

1. Розрахунково-аналітична робота

1.1 Мета завдання

Розрахунково-аналітична робота (комплексне завдання, курсовий проект) є заключним етапом навчання студентів з дисципліни «Енергозберігаючі технології» і повинно сприяти:

- закріпленню, поглибленню, узагальненню та систематизації знань, отриманих студентами за час вивчення дисципліни;
- придбання досвіду самостійного пошуку інформації та аналітичного рішення поставлених завдань;
- формування умінь і навичок самостійної розумової праці, комплексної перевірки рівня знань і умінь;
- розвитку навичок роботи з технічною документацією, науковою та довідковою літературою.

У процесі підготовки комплексної роботи студенти вирішують оптимізаційні завдання різної тематики. Курсову роботу студенти виконують за індивідуальними завданнями.

Обов'язковою умовою виконання розрахункової роботи студентом є творче ставлення до справи в поєднанні з самостійністю виконання дорученої роботи. Для виконання роботи необхідно вивчити теоретичний матеріал у відповідних методичних вказівках і рекомендованій літературі. Під час розрахунку слід використовувати довідкові дані, надані у методичних вказівках до даної роботи, лабораторно-практичних робіт, тощо. Якщо цих даних виявиться недостатньо, або вони застарілі (у першу чергу це стосується тарифів не енергоносії) треба скористатися додатковою літературою, що публікується, наприклад, в мережі Інтернет з устаткування енергозберігаючих пристроїв і систем.

1.2 Зміст роботи

Розрахункова робота (комплексне завдання, курсовий проект) передбачає виконання наступного обсягу робіт:

1. Обчислити доцільність виконання модернізації підприємства.
2. Визначення визначити річні витрати підприємства на роботу обладнання.
3. Аналіз ринку енергозберігаючих пристроїв, технології або енергозберігаючого програмного забезпечення.

1.3 Оформлення роботи

Текстова частина

Пояснювальна записка оформлюється у відповідності з вимогами Єдиної системи оформлення конструкторської документації (ЕСКД).

Текстова частина разом з ілюстраціями виконується на одній стороні паперу формату А4 (297 x 210 мм) з полями не менше: ліве – 25 мм, верхнє і

нижнє – 20 мм, праве – 10 мм. Текст пишеться пастою темного кольору з інтервалом між рядками по трафарету № 2 або друкується з використанням комп'ютерних технологій – у редакторі Microsoft Word з використанням шрифту Times New Roman (або аналогічного) розміру – 14, інтервал між рядками – 1,2. Таблиці оформлюються шрифтом 12 розміру.

Розміщення матеріалів в роботі наступне:

- титульний аркуш;
- зміст;
- вхідні дані;
- основна частина;
- функціональна схема системи;
- перелік джерел.

Сторінки нумеруються арабськими цифрами, дотримуючись наскрізної нумерації упродовж усього тексту. Номер сторінки ставиться в правому верхньому куті тексту тим самим шрифтом, що й основна частина. Титульний аркуш включається в загальну нумерацію, але номер на ньому не ставиться. Також не ставиться номер сторінки на сторінці зі змістом.

Титульний аркуш надає відомості про назву роботи, виконавця, керівника й осіб, які його перевіряли і погоджували (Форма № Н-6.01).

Зміст друкується на окремій сторінці. До змісту включають усі складові роботи. Назви повинні повністю відповідати тексту. Номера сторінок показують початок даного матеріалу.

Вихідні дані для розрахунку розпочинаються з нової сторінки. При оформленні вхідних даних мають бути надані усі умовні позначення, значення й одиниці виміру.

Текст основної частини поділяється на розділи. Розділи повинні мати порядкові номери арабськими цифрами (1, 2 і т.д. без слова «Розділ») і назви (заголовки). Заголовки розділів необхідно починати з абзацного відступу і писати великими буквами без крапки після номера і в кінці.

Робота містить три розділи: «Обчислення енерговитрат підприємства», «Визначення показників якості споживачів електричної енергії» та «Аналіз ринку...». Якщо необхідно розділ поділяється на підрозділи, відповідно до завдань (1.1, 1.2 тощо). Назви підрозділів пишуться з абзацного відступу рядковими (маленькими) буквами (окрім першої заголовної) без підкреслення і крапок після номера і в кінці. Текст має бути чітким і не допускати різних тлумачень. При цьому слід використати терміни, позначення і визначення, рекомендовані в ДСТУ, навчальний або спеціальній літературі.

Відстань між заголовком (розділу або підрозділу) і подальшим або попереднім текстом повинно бути не менше одного рядка тексту. Не допускається розміщення назви розділу або підрозділу в нижній частині сторінки, якщо після нього розміщено один рядок тексту.

Абзацний відступ має бути однаковим упродовж усього тексту і дорівнювати 5 знакам ($\approx 1,27$ см).

Формули і рівняння розміщують безпосередньо після тексту, в якому вони згадуються, посередині рядка з відступом згори і знизу не менше одного рядка. Номер формули ставиться на її рівні в круглих дужках в крайньому правому положенні на рядку і складається з номера розділу і порядкового номера формули, розділених крапкою, наприклад, (2.4) – четверта формула другого розділу. Пояснення значення кожного символу і числового коефіцієнта, які входять у формулу, необхідно надавати безпосередньо під формулою в тій послідовності, в якій вони надані у формулі. У формулах і рівняннях латинські букви друкуються курсивом, крім математичних функцій і позначень ($\sin$, $\cos$, $\lg$, $\exp$, $\tan$ і т.ін.), та грецьких літер (η , ϕ , ρ тощо).

