

## Зв'язок між фізичними величинами

### Співвідношення між одиницями енергії

1 кВт·год = 3,6 МДж =  $859,2 \cdot 10^{-6}$  Гкал =  $122,74 \cdot 10^{-6}$  т у. п.

1 МДж = 0,278 кВт·год =  $238,67 \cdot 10^{-6}$  Гкал =  $34,09 \cdot 10^{-6}$  т у. п.

1 Гкал = 1163,87 кВт·год = 4190 МДж =  $142,85 \cdot 10^{-3}$  т у. п.

1 т у. п. = 8147,30 кВт·год = 29334,12 МДж = 7 Гкал

**Нормований ресурс** - умовне паливо - має теплотворну здатність 29,3 ГДж/т (7000 ккал/кг).

### Калорійні еквіваленти перерахунку умовного палива в натуральні види палива та енергію

#### Природний газ

1 т у. п. = 0,870 тис. м<sup>3</sup>

#### Вугілля

1 т у. п. = 1,000 т

#### Мазут

1 т у. п. = 0,690 т

#### Бензин

1 т у. п. = 0,671 т

#### Дизельне паливо

1 т у. п. = 0,690 т

#### Газ

1 т у. п. = 0,680 т

#### Теплова енергія

1 т у. п. = 7,000 Гкал

#### Електрична енергія

1 т у. п. = 8147,30 кВт·год.

### Префікси та множники системи SI на позначення кратних одиниць

Преф.	тера	гіга	мега	кіло	гекто	дека	деци	санти	мілі	мікро	нано	піко
Позн.	Т	Г	М	к	г	да	д	с	м	мк	н	п
Крат.	$10^{12}$	$10^9$	$10^6$	$10^3$	$10^2$	10	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-6}$	$10^{-9}$	$10^{-12}$

## Оцінка економічної ефективності впровадження енергозберігаючих заходів (ЕЗЗ)

Визначення економічної ефективності проводиться з метою прийняття рішень про доцільність реалізації ЕЗЗ. Вибір ЕЗЗ проводиться шляхом техніко-економічного порівняння варіантів. Оцінка економічної ефективності інвестицій в заходи з енергозбереження (капітальні вкладення) базується на визначенні показників виробничої діяльності об'єкта, що споживає ПЕР. Розмір капітальних вкладень та поточних витрат визначають по діючих тарифах, цінах, нормах та нормативах.

Критеріями економічної ефективності можуть бути:

- затрати на розробку, впровадження та експлуатацію;
- економічний ефект від впровадження (прибуток, рентабельність, період окупності);
- співвідношення затрат та економічного ефекту, вираженого у певній формі.

### Показники визначення економічної ефективності ЕЗЗ

#### Прибуток від впровадження ЕЗЗ

$$\Pi_t = E_t - Z_t, \quad (1)$$

де  $\Pi_t$  – прибуток, отриманий від реалізації ЕЗЗ на  $t$ -му році, грн;  $E_t$  – економія, отримана від реалізації ЕЗЗ на  $t$ -му році, грн;  $Z_t$  – затрати на реалізацію ЕЗЗ на  $t$ -му році, грн.

#### Чиста поточна вартість (NPV)

Це найвідоміший і найуживаніший критерій. У літературі зустрічаються й інші його назви: чиста наведена вартість, чиста наведена цінність, дисконтовані чисті вигоди.

NPV являє собою дисконтовану цінність проекту (поточну вартість доходів або вигод від зроблених інвестицій). NPV дорівнює різниці між майбутньою вартістю потоку очікуваних вигод і поточною вартістю нинішніх і наступних витрат проекту протягом усього його циклу.

Для розрахунку NPV проекту необхідно визначити ставку дисконту, використати її для дисконтування потоків витрат та вигод і підсумувати дисконтовані вигоди й витрати (витрати зі знаком мінус). При проведенні фінансового аналізу ставка дисконту звичайно є ціною капіталу для фірми. В економічному аналізі ставка дисконту являє собою закладену вартість капіталу, тобто прибуток, який міг би бути одержаний при інвестуванні найприбутковіших альтернативних проектів.

Якщо NPV позитивна, то проект можна рекомендувати для фінансування. Якщо NPV дорівнює нулю, то надходжень від проекту вистачить лише для відновлення вкладеного капіталу. Якщо  $NPV \leq 0$  – проект не приймається.

