежеленко. – Київ : Техніка, 1987. – 183 с.
11. Ильинский Н. Ф. Энергосбережение в электроприводе / Н. Ф. Ильинский. – Москва : Энергоатомиздат, 1989. – 127 с.
12. Ильинский Н. Ф. Электропривод : энерго- и ресурсосбережение / Н. Ф. Ильинский, В. В. Москаленко. – Москва : Академия, 2008. – 208 с.
13. Кузнецов Б. В. Расчеты экономии электроэнергии / Б. В. Кузнецов. – Минск : Беларусь, 1983. – 80 с.

14. Лезнов Б. С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных и воздуходушных установках / Б. С. Лезнов. – Москва : Энергоатомиздат, 2006. – 360 с.

15. Можяева С. В. Экономика энергетического производств / С. В. Можяева. – Санкт–Петербург : Лань, 2003. – 208 с.

16. Овчаренко А. С. Повышение энергоэффективности электроснабжения промышленных предприятий / А. С. Овчаренко, Д. И. Розинский. – Киев : Техника, 1989. – 287с.

17. Рей Д. Экономия энергии в промышленности / Д. Рей. – Москва : Энергоатомиздат, 1983. – 208 с.

18. Рыбин А. И. Экономия электроэнергии при эксплуатации воздушных компрессорных установок / А. И. Рыбин, Д. Г. Закиров. – Москва : Энергоатомиздат, 1988. – 72 с.

19. Перекрест А. Л. Системы активного регулирования параметров насосных комплексов : моногр. / А. Л. Перекрест, Т. В. Коренькова, Д. И. Родькин. – Кременчуг : ЧП Щербатых А.В., 2011. – 179 с.

20. Черный А. П. Пусковые системы нерегулируемых электроприводов: моногр. / А. П. Черный, А. И. Гладырь, Осадчук Ю.Г. и др. – Кременчуг : ЧП Щербатых А.В., 2006. – 277 с.

21. Зайцев И. Л. Экономика промышленного предприятия: Учебник 3 изд. перер. и доп. – М. : ИНФРА- М, 2001 – 358 с. – (Серия «Высшее образование»).

Зразок оформлення титульної сторінки

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

КАФЕДРА СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ  
ТА ЕЛЕКТРОПРИВОДА

Звіт

до практичного заняття з навчальної дисципліни  
**«ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ  
НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ»**

Виконав:

студент групи \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Перевірив:  
\_\_\_\_\_

Кременчук 2018

Таблиця Б.1 – Перелік елементів системи і їх вартість

Найменування встаткування	Кількість	Вартість, грн	
		Одиниці	Усього
Перетворювач частоти	1 шт.	40000	40000
Шафа для установки ПЧ	1 шт.	3000	3000
Автоматичний вимикач	4 шт.	1500	6000
Кабель силовий	40 м	70	2800
Кабель монтажний	60 м	25	1500
Датчик тиску розплаву	1 шт.	7000	7000

Таблиця В.1 – Дані для розрахунку

Варіант	Посада	Оклад, грн	Кількість посад, шт.	Капітальні вкладення			
				для напіваавто- матичного блокування	для системи рахунку осі	При напіваавто- матичній системі, $K_{НАС}$	При системі диспетче- ризації, $K_{СД}$
1	Начальник станції	6200	1	12600	86000	252000	172000
	Черговий по станції	3200	4				
	Монтер шляху з очищення стрілок	3200	1				
	Електромеханік	4000	1				
	Електромонтер шостого розряду	3950	1				
2	Начальник станції	7100	1	12500	85500	251000	170000
	Черговий по станції	3300	3				
	Монтер шляху з очищення стрілок	3900	1				
	Електромеханік	3800	1				
	Електромонтер шостого розряду	1950	1				
3	Начальник станції	6900	1	11500	85700	251200	168000
	Черговий по станції	3530	2				
	Монтер шляху з очищення стрілок	3800	1				
	Електромеханік	3750	1				
	Електромонтер шостого розряду	1950	2				