Перед використанням формул повинні бути надані посилання на джерела, а перед використанням числових значень – пояснення з приводу їх походження. Результати розрахунків супроводжуються вказівкою відповідних одиниць виміру. Порядок оформлення розрахунків: основна формула – підставлення числових даних без перетворення в послідовності, в якій вони наведені у формулі – кінцевий результат з вказівкою розмірності.

Перелік джерел розміщується з нового рядка і містить у собі тільки ті книги і підручники, сайти і т. ін., які були використані під час виконання роботи, і на які є посилання в тексті. Посилання на джерела записують в тексті в квадратних дужках, в яких вказують номер, за яким джерело розміщене у списку.

Мультимедійна частина

Останній розділ розрахункової роботи може бути додатково виконаний у вигляді презентації або відеофільму. Причому відеофільм може бути створений на основі презентації (сучасне програмне забезпечення, наприклад Microsoft Power Point, має можливість наложити звук доповіді на презентацію на зберегти його у вигляді відео файлу.

Оформлення презентації слід виконувати за наступними правилами:

- усі слайди повинні мати альбомну орієнтацію;
- у якості фону (основи) усіх слайдів слід використати білий фон без будь якого зображення;
- усі слайди слід виконувати у єдиному стилі (однаковий тип та розмір шрифту, одна кольорова гама);
- для текстових слайдів (без малюнків) кількість кольорів (без урахування кольору фону) не повинно перевищувати трьох;
- текст слайду повинен вільно читатися, для перевірки слайду на комп'ютері з діагоналлю монітора 20 дюймів текст повинен читатися на відстані не менше 2 метрів від монітора;
- текст слайду не повинен повторювати текст реферату (не можна читати текст з екрану), текст на екрані повинен містити лише основні положення (тези) доповіді або довідкову інформацію (таблиці, малюнки, діаграми тощо);
- мультиплікаційні ефекти при зміні слайдів слід використовувати лише у тих випадках, коли це дійсно необхідно;

- слайди не повинні бути перевантажені, за великої кількості інформації слайд необхідно розбити на декілька менш інформативних.

1.4 Вибір номер варіанту

Номер варіанту закріплюється викладачем за кожним студентом індивідуально. Номер варіанту складається із двох цифр за якими студент обирає необхідні вхідні дані. Наприклад, номер варіанту 34 – передостання цифра – 3, остання – 4. Якщо номер варіанту менше 10, то передостання цифра дорівнює 0 (наприклад 9 = 09).

1.5 Порядок захисту та оцінювання

Для отримання мінімальної позитивної оцінки «Задовільно» (60...73 балів) слід виконати усі три завдання та результати розрахунків та досліджень оформити у вигляді пояснювальної записки. У випадку коли усі завдання виконані та оформлені без помилок оцінка ставиться студенту без захисту. При наявності помилок робота не зараховується і робота повертається студенту на доопрацювання.

Для отримання оцінки «Добре» (74...89 балів) слід виконати весь обсяг робіт, зазначений у попередньому абзаці, та додатково завдання 3 оформити у вигляді презентації. Вихідний матеріал презентації слід надати викладачеві у електронному вигляді на будь-якому носії (компакт-диск, флеш-пам'ять або надіслати по електронній пошті).

Для отримання оцінки «Відмінно» (90...100 балів) слід виконати весь обсяг робіт, зазначений у попередніх абзацах, та додатково презентацію оформити у вигляді відеофільму. Для цього рекомендується у програмі Microsoft Power Point (версія 8 та вище) надиктувати текст до кожного слайду та зберегти даний матеріал у вигляді відеофільму. Вихідний матеріал відеофільму слід надати викладачеві у електронному вигляді на будь-якому носії (компакт-диск, флеш-пам'ять або надіслати по електронній пошті). Для отримання оцінки «Відмінно» за рішенням викладача робота може пройти процедуру захисту або викладачеві, або перед групою (на семінарах, лекціях, заняттях з самостійної підготовки тощо).

1.6 Умови задач та вхідні дані

Задача 1

До проведення модернізації річні витрати підприємства на енергоносії становили (Таблиця 1.1). Після проведення реконструкції річні витрати підприємства на енергоносії складають (Таблиця 1.2). Потрібно визначити:

1. Чи призвела модернізація до зменшення витрат енергії підприємством?
2. Вартість 1 тонни умовного палива до модернізації та після неї.
3. Обґрунтувати доцільність проведення модернізації.

Таблиця 1.1 – Витрати на енергоносії до модернізації, тис. Грн

Енергоносії	Передостання цифра номера варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Електроенергія	160	200	140	210	250	170	220	180	260	190
Природний газ	150		100		260		70		130	
Вугілля		80		30		70		50		20
Бензин	100	250	270	140	210	150	180	160	280	110

Таблиця 1.2 – Витрати на енергоносії після модернізації, тис. Грн

Енергоносії	Остання цифра варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Електроенергія	100	150	230	240	300	130	120	110	280	270
Теплопостачання	120		80		100		180		110	
Природний газ		110		150		160		140		220
Дизельне паливо	240	150	130	250	110	160	170	120	190	200

Задача 2

Визначити річні витрати коштів на роботу обладнання підприємства. При виконанні розрахунків тариф на реактивну потужність взяти на рівні 150% від поточного тарифу на активну потужність. Вихідні дані взяти з таблиць (Таблиця 1.3, Таблиця 1.4).