Розрахунок NPV робиться за формулою:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}, \quad (2)$$

де  $B_t$  – вигоди проекту в рік  $t$ ;  $C_t$  – витрати на проект у рік  $t$ ;  $i$  – ставка дисконту;  $n$  – тривалість проекту.

Основна перевага NPV полягає в тому, що всі розрахунки проводяться на основі грошових потоків, а не чистих доходів. Окрім того, ефективність головного проекту можна оцінити шляхом сумування NPV його окремих підпроектів. Це дуже важлива властивість, яка дає змогу використовувати NPV як основний критерій при аналізі інвестиційного проекту.

Основна вада NPV полягає в тому, що її розрахунок вимагає детального прогнозу грошових потоків на строк життя проекту. Часто робиться припущення про постійність ставки дисконту.

Правила роботи з критерієм чистої поточної вартості:

1. проекти приймаються тільки тоді, коли NPV більша нуля.
2. за наявності бюджетних обмежень обирається такий проект, який максимізує NPV.

Однак, при застосуванні NPV виникають такі труднощі:

1. складно визначити NPV у проектах, до яких входять дрібніші проекти
2. при порівнянні проектів різної тривалості за NPV необхідне використання спеціальних процедур приведення строків до порівнюваного періоду.

### **Внутрішня норма рентабельності (IRR)**

Зустрічаються й інші назви: внутрішня ставка рентабельності, внутрішня ставка доходу, внутрішня норма прибутковості. IRR проекту дорівнює ставці дисконту, при якій сумарні дисконтовані вигоди дорівнюють сумарним дисконтованим витратам, тобто IRR є ставкою дисконту, при якій NPV проекту дорівнює нулю.

IRR дорівнює максимальному відсотку за позиками, який можна платити за використання необхідних ресурсів, залишаючись при цьому на беззбитковому рівні.

Розрахунок IRR проводиться методом послідовних наближень величини NPV до нуля при різних ставках дисконту. Розрахунки проводяться за формулою:

$$\sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} = 0,$$

На практиці визначення IRR проводиться за допомогою такої формули:

$$IRR = A + \frac{a \cdot (B - A)}{(a - b)},$$

де  $A$  – величина ставки дисконту, при якій  $NPV > 0$ ;  $B$  – величина ставки дисконту, при якій  $NPV < 0$ ;  $a$  – величина позитивної  $NPV$ , при величині ставки дисконту  $A$ ;  $b$  – величина негативної  $NPV$ , при величині ставки дисконту  $B$ .

Якщо значення IRR проекту для приватних інвесторів більше за існуючу ставку рефінансування банків, а для держави – за нормативну ставку дисконту, і більше за IRR альтернативних проектів з урахуванням ступеня ризику, то проект може бути рекомендований для фінансування.

Істотна різниця  $NPV$  та IRR полягає в тому, що використання IRR завжди веде до використання одного й того самого проекту, натомість вибір за  $NPV$  залежить від вибраної ставки дисконту. Вибір проектів за  $NPV$  правильний настільки, наскільки правильно обрано ставку дисконту.

При застосуванні IRR виникають такі труднощі:

- неможливо дати однозначну оцінку IRR проектів, у яких зміна знака  $NPV$  відбувається більше одного разу
- при аналізі проектів різного масштабу IRR не завжди узгоджується з  $NPV$
- застосування IRR неможливе для вибору альтернативних проектів відмінного масштабу, різної тривалості та неоднакових часових проміжків.

### **Коефіцієнт вигод/витрат (BCR)**

BCR є відношенням дисконтованих вигод до дисконтованих витрат. Основна формула розрахунку:

$$BCR = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}}$$

Критерій відбору проектів полягає в тому, щоб вибрати всі незалежні проекти з коефіцієнтами BCR, більшими або рівними одиниці. При застосуванні цього критерію слід пам'ятати, що коефіцієнт BCR має такі недоліки:

- може давати неправильні ранжирування за перевагою навіть незалежних проектів
- не годиться для користування при виборі взаємовиключних проектів
- не показує фактичну величину чистих вигод

Критерій BCR може бути використаний для демонстрації того, наскільки можливе збільшення витрат без перетворення проекту на економічно непривабливий. Основна перевага критерію полягає в можливості швидкого з'ясування його значень для оцінки впливу на результати проекту рівнів ризиків та невпевненостей.