Продовження табл. 2.1

4	Начальник станції	7100	1	12900	85000	250000	168000
	Черговий по станції	3600	3				
	Монтер шляху з очищення стрілок	3200	1				
	Електромеханік	3800	1				
	Електромонтер шостого розряду	4400	1				
5	Начальник станції	5900	1	12500	85500	251000	170000
	Черговий по станції	3780	4				
	Монтер шляху з очищення стрілок	3800	1				
	Електромеханік	3750	1				
	Електромонтер шостого розряду	3900	1				
6	Начальник станції	6000	1	11500	85600	252000	169000
	Черговий по станції	3900	3				
	Монтер шляху з очищення стрілок	3400	1				
	Електромеханік	3400	1				
	Електромонтер шостого розряду	3900	1				
7	Начальник станції	5500	1	12800	85700	251500	171000
	Черговий по станції	3200	3				
	Монтер шляху з очищення стрілок	3200	1				
	Електромеханік	3200	1				
	Електромонтер шостого розряду	4150	1				

Продовження табл. 2.1

8	Начальник станції	6700	1	11800	85500	251200	172000
	Черговий по станції	3200	4				
	Монтер шляху з очищення стрілок	3500	1				
	Електромеханік	3200	1				
	Електромонтер шостого розряду	4940	1				
9	Начальник станції	5900	1	11900	86500	250100	168000
	Черговий по станції	3700	3				
	Монтер шляху з очищення стрілок	3700	1				
	Електромеханік	3700	1				
	Електромонтер шостого розряду	3850	1				
10	Начальник станції	6000	1	12800	83800	249000	173000
	Черговий по станції	3800	3				
	Монтер шляху з очищення стрілок	3800	1				
	Електромеханік	3850	1				
	Електромонтер шостого розряду	3900	1				
11	Начальник станції	7000	1	13500	87750	266500	183000
	Черговий по станції	3800	3				
	Монтер шляху з очищення стрілок	3800	1				
	Електромеханік	3850	1				
	Електромонтер шостого розряду	4000	1				

12	Начальник станції	6300	1	12200	85500	255250	145500
	Черговий по станції	3800	3				
	Монтер шляху з очищення стрілок	4100	1				
	Електромеханік	4250	1				
	Електромонтер шостого розряду	4500	1				
13	Начальник станції	6800	1	13900	88500	270100	188000
	Черговий по станції	3600	3				
	Монтер шляху з очищення стрілок	3700	1				
	Електромеханік	3850	1				
	Електромонтер шостого розряду	4350	1				
14	Начальник станції	6550	1	10800	84500	241200	142000
	Черговий по станції	3800	3				
	Монтер шляху з очищення стрілок	4050	1				
	Електромеханік	3850	1				
	Електромонтер шостого розряду	3900	1				
15	Начальник станції	7100	1	11100	85700	243100	161500
	Черговий по станції	4100	3				
	Монтер шляху з очищення стрілок	4100	1				
	Електромеханік	4400	1				
	Електромонтер шостого розряду	5200	1				

Таблиця Г.1 – Витрати внаслідок аварійного виведення двигуна

Варіант	$P_2$ , кВт	Сумарний економічний ефект, $E_{\Sigma}$
1	15	95
2	75	380
3	3	100
4	45	280
5	11	90
6	15	95
7	22	110
8	37	250
9	55	350
10	30	200

Таблиця Д.1 – Вартість елементів та їх комплектуючих

Найменування	Марка	Ціна, грн		
		Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
Конденсатори	Керамічні SMD	0,17	0,8	0,15
Резистори	SMD 0805	1,11	0,63	0,91
Мікросхема	LM324	11,3	24,52	29,07
Затискачі	JIKE 126V	1,69	1,24	2,93
Транзистор	TLP280	9,85	5,62	7,8
Найменування	Марка	Варіант 4	Варіант 5	Варіант 6
Конденсатори	Керамічні SMD	0,35	0,65	0,127
Резистори	SMD 0805	1,19	0,93	0,41
Мікросхема	LM324	24,3	24,56	30,03
Затискачі	JIKE 126V	2,69	2,24	2,33
Транзистор	TLP280	9,85	5,62	7,8
Найменування	Марка	Варіант 7	Варіант 8	Варіант 9
Конденсатори	Керамічні SMD	1,11	1,00	0,55
Резистори	SMD 0805	1,41	1,65	1,95
Мікросхема	LM324	22,3	34,51	24,15
Затискачі	JIKE 126V	1,80	1,80	2,95
Транзистор	TLP280	19,15	9,65	15,85
Найменування	Марка	Варіант 10	Варіант 11	Варіант 12
Конденсатори	Керамічні SMD	1,25	1,80	2,15
Резистори	SMD 0805	2,25	2,65	1,95
Мікросхема	LM324	18,3	20,52	25,10
Затискачі	JIKE 126V	2,70	2,50	2,50
Транзистор	TLP280	19,25	15,75	12,25
Найменування	Марка	Варіант 13	Варіант 14	Варіант 15
Конденсатори	Керамічні SMD	0,95	0,85	0,55
Резистори	SMD 0805	2,95	1,65	1,99
Мікросхема	LM324	16,75	28,20	25,55
Затискачі	JIKE 126V	2,80	2,40	3,75
Транзистор	TLP280	10,90	10,99	11,25