Таблиця 1.3 – Тип обладнання

Передостання цифра варіанту	Тип обладнання	Потужність, ВА	cosφ
0	Світильники «Армстронг»	100	0,6
1	Персональні комп'ютери	200	0,67
2	Телекомунікаційне обладнання	500	0,95
3	Світильники «Армстронг»	75	0,9
4	Світильники на основі ламп розжарювання	100	1
5	Обігрівачі	2200	1
6	Світильники на основі компактних люмінесцентних ламп	20	0,65
7	Мережеве обладнання	15	0,67
8	Промислове обладнання	1200	0,8
9	Комп'ютерне обладнання	350	0,67

Таблиця 1.4 – Кількість обладнання та тривалість роботи

Остання цифра варіанту	Кількість одиниць обладнання	Кількість годин роботи за добу	Кількість робочих днів за тиждень
0	10	4	2
1	20	8	3
2	15	24	7
3	11	12	6
4	22	5	5
5	13	3	2
6	8	10	1
7	15	24	5
8	12	20	4
9	14	5	7

Задача 3

Виконати аналіз ринку енергозберігаючих пристроїв або технологій, наведених у таблиці (Таблиця 1.5).

Таблиця 1.5 – Тематика досліджень ринку

Варіант		Тема дослідження
01	51	Енергоаудиторські компанії
02	52	Вітрогенератори
03	53	Відкриті сонячні колектори
04	54	Пласкі сонячні колектори
05	55	Вакуумні сонячні колектори
06	56	Сонячні батареї із монокристалічного кремнію
07	57	Сонячні батареї із полікристалічного кремнію
08	58	Паливні елементи
09	59	Міні- та мікро-гідроелектростанції
10	60	Компактні люмінесцентні лампи
11	61	Світлодіодні лампи (окрім філаментних)
12	62	Світлодіодні філаменти лампи
13	63	Комп'ютеризовані системи освітлення
14	64	Світловодні системи освітлення
15	65	Датчики присутності для систем освітлення
16	66	Датчики присутності для систем освітлення
17	67	Світлорегулятори (димери)
18	68	Пластинчасті рекуператори для систем вентиляції
19	69	Роторні рекуператори для систем вентиляції
20	70	Енергозберігаючі вікна
21	71	Віконна енергозберігаюча плівка
22	72	Газові котли
23	73	Пелетні котли
24	74	Піролізні котли
25	75	Котли на твердому паливі
26	76	Теплові насоси
27	77	Електромобілі
28	78	Гібридні автомобілі
29	79	Електровелосипеди
30	80	Автомобілі на стислому повітрі (повітромобілі)
31	81	Компенсатори реактивної потужності
32	82	Активні фільтри гармонік
33	83	Пасивні коректори коефіцієнту потужності (вбудовані в обладнання)
34	84	Активні коректори коефіцієнту потужності (вбудовані в обладнання)
35	85	Лічильники електричної енергії
36	86	Лічильники теплової енергії
37	87	Газові лічильники
38	88	Енергометри
39	89	Рідкокристалічні екрани
40	90	Екрани на органічних світлодіодах
41	91	Екрани на основі електронного паперу
42	92	Автомобільні GPS-трекери
43	93	Персональні GPS-трекери
44	94	Обладнання для виготовлення паливних гранул
45	95	Обладнання для виготовлення біопалива (окрім паливних гранул)
46	96	Енергетичні рослини
47	97	Обладнання для сонячних електростанцій
48	98	Обладнання для вітроелектростанцій
49	99	Зелений тариф (який пакет документів необхідний для побудови сонячної електростанції)
50	00	Правова основа вітрової енергетики (який пакет документів необхідний для побудови вітроелектростанції)

1.7 Методичні вказівки до виконання завдань

Задача 1

Основні теоретичні положення для вирішення цієї задачі приведені у методичних вказівках до лабораторно-практичного завдання №1.3. Перед початком вирішення цієї задачі слід визначити актуальні тарифи на енергоносії, відповідно до методичних вказівок до лабораторно-практичного завдання №1.1.

Вихідними даними для розрахунку є витрати коштів підприємства на конкретний вид енергоресурсу за рік. Для того щоб обчислити кількість даного виду енергоресурсу слід знати його вартість або тариф:

$$K_{\text{нп}} = B / T, \quad (1.1)$$

де $K_{\text{нп}}$ – кількість натурального палива (т, л, кг, м³ тощо), B – витрати підприємства на даний вид енергоресурсу (Грн), T – тариф на енергоресурс (Грн/<одиниця виміру>).

Після визначення кількості натурального енергоресурсу можна визначити еквівалентну кількість умовного палива:

$$K_{\text{уп}} = K_{\text{нп}} K_{\text{пер}}, \quad (1.2)$$

де $K_{\text{уп}}$ – кількість умовного палива, $K_{\text{пер}}$ – коефіцієнт перерахунку натурального палива в умовне, який береться із таблиці (Таблиця 1.6).

При виконанні перерахунків слід звертати увагу на те, щоб одиниці виміру $K_{\text{н}}$ та $K_{\text{пер}}$ були тотожні. Якщо ця умова не виконується слід спочатку перевести одиниці виміру $K_{\text{нп}}$ у такі, які використовуються у коефіцієнті $K_{\text{пер}}$.

Приклад обчислення витрат підприємства

До проведення модернізації річні витрати підприємства складали:

- електроенергія $B_{\text{ел1}} = 160\,000$ Грн;
- теплопостачання $B_{\text{тп1}} = 100\,000$ Грн;
- дизельне пальне $B_{\text{дп1}} = 530\,000$ Грн.

Після проведення модернізації річні витрати підприємства складають:

- електроенергія $B_{\text{ел2}} = 230\,000$ Грн;
- природний газ $B_{\text{пг2}} = 180\,000$ Грн;
- бензин $B_{\text{бз2}} = 380\,000$ Грн.