### **Визначення модифікованої BCR (MBCR)**

MBCR ( $i$ ) дорівнює значенню ставці дисконту, яка прирівнює поточну вартість витрат ( $C_t$ ) та поточну вартість вигод ( $B_t$ ) за життєвий цикл проекту за умови, що всі чисті вигоди реінвестуються під реальну вартість капіталу ( $r$ ):

$$\sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=1}^T \frac{B_t (1+r)^{T-t}}{(1+i)^T}$$

### **Індекс прибутковості (PI)**

PI – є відношенням суми наведених ефектів до величини інвестицій

$$PI = \frac{1}{k} \cdot \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}$$

PI тісно пов'язаний з NPV. Якщо NPV позитивна, то й PI > 1, і навпаки. Якщо PI > 1, проект ефективний, якщо PI < 1 – неефективний.

### **Простий термін окупності (ТОК)**

Використовується переважно в промисловості. Він указує кількість років, потрібних для відшкодування капітальних витрат проекту з чистих сумарних доходів проекту. Критерій прямо пов'язаний з відшкодуванням капітальних витрат у найкоротший період часу і не сприяє проектам, які дають великі вигоди лише згодом. Він не може слугувати за міру прибутковості, оскільки грошові потоки після строку окупності не враховують.

$$T_{OK} = \text{Затрати} / \text{Дохід}$$

### **Правила використання критеріїв**

Якщо існують загальні бюджетні обмеження та витрати змінюють знак не більше одного разу, то для ранжирування проектів використовують коефіцієнт вигоди/витрати або внутрішню норму рентабельності. Якщо немає ні

бюджетних обмежень, ані обмежень на доступність грошей, тоді при нестабільності знака потоку використовують тільки чисту поточну вартість, при стабільності – NPV та IRR.

Для відбору взаємовиключних проєктів застосовується NPV. При високому ступені непевності використовується строк окупності.

У разі труднощів з вираженням вигод у грошовій формі розглядаються або постійні витрати для більшості комплектуючих продуктів, або найменші витрати для менш складних продуктів.

## Основні характеристики засобів вимірювання

### Тепловізор

Тепловізор, призначений для знімання зображень в інфрачервоному діапазоні хвиль. Допомагає виявити проблему до того, як відбудеться відмова, що дозволить уникнути великих затрат на ремонт. Мінімальна різниця об'єкта і його фону 0,1 град. при температурі +30 град. Тепловізори поставляються з програмним забезпеченням, необхідним для зберігання і аналізу інфрачервоних зображень та для створення професійних звітів

### Ультразвукові витратоміри

Призначені для вимірювання витрати рідини в заповнених трубах, без втручання в трубопровід і за відсутності бульбашок газу та суспензії в потоці. Від 0 до 1500 м<sup>3</sup>/год.; уніфікований сигнал 4 - 20 мА.  
Наявність накопичувача даних і порту для підключення до ЕОМ

### Газоаналізатори

Призначені для визначення складових газів у пробі, що відбирається. Застосовуються для аналізу димових газів, налаштування обладнання котельень і об'єктів, що споживають ПЕР, технічного та екологічного моніторингу.

У мінімальному виконанні:

O<sub>2</sub> - від 0 до 20,9 %

CO<sub>2</sub> - від 0 до 1 %.

Вимірювання температури газів, програмування на склад палива з визначенням CO<sub>2</sub> розрахунковим шляхом, наявність запам'ятовувального та друкувального пристрою

### Цифрові термометри

Призначені для вимірювання температури в широкому спектрі установок і діапазонів (з використанням термопар різного призначення).

Від - 50 до 1500° С

Можливість використання з термопарами різного типу

### Повітряні термопари

Призначені для вимірювання навколишньої температури і використовуються разом із цифровим термометром.

Від - 50 до 100° С

Тип будь-який

### **Накладні термомари**

Призначені для вимірювання температури середовища через металеву стінку і використовуються разом із цифровим термометром.

Від - 50 до 600° С

Тип будь-який

### **Контактні термомари**

Призначені для контактного вимірювання температури середовища і використовуються разом із цифровим термометром.

Від - 50 до 1500° С

Тип будь-який

### **Інфрачервоні термометри**

Призначені для безконтактного (дистанційного) вимірювання температури.

Від 0 до 2000° С

Наявність підстроювання коефіцієнта випромінювання поверхні

### **Аналізатори електроспоживання**

Призначені для вимірювання та реєстрації протягом тривалого часу параметрів трифазних та однофазних електричних мереж.

Напруга від 120 до 1000 В; струм від 0 до 2000 А; визначення  $\cos\phi$  та частоти; інтервал осереднення від 15 хвилин до 12 годин.