Таблиця Е.1 – Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Втрати на збудження, $\Delta P_{\epsilon}$ , кВт	ККД двигуна, $\eta_{дв}$	Кількість агрегатів, $n$ , шт.	Потужність синхронного двигуна, $P_{\text{н}}$ , кВт	Час уведення компресора в роботу, $t_{\text{вв}}$ , хв	Кількість змін, $s$	Вартість ТРН, $C_{\text{трн}}$ , у.о.	Вартість релейної шафи керування $C_p$ , у.о.
1	180	0,92	2	1250	10	3	125500	62000
2	190	0,90	3	1000	11	2	89500	33600
3	185	0,93	4	1500	12	3	155000	76700
4	180	0,94	2	800	13	3	81690	31555
5	190	0,92	2	2500	10	2	245800	103450
6	186	0,90	4	2200	11	2	199800	88470
7	192	0,92	2	1550	11	3	165400	80550
8	186	0,94	3	2000	12	2	170200	75900
9	191	0,92	2	850	11	3	85790	40555
10	194	0,93	3	1850	12	2	158999	69320

Таблиця Ж.1 – Початкові дані для розрахунку

Варіант	Режим роботи	Кількість світильників, шт.	Розмір приміщення, м	Рівень складності системи автоматичного керування освітленням	$k_{\text{вi}}$	Кількість годин роботи штучного освітлення на рік, год	нормована освітленість	фактична освітленість	Кпра
1	1 зміна	15	5x13x3	1,1	0,92	1300	300	260	1,2
2	2 зміна	11	5x9x3	1,15	0,9	3420		210	1,1
3	1 зміна	14	5x11x3	1,35	0,91	1300		250	1,05
4	2 зміна	16	5x14x3	1,4	0,93	3420		240	1,3
5	1 зміна	14	5x15x3	1,3	0,9	1300		275	1,2
6	2 зміна	12	5x12x3	1,2	0,92	3420		215	1,05
7	1 зміна	10	5x9x3	1,25	0,91	1300		220	1,1
8	2 зміна	14	5x11x3	1,3	0,93	3420		280	1,4
9	1 зміна	16	5x14x3	1,25	0,91	1300		250	1,3
10	2 зміна	16	5x15x3	1,4	0,9	3420		235	1,2
11	1 зміна	14	5x13x3	1,1	0,89	1300		225	1,07
12	2 зміна	15	5x14x3	1,3	0,9	3420		265	1,4
13	1 зміна	11	5x8x3	1,2	0,91	1300		280	1,02
14	2 зміна	17	5x15x3	1,4	0,93	3420		255	1,03
15	1 зміна	12	5x8x3	1,25	0,92	1300		245	1,1

Таблиця К.1 – Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Значення коефіцієнта $q$		Мова програмування	Група складності
	Тип завдання	Границі змін коефіцієнта		
1	Задачі обліку	1400-1500	високого рівня	А
2	Задачі оперативного керування	1500-1700	низького рівня	В
3	Задачі планування	3000-3500	високого рівня	Б
4	Різноманітні задачі	4500-5000	низького рівня	Г
5	Комплексні задачі	5000-5500	низького рівня	А
6	Задачі обліку	1450-1500	високого рівня	В
7	Задачі оперативного керування	1550-1750	низького рівня	Г
8	Задачі планування	3020-3800	високого рівня	Г
9	Різноманітні задачі	4800-5200	низького рівня	А
10	Комплексні задачі	5300-5600	низького рівня	Б

Коефіцієнт  $c$  визначається з табл. 7.2 на перетинанні груп складності й ступеня новизни.