Сумарні фінансові витрати на енергоресурси підприємства до та після проведення модернізації складають:

$$\begin{aligned} B_1 &= B_{\text{ел1}} + B_{\text{тп1}} + B_{\text{дп1}} = 160\,000 + 100\,000 + 530\,000 = 790\,000 \text{ Грн,} \\ B_2 &= B_{\text{ел2}} + B_{\text{пг2}} + B_{\text{бз2}} = 230\,000 + 180\,000 + 380\,000 = 790\,000 \text{ Грн.} \end{aligned}$$

Таблиця 1.6 – Коефіцієнти перерахунку обсягів органічного палива в умовні одиниці виміру

Вид палива	Одиниця виміру	Коефіцієнт перерахунку в тонни умовного палива
Вугілля кам'яне	тонн	0,720
Брикети, окатиші та аналогічні види твердого палива з кам'яного вугілля	->-	0,561
Вугілля буре (лігніт)	->-	0,247
Брикети, окатиші та аналогічні види твердого палива з вугілля бурого (лігніту)	->-	0,558
Торф неагломерований паливний	->-	0,300
Брикети і напівбрикети торф'яні	->-	0,566
Нафта сира	->-	1,430
Газовий конденсат	->-	1,430
Газ природний	тис. м ³	1,151
Сланці горючі	тонн	0,333
Дрова для опалення	тис. щільн. м ³	0,263
Промпродукт і шлам збагачувальних підприємств чорної металургії	тонн	0,572
Кокс та напівкокс з вугілля кам'яного, вугілля бурого та торфу	->-	0,976
Авіаційний бензин	->-	1,4
Бензин моторний	->-	1,49
Паливо бензинове реактивне	->-	1,449
Інші легкі фракції	->-	1
Паливо реактивне типу керосин	->-	1
Керосин для технічних цілей	->-	1,468
Керосин для освітлення	->-	1,421
Газойлі (дизельне паливо)	->-	1
Інші середні фракції	->-	1,45
Мазути топкові важкі	->-	1,358
Пропан і бутан скраплені	->-	1
Етилен, пропілен, бутилен, бутадиїн і гази нафтові інші або вуглеводи газоподібні, крім газу природн.	->-	1
Кокс нафтовий і сланцевий	->-	1
Мастила відпрацьовані	->-	1
Присадки до мастил та палива	->-	1
Кам'яновугільний газ, одержаний шляхом перегонки в коксових печах	тис. м ³	0,571
Газ інший, не включений в перелічені групи	тис. м ³	1
Електрична енергія	тис. кВт·год	0,123
Теплова енергія	Гкал	0,143

Бачимо, що модернізація не привела до зміни сумарних фінансових витрат на енергоресурси ($B_1 = B_2$). Але змінилося як кількісне споживання енергоресурсів (наприклад, споживання електроенергії зросло), так і якісне. Можна припустити, що підприємство було відключено від міської теплоцентралі і перейшло на опалення від власної котельної, а також були замінені агрегати (наприклад, парк автомобілів), що працюють на дизельному паливі на агрегати, що працюють на бензині.

Спочатку створюється враження, що, оскільки реконструкція не принесла економічного ефекту, то і ефекту енергозбереження не спостерігається. Однак, насправді це може бути не так. Для того щоб знайти відповідь на це питання слід обчислити витрати енергоресурсів підприємства до та після модернізації в однакових одиницях виміру у якості якого слід використати умовне паливо.

Визначимо тарифи на енергоресурси, наприклад, за методикою, що була запропонована у лабораторно-практичному занятті №1.1:

- електроенергія $T_{ел} = 2,34$ Грн/кВт·год;
- теплопостачання $T_{тс} = 1415$ Грн/Гкал;
- дизельне пальне $T_{дп} = 22$ Грн/л;
- бензин (А-95) $T_{бз} = 24,3$ Грн/л;
- природний газ $T_{пг} = 10,48$ Грн/м³.

Визначимо кількість натуральних енергоресурсів до та після проведення модернізації¹:

$$\begin{aligned} K_{нп\ ел1} &= B_{ел1}/T_{ел} = 160\ 000/2,34 = 68\ 376 \text{ кВт·год}, \\ K_{нп\ тп1} &= B_{тп1}/T_{тп} = 100\ 000/1415 = 70,67 \text{ Гкал}, \\ K_{нп\ дп1} &= B_{дп1}/T_{дп} = 530\ 000/22 = 24\ 090 \text{ л}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_{нп\ ел2} &= B_{ел2}/T_{ел} = 230\ 000/2,34 = 98\ 290 \text{ кВт·год}, \\ K_{нп\ пг2} &= B_{пг2}/T_{пг} = 180\ 000/10,48 = 17\ 176 \text{ м}^3, \\ K_{нп\ бз3} &= B_{бз2}/T_{бз} = 380\ 000/24,3 = 15\ 638 \text{ л}. \end{aligned}$$

Із таблиці (

Таблиця 1.6) визначимо коефіцієнти перерахунку в умовне паливо (т.у.п. – тони умовного палива):

- електроенергія $K_{пер\ ел} = 0,123$ т.у.п./тис. кВт·год;
- теплопостачання $K_{пер\ тс} = 0,143$ т.у.п./Гкал;
- дизельне пальне $K_{пер\ дп} = 1$ т.у.п./т;
- бензин $K_{пер\ бз} = 1,49$ т.у.п./т;
- природний газ $K_{пер\ пг} = 1,151$ т.у.п./тис. м³.