Наявність оптичного датчика (для зчитування показань із лічильників зі стрілочними або дисковими механізмами), а також накопичувача даних і порту для підключення до ЕОМ

### **Струмовимірювальні лещата**

Призначені для миттєвих вимірювань параметрів трифазних й однофазних електричних мереж.

Напруга від 120 до 1000 В; струм від 0 до 2000 А; визначення  $\cos\phi$  та частоти

### **Накопичувачі даних**

Призначені для записування через певні інтервали часу у внутрішній пам'яті приладу числових значень, що характеризують той або інший параметр.



Є універсальним приладом, оскільки може здійснювати розпізнавання та оброблення (будучи одночасно аналого-цифровим перетворювачем) сигналів, що надходять практично в будь-якому стандартному форматі від 4 до 20 мА, до 20 В

### **Обробка уніфікованих сигналів:**

від 0 до 15 мА,  
від 4 до 20 мА,  
від 20 до 20 В;  
термопарні входи від 8 шт.

### **Ультразвукові товщиноміри**

Призначені для визначення товщини стінок труб та інших предметів. Використовується, як правило, разом з витратоміром.

Від 0 до 200 мм

### **Доплеровські ультразвукові витратоміри**

Призначений для вимірювання витрати рідини в заповнених трубопроводах, без втручання в трубопровід і за обов'язкової наявності бульбашок газу та суспензії в потоці.

Від 0 до 1500 м<sup>3</sup>/год.

Наявність накопичувача даних і порту для підключення до ЕОМ

### **Анемометри**

Призначені для вимірювання швидкості потоку при наявності відкритого доступу.

Від 0 до 50 м/с

### **Диференціальні манометри**

Призначені для вимірювання швидкості потоку в закритих каналах.

Від 0 до 100 м/с

Наявність певного набору трубок Піто

## Математичне моделювання питомих витрат ПЕР

### Загальна математична модель витрат ПЕР

$$\hat{y} = f(x, a, b, c, \dots),$$

де  $\hat{y}$  - оціночне значення витрат ПЕР;  $x$  – обсяг виробництва продукції за рік;  $a, b, c$  – параметри моделі.

Найпростішою математичною моделлю є лінійна модель виду

$$\hat{y} = a + bx.$$

Параметри моделі визначаються за допомогою методу найменших квадратів із наступних виразів

$$a = \frac{\sum_{i=1}^N y_i \cdot \sum_{i=1}^N (x_i)^2 - \sum_{i=1}^N x_i \cdot \sum_{i=1}^N x_i y_i}{N \cdot \sum_{i=1}^N (x_i)^2 - \left( \sum_{i=1}^N x_i \right)^2}$$

$$b = \frac{N \cdot \sum_{i=1}^N x_i y_i - \sum_{i=1}^N x_i \cdot \sum_{i=1}^N y_i}{N \cdot \sum_{i=1}^N (x_i)^2 - \left( \sum_{i=1}^N x_i \right)^2}$$

де  $x_i$  – обсяг виробництва продукції за попередні роки;  $y_i$  – витрати ПЕР по попередніх роках на виробництво продукції;  $N$  – кількість попередніх років, за які проводиться аналіз енергоспоживання.

Для оцінки щільності лінійного зв'язку використовується коефіцієнт кореляції

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(N-1) \cdot S_x \cdot S_y},$$

де  $\bar{x}, \bar{y}$  - середні значення обсягів виробництва продукції та витрат ПЕР;  
 $S_x, S_y$  – вибіркове середньоквадратичне відхилення

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}}$$

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}{N-1}}$$

Показники щільності зв'язку

Величина r	0,1 – 0,3	0,3 – 0,5	0,5 – 0,7	0,7 – 0,9	>0,9
Щільність зв'язку	слабка	помірна	істотна	висока	дуже висока

Щільність лінійного зв'язку є достатньою при  $r > 0,6$ .

## Опитувальний лист об'єкта замовника

---

(повна назва об'єкта, що споживає ПЕР)

1 Вид власності

---

2. Адреса

---

3 Телефон

4 Факс

5 E-mail

6 www

7 Реквізити

8 Керівники

9 Рік заснування

10 Загальна площа території, м<sup>2</sup>

11 Будівлі

12 Чисельність працюючих

13 Організаційна структура

14 Відомості про обсяг, асортимент продукції, енергоємність а також супутні товари та послуги

20\_р.