Таблиця К.2 – Групи складності й ступені новизни

Мова програмування (за варіантом)	Група складності (за варіантом)	Ступінь новизни			
		А	Б	В	Г
високого рівня	1	1,38	1,26	1,15	0,69
	2	1,30	1,19	1,08	0,65
	3	1,20	1,10	1,00	0,60
низького рівня	1	1,58	1,45	1,32	0,79
	2	1,49	1,37	1,24	0,74
	3	1,38	1,26	1,15	0,69

Таблиця К.3 – Коефіцієнт, який ураховує кваліфікацію програміста

Стаж програміста	Значення коефіцієнта $K$
до 2-х років	0,8
від 2 до 3 років	1,0
від 3 до 5 років	1,1-1,2
від 5 до 10 років	1,2-1,3
понад 10 років	1,3-1,5



Таблиця Л.1 – Собівартість компонентів ПЕОМ

№ варіанта	Монітор	Материнська плата	Процесор	Відеокарта	Жорсткий диск	Привод	Кулер	Клавіатура	Маніпулятор	Операційно запам'ятовуючий пристрій	Усього
1	1170	1100	1150	1400	1600	500	75	130	150	1200	8475
2	975	1050	850	1000	1200	350	125	150	200	1000	6900
3	750	700	900	1100	1250	350	100	200	175	1100	5875
4	800	850	1100	950	1100	400	125	175	150	1025	6675
5	950	1150	950	1200	1300	300	90	120	130	900	7090
6	775	1025	1000	900	1075	325	150	225	100	980	6555
7	1020	1037	1023	985	1346	340	170	200	205	1150	7476
8	1045	987	1057	1037	1276	250	235	145	178	1025	7235
9	947	994	1135	928	989	378	190	215	135	986	6897
10	1023	1056	1105	1106	1024	425	135	220	172	1083	7349
11	907	986	1075	1087	1475	322	160	233	169	978	7392
12	1123	1045	967	936	1076	228	125	189	228	940	6857
13	1050	1034	956	1236	1022	420	178	195	125	1043	7259
14	925	1074	1023	1011	984	389	190	230	105	1247	7178
15	975	1230	1045	981	1375	487	230	129	170	1028	7650

Вартість наведена за одну одиницю, грн.

Таблиця Л.2 – Собівартість комплектуючих реального стенду

№ варіанта	Перетворювач частоти	Асинхронний двигун	ЛАТР 3-фазний	Автоматичний вимикач	Перемикач	Вимикаючий пристрій	Корпус	Тахогенератор	Усього
1	5000	4567	7869	146	67	130	450	1278	21174
2	4560	4876	6876	114	50	145	470	1250	19929
3	5200	3890	6250	120	70	125	500	1150	18895
4	4750	4000	6035	105	55	105	620	1058	18068
5	4250	3978	8250	96	66	160	540	1033	20115
6	4269	4267	7654	137	75	180	600	1327	20598
7	4000	3757	6589	189	53	127	450	1500	18324
8	3500	3768	5468	85	65	95	500	1235	15971
9	4170	3575	7400	100	45	122	435	1125	18373
10	5345	4890	6300	160	55	98	520	1000	19447
11	3675	5078	6167	175	76	107	480	1460	18804
12	4058	5130	8100	108	82	123	475	1357	21051
13	5300	4780	8367	94	72	157	390	1228	22192
14	5600	6060	7558	89	52	140	520	1488	23065
15	4740	5600	7250	85	60	120	450	1228	20963

Вартість наведена за одну одиницю, грн.

Методичні вказівки щодо практичних занять з навчальної дисципліни «Техніко-економічне оцінювання науково-технічних рішень» для студентів денної форми навчання зі спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» за спеціалізаціями: «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод», «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв» (освітньо-наукова програма підготовки за освітнім ступенем «магістр»)

Укладачі: к. т. н., доц. В. О. Огарь,  
асист. Н. В. Зачепа

Відповідальний за випуск завідувач кафедри САУЕ Д. Й. Родькін

Підп. до др. \_\_\_\_\_. Формат 60x84 1/16. Папір тип. Друк ризографія.  
Ум. друк. арк. \_\_\_\_\_. Наклад \_\_\_\_\_ прим. Зам. № \_\_\_\_\_. Безкоштовно.

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