Бачимо, що одиниці виміру більшості енергоресурсів відрізняються від одиниць виміру коефіцієнтів перерахунку в умовне паливо, тому виконаємо перерахунок одиниць виміру натурального палива:

¹ Оскільки період, що розглядається у даній задачі становить два роки, то за цей період тарифи можуть змінитися. У загальному випадку, при виконанні подібних розрахунків слід враховувати також можливе підвищення тарифів. У даному навчальному прикладі вважається що тарифи незмінні.

$$K_{\text{нп ел1}} = 68\,376/1000 = 68,4 \text{ тис. кВт}\cdot\text{год},$$

$$K_{\text{нп тп1}} = 70,67 \text{ Гкал},$$

$$K_{\text{нп дп1}} = 24\,090 \cdot 0,86/1000 = 20,7 \text{ т},$$

$$K_{\text{нп ел2}} = 98\,290/1000 = 98,3 \text{ тис. кВт}\cdot\text{год},$$

$$K_{\text{нп пг2}} = 17\,176/1000 = 17,2 \text{ тис. м}^3,$$

$$K_{\text{нп бз3}} = 15\,638 \cdot 0,71/1000 = 11,1 \text{ т}.$$

Кількості дизельного пального та бензину було переведено із одиниць об'єму в одиниці маси. При цьому для дизельного пального – 1 л = 0,86 кг, для бензину 1 л = 0,71 кг.

Тепер ми можемо обчислити кількість умовного палива, еквівалентного кожному енергоресурсу:

$$K_{\text{уп ел1}} = K_{\text{нп ел1}} K_{\text{пер ел}} = 68,4 \cdot 0,123 = 8,41 \text{ т.у.п.},$$

$$K_{\text{уп тп1}} = K_{\text{нп тп1}} K_{\text{пер тп}} = 70,67 \cdot 0,143 = 10,1 \text{ т.у.п.},$$

$$K_{\text{уп дп1}} = K_{\text{нп дп1}} K_{\text{пер дп}} = 20,7 \cdot 1 = 20,7 \text{ т.у.п.},$$

$$K_{\text{уп ел2}} = K_{\text{нп ел2}} K_{\text{пер ел}} = 98,3 \cdot 0,123 = 12,1 \text{ т.у.п.},$$

$$K_{\text{уп пг2}} = K_{\text{нп пг2}} K_{\text{пер пг}} = 17,2 \cdot 1,151 = 19,8 \text{ т.у.п.},$$

$$K_{\text{уп бз3}} = K_{\text{нп бз3}} K_{\text{пер бз}} = 11,1 \cdot 1,49 = 16,54 \text{ т.у.п.}.$$

Таким чином, до та після проведення модернізації загальне споживання енергоносіїв підприємством складає:

$$K_{\text{уп1}} = K_{\text{уп ел1}} + K_{\text{уп тп1}} + K_{\text{уп дп1}} = 8,41 + 10,1 + 20,7 = 39,21 \text{ т.у.п.},$$

$$K_{\text{уп2}} = K_{\text{уп ел2}} + K_{\text{уп пг2}} + K_{\text{уп бз2}} = 12,1 + 19,8 + 16,54 = 48,44 \text{ т.у.п.}.$$

Вартість 1 тони умовного палива до та після проведення модернізації:

$$V_{\text{уп1}} = B_1/K_{\text{уп1}} = 790\,000/39,21 = 20\,148 \text{ грн/т.у.п.},$$

$$V_{\text{уп2}} = B_1/K_{\text{уп2}} = 790\,000/48,44 = 16\,309 \text{ грн/т.у.п.}.$$

Отже модернізація, з одного боку призвела до збільшення споживання енергії підприємством, з другого – відносна вартість однієї тони умовного палива зменшилась 19%. Таким чином підприємство стало купувати енергію дешевше. Якщо при цьому модернізація призвела до збільшення обсягів виробництва, то можливо, що кількість енергії, яку підприємство стало витрачати на виробництво одиниці товару чи послуги зменшилось і модернізація підприємства є цілком доцільною.

Задача 2

Основні теоретичні положення для вирішення цієї задачі приведені у методичних вказівках до лабораторно-практичного завдання №2.1. Перед початком вирішення цієї задачі слід визначити актуальні тарифи на електроенергію, відповідно до методичних вказівок до лабораторно-практичного завдання №1.1.

Вихідними даними для розрахунку є електричні параметри обладнання, його кількість та час роботи. До електричних параметрів відноситься:

Активна потужність P зумовлена споживанням електричної енергії. Активна потужність – це корисна потужність, спожита від джерела живлення, та використана на роботу обладнання. Одиницями виміру активної потужності є вати – Вт.

Реактивна потужність Q зумовлена коливаннями електричної енергії між джерелом живлення та навантаженням або наявністю вищих гармонік у споживаному струмі. Реактивна потужність створює додаткове навантаження на джерело живлення і призводить до додаткових втрат енергії. Одиницями виміру реактивної потужності є вольт-ампер реактивні – VAR.

Повна потужність S – реальна потужність яку створює навантаження з урахуванням активної та реактивної складових. Одиницями виміру повної потужності є вольт-ампери – ВА.

Повна потужність пов'язана з активною і реактивною потужністю наступним співвідношенням:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (1.3)$$

Якість споживання електричної енергії оцінюється за допомогою **коефіцієнта потужності** (англ. Power factor – PF), який показує ступінь вмісту активної потужності P в повній S :

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} \quad (1.4)$$

де φ – кут зсуву (фазовий зсув) струму $i(t)$ відносно напруги $u(t)$.

З точки зору енергозбереження споживач електричної енергії повинен мати $\cos \varphi = 1$. У цьому випадку величина коливань електричної енергії $Q = 0$ VAR, а активна потужність дорівнює повній $S = P$, що відповідає мінімальній кількості втрат енергії у системі електроживлення. Однак на практиці реальне обладнання має коефіцієнт потужності менше 1. Існують наступні градації якості споживання електричної енергії за коефіцієнтом потужності:

- 0,95...1 – висока;
- 0,85...0,95 – добра;
- 0,65...0,85 – задовільна;
- 0,5...0,65 – низька;
- 0...0,5 – незадовільна.