20\_р.

20\_р.

20\_р.

20\_р.

15 Відомості про споживання паливно-енергетичних ресурсів на об'єкті (електроенергія, котельно-пічне паливо, теплова енергія, стиснене повітря, моторне паливо, вода)

20\_р.

20\_р.

20\_р.

20\_р.

20\_р.

16 Відомості про продаж паливно-енергетичних ресурсів на об'єкті, за рік (електроенергія, котельно-пічне паливо, теплова енергія, стиснене повітря, моторне паливо, вода)

20\_р.

20\_р.

20\_р.

20\_р.

20\_р.

17 Відомості про ціни та тарифи на споживані паливно-енергетичні ресурси (електроенергія, котельно-пічне паливо, теплова енергія, стиснене повітря, моторне паливо, вода)

20\_р.

20\_р.

20\_р.

20\_р.

20\_р.

18 Відомості про технічний облік споживання енергоносіїв та води

Найменування енергоносія

19 Відомості про трансформаторні підстанції (тип, кількість і сумарна потужність трансформаторів)

20 Відомості про компресорне устаткування

21 Відомості про холодильне устаткування

22 Відомості про склад і роботу котельні

23 Відомості про систему паропостачання

24 Відомості про систему опалення будівель, споруд та цехів

25 Відомості про системи гарячого та холодного водопостачання будівель, споруд та цехів об'єкта

26 Відомості про системи гарячого та холодного водопостачання будівель,

27 Відомості про технологічне устаткування, що використовує теплову енергію (пара, гаряча вода)

28 Відомості про технологічне устаткування та агрегати, що використовують паливо

29 Відомості про використання вторинних енергоресурсів, альтернативних (місцевих) і відновлюваних джерел енергії

## СИСТЕМА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТА ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ

зі звіту "Про результати експрес-обстеження енергогосподарського авіаційного виробничого об'єднання", виконаного НТИЦ ЭТТ МЭИ й ТОО "Інтехенерго" під керівництвом Генерального директора, к.т.зв., доц. А.Г.Вакулко й зав.лаб. А.А.Злобіна, м.Москва 1997 р.

1. Загальна характеристика системи електропостачання, стан приладного обліку та контролю
2. Аналіз роботи основного електрообладнання авіаційного підприємства та міра його використання. Укрупнена оцінка потенціала енергосбереження у системі електропостачання
3. Основні напрямки та заходи енергосбереження у системі електропостачання

### **1. Загальна характеристика системи електропостачання, стан приладного обліку та контролю**

Електропостачання авіаційного підприємства здійснюється від підстанції Зеландсько-Ленінська (Південні мережі) напругою 110 кВ (основна територія) і від підстанції "Леніно" (Міські мережі) напругою 35 кВ (філія).

На ГПП 110 кВ основній території авіаційного підприємства встановлено 2 трансформатори типу ТРДН-25000/110/6,3/6,5 з регулюванням під навантаженням. Середнє навантаження ГПП зимового добового графіка грудня 1996 р. - 18-20 МВА, тобто середній коефіцієнт завантаження  $K_z$  кожного трансформатора становить величину 0,35-0,4, що значно менше нормативного значення середнього завантаження 0,7-0,8.

Максимальне значення сумарного навантаження трансформаторів  $T_1$  і  $T_2$  ГПП становить 25-27 МВА ( $K_z = 0,5-0,55$ ), що також багато менше нормативного коефіцієнта завантаження. Слід зазначити, що тривалість такого завантаження не перевищує 4-5 годин на добу в період опалювального сезону при температурі зовнішнього повітря від  $-10^{\circ}\text{C}$  до  $-30^{\circ}\text{C}$ .

Таким чином, можна затверджувати, що ГПП має значні резерви збільшення потужності навантаження (майже в 2 рази) по основній території авіаційного підприємства.

На підстанції 35 кВ, розташованій на території філії, встановлено також 2 трансформатори, крім навантаження території

філії авіаційного підприємства, здійснюють електропостачання ЖКХ і субабонентів.

Середнє навантаження за зимову добу 1996 р. становлять 8-9 МВА,  $K_{з,сер} = 0,25-0,28$ , що в 2,5-3 рази менше нормативного значення. Максимальне значення  $K_3$  також невелике й становить величину 0,3, що свідчить про значні резерви трансформаторних потужностей.