У загальному випадку підприємство може платити кошти як активну, так і за реактивну енергію тому при визначенні кількості енергії слід визначити як кількість спожитої активної W_P енергії, так і кількість реактивної W_Q :

$$\begin{aligned} W_P &= P_{\Sigma} t_{\text{роб}}, \text{ кВт}\cdot\text{год}, \\ W_Q &= Q_{\Sigma} t_{\text{роб}}, \text{ кВАР}\cdot\text{год}, \end{aligned} \quad (1.5)$$

де P_{Σ} – загальна активна потужність, кВт; Q_{Σ} – загальна реактивна потужність, кВАР; $t_{\text{роб}}$ – загальний час роботи обладнання, год.

Загальна активна та реактивна потужність дорівнюють, відповідно, сумарній активній та реактивній потужності усього обладнання:

$$\begin{aligned} P_{\Sigma} &= \sum P_i, \text{ кВт}, \\ Q_{\Sigma} &= \sum Q_i, \text{ кВАР}. \end{aligned} \quad (1.6)$$

У випадку коли обладнання однотипне загальну активну та реактивну потужності можна визначити наступним чином:

$$\begin{aligned} P_{\Sigma} &= N_{\text{об}} P_{\text{об}}, \text{ кВт}, \\ Q_{\Sigma} &= N_{\text{об}} Q_{\text{об}}, \text{ кВАР}, \end{aligned} \quad (1.7)$$

де $N_{\text{об}}$ – кількість обладнання, $P_{\text{об}}$, $Q_{\text{об}}$, відповідно активна та реактивна потужність обладнання.

Загальний час роботи обладнання визначається як:

$$t_{\text{роб}} = N_{\text{год}} N_{\text{дб}}, \text{ год}, \quad (1.8)$$

де $N_{\text{год}}$ – кількість годин на добу, $N_{\text{дб}}$ – кількість діб роботи обладнання.

Після визначення кількості спожитої активної W_P та реактивної W_Q енергії можна визначити кількість коштів витрачених на роботу обладнання:

$$K = W_P T_P + W_Q T_Q, \text{ грн}, \quad (1.9)$$

де T_P , T_Q , відповідно тариф на активну та реактивну потужність.

Приклад обчислення витрат електричної енергії

Параметри обладнання:

- активна потужність, $P_{\text{об}} = 100 \text{ Вт}$;
- коефіцієнт потужності $\cos \varphi_{\text{об}} = 0,85$;
- кількість обладнання $N_{\text{об}} = 5$;
- час роботи – дві години на добу кожен день на протязі місяця;
- тариф на активну потужність $T_P = 2,5 \text{ грн/кВт}\cdot\text{год}$, на реактивну $T_Q = 3 \text{ грн/кВАР}\cdot\text{год}$.

Обчислюємо параметри обладнання:

$$S_{об} = P_{об} / \cos\varphi_{об} = 100 / 0,85 = 118 \text{ ВА},$$
$$Q_{об} = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{118^2 - 100^2} = 63 \text{ ВАР}.$$

Загальна активна та реактивна та реактивна потужність обладнання:

$$P_{\Sigma} = N_{об} P_{об} = 5 \cdot 100 = 0,5 \text{ кВт},$$
$$Q_{\Sigma} = N_{об} Q_{об} = 5 \cdot 63 = 0,315 \text{ кВАР}.$$

Обчислюємо час роботи:

$$t_{роб} = N_{год} N_{дб} = 2 \cdot 30 = 60 \text{ год}.$$

Кількість спожитої активної та реактивної потужності:

$$W_P = P_{\Sigma} t_{роб} = 0,5 \cdot 60 = 30 \text{ кВт} \cdot \text{год},$$
$$W_Q = Q_{\Sigma} t_{роб} = 0,315 \cdot 60 = 19 \text{ кВАР} \cdot \text{год}.$$

Кількість коштів, витрачених на роботу обладнання:

$$K = W_P T_P + W_Q T_Q = 30 \cdot 2,5 + 19 \cdot 3 = 132 \text{ грн}.$$

Задача 3

У процесі вирішення цієї задачі студент повинен самостійно виконати аналіз сучасного стану ринку однієї із технологій, пристроїв, програмного забезпечення чи послуги, яка призведе до зменшення витрат енергії на виробництві чи в повсякденному житті.

Конкретна тематика дослідження (конкретна енергозберігаюча технологія) закріплюється за студентом за відповідно варіанту, але за бажанням студента тема роботи може бути змінена але, у будь якому випадку, ця тема повинна бути узгоджена з викладачем.

Під час проведення дослідження студент повинен знайти та зафіксувати відповіді на наступні питання.

Питання №1. Яким чином технологія, що розглядається у роботі, призводить до зменшення витрат енергії?

Під час відповіді на це питання слід розкрити принцип дії технології, зокрема тої частини, що стосується енергозбереження. Для відповіді на це питання рекомендується наступний план роботи:

- Яку задачу вирішує технологія, або для чого призначений пристрій, що розглядається у роботі?

- Яким чином, або за допомогою яких пристроїв, ця задача вирішується на сьогоднішній день?
- На скільки пристрої чи послуги, що аналізуються у роботі, дозволяють зменшити витрати енергії?
- Чому виникла необхідність у використанні даної технології, чи послуги?

Питання №2. Яким чином технологія, що розглядається у роботі класифікується на сьогоднішній день?