На основній території й на площадці філії встановлено цехових 117 трансформаторів сумарною номінальною потужністю 122710 кВА, що практично дорівнює сумарної встановленої потужності навантаження авіаційного підприємства й свідчить про значне недовантаження більшої частини цехових трансформаторів.

Дійсно, якщо сумарна потужність трансформаторів напругою 110 і 35 кВ становить 82 МВА й вони завантажені не більш, ніж на половину, то  $K_{з,макс}$  цехових трансформаторів становить 0,3-0,35, що дозволяє рекомендувати:

- провести додаткові обстеження цехових ТП і їхніх навантажень із метою визначення реального завантаження;
- розробити пропозиції по відключенню недовантажених трансформаторів і зміні схеми електропостачання цехів.

Це, по суті, організаційно технічний захід дозволить зменшити електроспоживання приблизно на 1% і заощадить не менш 1 млн. кВт\*год у рік.

На авіаційному підприємстві налагоджений комерційний і технічний облік споживання електроенергії. На ГПП 110 кВ на стороні 6 кВ установлені 4 пари лічильників комерційного обліку активної й реактивної енергії (відповідно на кожному з уведень, що живить секції I-IV підстанції). На підстанції 35 кВ установлена 6 пар лічильників комерційного обліку активної й реактивної енергії. На кожній з живильних підстанцій є підсумовуючі лічильники, відповідно:

$\sum M_{110}$	лічильник активної енергії на ГПП 110 кВ на стороні 6 кВ для головних споживачів авіаційного підприємства;
$\sum M_{35}$	лічильник активної енергії на підстанції 35 кВ на стороні 6 кВ, для споживачів електроенергії філії;
$\sum M_{жкх}$	лічильник активної енергії на підстанції 35 кВ на стороні 6 кВ для споживачів ЖКХ і субабонентів.

Облік ведеться, в основному, за допомогою індукційних лічильників типу САЗУ-І670М і СР4 В-І673 шляхом прямого зчитування показань із панелі лічильника й наступного визначення дійсних витрат електроенергії.

Технічний облік електроспоживання ведеться за допомогою 312 лічильників активної енергії. Недолік такого способу обліку електричної енергії очевидний і пов'язаний з відсутністю автоматизації обліку й наступного оперативного аналізу.

Пропонується під час поглибленого обстеження енергогосподарства авіаційного підприємства розглянути питання про впровадження автоматизованої системи контролю й обліку енергоносіїв (АСКОЕ). Такі системи АСКОЕ призначені для комерційного й технічного обліку відпустки й споживання енергоресурсів (електроенергія, гаряча й холодна вода, водяна пара, стиснене повітря й т.д.) і дозволяють налагодити систему збору, обробки, подання, аналізу й вироблення цілеспрямованих рішень зниження енерговитрат і фінансових засобів на енергоресурси.

Досвід впровадження й використання таких систем показали, що строк окупності їх становить, як правило, не більше 6 місяців. АСКОЕ дозволяють налагодити систему моніторингу й знизити енергоспоживання й фінансові витрати від 10 до 20% для різних енергоносіїв.

## **2. Аналіз роботи основного електроустаткування авіаційного підприємства й ступеня його використання. Укрупнена оцінка потенціалу енергозбереження в системі електропостачання**

Сумарна встановлена потужність електроспоживаючого встаткування авіаційного підприємства становить 128436 кВт, з яких 82% встановленої потужності доводиться на електроустаткування основної території (105335 кВт) і 18% - на філію (23101 кВт).

Структура встановлених потужностей електроспоживаючого встаткування по напрямках використання представлена на рис.Е.1

Як видно з рисунку, найбільша частка встановленої потужності (19,9%) доводиться на термічне встаткування. До термічного встаткування ставляться електричні нагрівальні (44 шт.) і термічні печі (71 шт.) сумарною потужністю 25553 кВт.

Ступінь і ефективність використання термічного встаткування варто особливо розглянути під час проведення поглибленого обстеження. Відзначимо, що в цей час на авіаційному підприємстві велика увага приділяється організації використання цього енергоємного встаткування. Розроблено й діє графік включення й регулювання режиму термічного встаткування, що дозволяє змістити найбільші значення графіка навантаження на нічний час і, тим самим, значно знизити витрати авіаційного підприємства на оплату за заявлений максимум.



**Структура установленных мощностей  
электропотребляющего оборудования  
ИАПО по направлениям использования**



$$P_{уст\Sigma} = 128436 \text{ кВт}$$

Рис.Е.1. Структура встановлених потужностей

Електроустаткування верстатного парку має ледве меншу частку в структурі встановлених потужностей і становить 18,9% або 24292 кВт. По відомостях працівників енергозавода ступінь

використання цього устаткування досить висока й, як видно, не зажадає значної уваги під час поглибленого обстеження.