Під час відповіді слід систематизувати пристрої, програмне забезпечення чи послуги за принципами роботи чи принципами побудови та основними параметрами. Для відповіді на це питання рекомендується наступний план роботи:

- Які типи технології, що розглядається у роботі, існують на сьогоднішній день?
- За якими основними параметрами виконується класифікація пристроїв, програмного забезпечення чи послуги?
- Які існують досягнення, проблеми та перспективи розвитку технології, що розглядається у роботі?

Питання №3. Аналіз сучасного ринку енергозберігаючої технології

У цій частині необхідно дати відповіді на наступні запитання:

- Хто є провідними вітчизняними та світовими виробниками пристроїв, програмного забезпечення чи послуг, що розглядається у роботі?
- Хто є провідними вітчизняними та світовими дистриб'юторами пристроїв, програмного забезпечення чи послуг, що розглядається у роботі?

Результат аналізу потрібно оформити у вигляді наступної таблиці.

Модель	Виробник	Дистриб'ютор	Пара-метр 1	Пара-метр 2	...	Пара-метр N	Ціна

Під час дослідження слід використовувати джерела інформації не старіше за п'ять років. У якості джерел можуть біти використані:

- книжки;
- статті у періодичних виданнях (газети, журнали, Інтернет видання);
- сайти фірм виробників чи дистриб'юторів енергозберігаючих технологій;
- офіційні матеріали з виставок, конкурсів (статті, буклети, презентації).

До всіх джерел слід критично оцінювати якість інформації. Не рекомендується використання у якості джерел інформації матеріалів із сайтів блогерів, форумів, конференцій, тощо, оскільки достовірність та якість отриманої інформації може бути під сумнівом. З великою обережністю потрібно відноситись до матеріалів, що написані напівтехнічною мовою із використанням жаргону, сленгу ненормативної лексики. На деяких сайтах ряд авторів публікує власні статті, котрі можуть бути неперевіреним матеріалом, мати неточності, опечатки та оману авторів. Не слід довіряти матеріалам із невідомих сайтів чи електронних журналів.

Максимальний обсяг звіту (реферату) не більше 6 сторінок. Реферат повинен бути оформлений відповідно до вимогам оформлення студентських робіт та містити:

- титульний аркуш (Форма № Н-6.01);
- основну текстову частину з малюнками та таблицями;
- список використаних джерел.

На всі джерела інформації повинні бути посилання у тексті.

Презентація повинна бути виконаною у редакторі Microsoft PowerPoint та призначеною для показу на проекторі з альбомною орієнтацією слайдів. Кількість слайдів та кількість інформації на слайді повинна бути обґрунтованою. Розмір шрифту повинен бути не меншим за 24. Кількість кольорів на слайді окрім малюнків та фотографій не повинна перевищувати трьох.

Стенд повинен бути виконаний на одному аркуші паперу формату А1. Мінімальний розмір шрифту не менше ніж 24. Кількість кольорів на стенді окрім малюнків та фотографій не повинен перевищувати трьох.

Приклад реферату на тему «Світлодіодні лампи»

(Увага! У прикладі збережено оригінальну орфографію і помилки студента, не використовувати як зразок.)

1. Принцип роботи світлодіодних ламп

Світлодіодні лампи (LED лампи) – це енергозберігаючі світлотехнічні вироби, які працюють на основі світлодіодів (LED) підвищеної яскравості. Завдяки своїм перевагам щодо інших типів ламп, світлодіодні лампи є одним з найперспективніших напрямів в сучасній світлотехніці.

Світлодіодна лампа є аналогом звичайної люмінесцентної лампи от тільки споживає вона в кілька раз менше електроенергії, ніж люмінісцентна. Світлодіодні лампи освітлення дозволяють знизити витрати на електрику, утилізацію ламп, експлуатаційні витрати.

Світлодіодні лампи – це абсолютно нешкідливі для екології пристрою. В їх конструкції немає токсичних речовин, загрозливих чистоту навколишнього світу і людському здоров'ю. Завдяки цьому виключається необхідність спеціальної утилізації даних джерел світла, яка нерідко вимагає вкладення значних грошових сум.



За рівнем світловіддачі, енергозберігаючими властивостями, довгим терміном використання, безпечністю та вищою природністю освітлення світлодіодні лампи значно випереджають лампи розжарювання та люмінесцентні. Але їх масове поширення ще стримує зависока ціна, хоча вони широко використовуються в рекламному та вуличному освітленні, в автомобілях та портативних ліхтариках, у підсвічуванні екранів та дитячих іграшках.

Світлодіодні енергозберігаючі лампи мають такі переваги:

- світловіддача вища в порівнянні з лампами розжарювання;
- витривалі до низьких температур;
- тривалий строк служби.

Причинами зменшення періоду служби світлодіодних ламп є незабезпеченість технічних вимог до електроживлення. При високій напрузі світлодіоди з'єднують послідовно. Різкі коливання напруги спричиняють пульсацію світлопотoku, що призводить до відмови у роботі та знижує експлуатаційний період. І тим не менш, він до 50 разів триваліший, ніж у ламп розжарювання, та в п'ятеро вищий люмінесцентних.

В наші дні, світлодіодні лампи є безумовним лідером в частині економії електрики, зберігаючи до 90 відсотків енергії порівняно з лампами розжарювання і більше 20 відсотків - порівняно з енергозберігаючими люмінесцентними лампами.

Крім того, термін служби LED лампи в 3-4 рази перевищує термін служби люмінесцентної лампи і в 30-40 разів – термін служби лампи розжарювання. Фактично, при ресурсі 30 000 годин роботи, світлодіодна лампа здатна прослужити до 20 років при середньому часі роботи 3-4 години на добу.