Ступінь використання насосного встаткування (11,6% або 14906 кВт) і вентиляційних систем (9,1% або 11649 кВт) досить висока. Під час експрес-обстеження була відзначена необхідність додаткового поглибленого аналізу балансу повітрообміну в цехах і відділах авіаційного підприємства, що дозволить об'єктивно оцінити потенціал і резерви економії електричної й теплової енергії в системах водо- і повітропостачання.

Зварювальне встаткування має встановлену потужність 12459 кВт, що становить 9,7% у структурі потужностей електроустаткування. По експертній оцінці аудиторів і фахівців заводу, ступінь використання цього встаткування невисока й становить не більше 0,2. Тому додаткового поглибленого обстеження на подальшій стадії аудита цього встаткування, очевидно, не буде потрібно.

Установлена потужність компресорного встаткування становить 10029 кВт (7,8%). У той же час, за даними працівників енергозавода, річне споживання електроенергії в 1996 р. дорівнює 12,4 млн. кВт\*год, що становить 12,5% у загальній структурі електроспоживання.

При цьому, турбокомпресорна, із зазначеного електроспоживання компресорним устаткуванням, витрачає 9,3 млн. кВт\*год, тобто 75% електроенергії, споживаної всіма компресорами авіаційного підприємства в 1996 р.

Практика енергоаудита показує більшу частку втрат при виробництві, передачі й споживанні стисненого повітря, які часто становлять від 30 до 60%. У розділі 5 даного звіту докладно розглянуте питання повітропостачання й можливих резервів економії стисненого повітря, а, отже, і електроенергії.

Для детального розглянутого питання повітропостачання й розробки заходів і технічних рішень, що підвищують ефективність роботи всієї системи стисненого повітря, пропонуємо провести поглиблене обстеження. Потенціал економії електроенергії в цьому напрямку може скласти до 20% (або більше 2,5 млрд. руб. економії). Системи висвітлення мають також значну встановлену потужність, що перевищує 10Мвт. Слід зазначити, що освітлювальні установки (ОУ) на 90% виконані з використанням ламп розжарювання (ЛР), що мають не менш, ніж в 3 рази, меншу ефективність, чим лампи ДРЛ, люмінесцентні лампи (ЛЛ) або компактні люмінесцентні лампи (КЛЛ).

Крім цього, термін служби ламп накаливання не перевищує 1000 год, у той час як ОУ на ДРЛ мають термін служби до 5 тис. годин.

Слід зазначити, що по експертній оцінці електроспоживання ОУ становить 6-8 млн. кВт\*год або 6-8% від загального електроспоживання.

Пропонується розглянути систему висвітлення авіаційного підприємства під час поглибленого обстеження з метою забезпечення СНіП, а також значного зниження електроспоживання за рахунок застосування більше ефективних ОУ, удосконалювання організації роботи цієї системи (проведення робіт із секціонування, автоматичному включенню-відключенню ОУ залежно від освітленості приміщень). Це додатково дозволить знизити заявлений максимум на 3-5% і істотно знизити електроспоживання об'єднання (до 5%) і одержати значну економію в грошовому вираженні до 200 млн. грн.

### **3. Основні напрямки й заходи енергозбереження в системі електропостачання**

Продовжити роботи зі створення єдиної системи обліку споживання електроенергії поряд з іншими енергоресурсами. Провести роботи з аналізу технічної можливості впровадження автоматизованої системи обліку електроенергії й інших енергоресурсів на сучасній елементній базі, оцінити можливі матеріальні й фінансові витрати для реалізації АСКУЕ й ефективність її впровадження.

Для реалізації даного заходу необхідно провести роботи з відновлення, а в ряді випадків, і розробку виконавчих схем електропостачання. При цьому варто провести інвентаризацію енергетичного встаткування, звернувши особливу увагу на відповідність реальної потужності рухового навантаження нормативним вимогам установки.

Так, при завищених потужностях двигунів і коефіцієнті завантаження менш 0,45 різко знижується ККД і  $\cos\phi$  двигуна. Крім цього, при розробці (відновленні) виконавчих схем варто розглянути питання про оцінку можливості організації перемикавання навантаження на одну групу трансформаторів і відключенні іншої частини цехових трансформаторів. Цим можна знизити електроспоживання заводу від 0,5 до 2%.