2 Характеристики світлодіодних ламп

Одним з пріоритетів енергетичної політики є вирішення питань енергозбереження, зокрема економії електроенергії, що витрачається на освітлення. Існуюча технологія освітлення базується на використанні широкої номенклатури ламп розжарювання. Однак лише 5-7 відсотків електроенергії, яка споживається лампою розжарювання, перетворюється на світло, решта трансформується в тепло та інші види випромінювання.

Досягнення в галузі оптоелектроніки сприяли створенню світлодіодних джерел світла з енергоефективністю, що в 8-12 разів перевищує енергоефективність ламп розжарювання. Застосування таких джерел дає змогу значно зменшити витрати електроенергії на освітлення та обслуговування електромережі, підвищити рівень екологічної безпеки, спростити створення автоматизованих систем керування мережами освітлення та світлосигнальною апаратурою.

За розрахунками фахівців Національної академії наук, заміна в Україні 30 відсотків ламп розжарювання на світлодіодні джерела світла дасть можливість заощадити близько 13,8 млрд. кВт•го електроенергії на рік та зменшити обсяг викидів вуглецю в атмосферу на 7,8 млн. тонн.

Метою цієї Програми є розроблення і організація виробництва світлодіодних джерел світла та освітлювальних систем на їх основі для суттєвого зменшення витрат електроенергії на освітлення, підвищення його якості, зниження рівня забруднення навколишнього природного середовища.

Виконання Програми дасть змогу:

1) організувати сучасне виробництво світлодіодних джерел світла, до яких належать: енергозберігаючі світлодіодні лампи з цоколем, аналогічні лампам розжарювання; освітлювальні пристрої для потреб житлово-комунального господарства; спеціальні пожежо- та вибухобезпечні світильники для шахт, рудників, вибухонебезпечних об'єктів нафтогазової та хімічної промисловості; вуличні світлодіодні світильники; стельові світлодіодні світильники для освітлення адміністративних будівель (у тому числі бюджетних установ), об'єктів промисловості; світлодіодні ілюмінаційні системи для підсвічування будинків, споруд та художньо-декоративного призначення; освітлювальні системи спеціального призначення; освітлювальні системи для транспорту;

2) забезпечити промислове виробництво енергозберігаючих світлодіодних джерел світла, енергоспоживання яких у 8-12 разів менше порівняно з лампами розжарювання, із строком служби понад 50 тис. годин; заощадити близько 400 млн. кВт•г електроенергії на рік для кожного мільйона світлодіодних ламп. У разі застосування 5-7 млн. світлодіодних ламп сума економії від зменшення витрат на електроенергію становитиме 720-1000 млн. гривень на рік, якщо вартість електроенергії становитиме 0,36 гривні за 1 кВт•г;

3) залучити і сконцентрувати інвестиційні кошти, необхідні для розвитку національної галузі виробництва світлодіодної освітлювальної

техніки, зокрема шляхом створення спеціалізованої публічної акціонерної лізингової компанії, предметом діяльності якої є надання світлодіодної освітлювальної техніки у фінансовий лізинг.

3 Аналіз сучасного ринку світлодіодних ламп

Сьогодні, на ринку України представлені десятки торгівельних марок світлодіодних ламп різної якості та за різною ціною. Найдешевші лампи від безіменних китайських цехів коштують від 30 грн., але говорити про якість світла таких ламп не доводиться.

Якісні лампи відомих виробників, таких як голландська корпорація Royal Philips, німецька Osram або американська MAXUS, коштують дорожче. Але і надійність інвестицій в цьому випадку – набагато вища.

Бал на українському ринку світлодіодного освітлення правлять американці – одній лише корпорації MAXUS, штаб квартира якої розміщена в містечку Форт Лі (штат Нью-Джерсі), належить близько 40 відсотків всього ринку LED ламп в нашій країні.

Зокрема, в рамках партнерства з ООН за програмою розвитку екологічного енергоспоживання, компанія MAXUS випустила набори з 2 і 3 світлодіодних ламп MAXUS LED за ціною, близькою до вартості однієї лампи цього виробника, що продається поштучно.

Як стверджують експерти компанії-виробника, перехід на світлодіодні лампи дозволить жителям України скоротити вжиток електроенергії більш ніж у 8 разів і заощадити від 840 до 1 042 грн. за час експлуатації кожної лампи.

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз існуючих виробників

Модель	Виробник	Яскравість світіння	Енерго-споживання	Напруга живлення	Ціна, Грн	Цоколь
Лампа світлодіодна з цоколем G13 T8 16W (аналог лампи "денного світла" 40W)	ТОВ «Сервісний центр» Україна	1890Лм	16 Вт	100-240 В	211	G13
ED-143-01 Світлодіодна лампа MAXUS MR16 3W 3000K 270Lm 220V GU5.3	Maxus США	270Лм	90Лм/Вт	220	57	GU5.3
Світлодіодна лампа E27 12Вт	Ledsorm Україна	1050	12 Вт	220 - 240	136	E27

Список використаних джерел

1. Світлодіодна лампа [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://autosavingenergy.com/energozberigauchipristroi/svitlodiodnalampa>
2. Світлодіодні лампи – освітлення майбутнього вже сьогодні [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://scp.net.ua/svitlodiodni-lampy-osvitlennya-majbutnoho-vzhe-sohodni/>
3. Державна цільова науково-технічна програма «Розробка і впровадження енергозберігаючих світлодіодних джерел світла та освітлювальних систем на їх основі» (2009-2015 рр.) [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.nas.gov.ua/ua/Sites/program/Pages/default.aspx?ffn1=ID_Prog&fft1=Eq&ffv1=11_09072008_632pkmy
4. Кінець епохи Ілліча [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://gazeta.ua/articles/science-life/_kinec-epohi-illicha/563223