Особливо важливим є питання надійності електропостачання цехів, що мають верстати з ЧПУ. Тут необхідно:

- розвести силові кола двигунів навантаження й кола живлення процесорів керування;
- розглянути комплекс технічних і економічних питань забезпечення надійного електроживлення електронної частини верстатів зі ЧПУ.

- провести комплекс робіт з аналізу реального завантаження цехових трансформаторних підстанцій з метою відключення частини трансформаторних потужностей.

Як показав аналіз електроспоживання, середні значення  $K_{з.ТП} = 0,3-0,35$ .

При реалізації робіт з перегрупування навантаження по цеховим ТП, представляється можливим відключити, як мінімум, половину трансформаторів і одержати економію електроенергії не менш 1 млн. кВт\*г.

Провести поглиблене інструментальне обстеження системи освітлення об'єднання з урахуванням специфіки роботи ОУ для різних підрозділів заводу й розробити пропозиції по підвищенню ефективності роботи освітлювальних установок.

Більша частина ОУ (до 50%) виконана за допомогою ламп розжарювання (ЛР), ефективність яких становить від 9 до 15 лм/Вт. Кращі зразки ртутних ламп (ДРЛ), а також люмінесцентних ламп (ЛЛ), використовуваних в промисловості, мають цей показник ефективності від 30 до 50 лм/Вт і термін служби в 6-8 разів більший, ніж у ЛР.

В останні роки на вітчизняних заводах випускаються компактні люмінесцентні лампи (КЛЛ), які без технічної переробки існуючих арматур, дозволяють знизити Руст ламп накаливання потужністю 60-100 Вт у 5 разів.

# Методичні рекомендації для визначення теплоти на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання

## А. Визначення витрати теплоти на опалення

Максимальну витрату теплоти на опалення визначають по так званому розрахунковому значенню зовнішньої температури для опалення  $t_{з.о}$ , яке дорівнює значенню середньої температури найбільш холодних п'ятиденок, узятих з восьми найбільш холодних зим за 50-ти річний період за формулою:

$$Q_o = q_o (t_{вн} - t_{з.о}) V_з, \quad (Ж.1)$$

де  $t_{вн}$  - розрахункова температура повітря усередині опалювальних приміщень, прийнята для житлових і суспільних будинків  $18^{\circ}\text{C}$ , а для виробничих задній по характерній температурі в приміщеннях виробничих цехів,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$q_o$  - питома витрата тепла на  $1 \text{ м}^3$  будинки по зовнішньому обмірюванню (опалювальна характеристика будинку, дорівнює тепловтратам одного  $\text{м}^3$  будинку при різниці внутрішньої й зовнішньої температур  $1^{\circ}\text{C}$ ),  $\text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{К})$  або  $\text{ккал}/(\text{м}^3 \cdot \text{год} \cdot ^{\circ}\text{C})$ ;

$V_з$  - зовнішній будівельний об'єм будинків (без підвалів),  $\text{м}^3$ .

Питомі опалювальні характеристики житлових, суспільних і виробничих будинків можна вибирати по таблицям Ж.1-Ж.3.

Таблиця Ж.1. Опалювальні характеристики житлових будинків

Зовнішній будівельний об'єм будинків $V$ , $\text{м}^3$	Питома опалювальна характеристика будинків $q_o$ , $\text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{К})$ [ $\text{ккал}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч} \cdot ^{\circ}\text{C})$ ]	
	будівлі до 1958р.	будівлі після 1958р.
100	0,86 (0,74)	1,07 (0,92)
200	0,77 (0,66)	0,95 (0,82)
300	0,72 (0,62)	0,91 (0,78)
400	0,70 (0,60)	0,86 (0,74)
500	0,68 (0,58)	0,83 (0,71)

600	0,65 (0,56)	0,80 (0,69)
700	0,63 (0,54)	0,79 (0,68)
800	0,62 (0,53)	0,78 (0,67)
900	0,61 (0,52)	0,77 (0,66)
1000	0,59 (0,51)	0,76 (0,65)
1100	0,58 (0,50)	0,72 (0,62)
1200	0,57 (0,49)	0,70 (0,60)
1300	0,56 (0,48)	0,69 (0,59)
1400	0,55 (0,47)	0,68 (0,58)
1500	0,55 (0,47)	0,66 (0,57)
1700	0,54 (0,46)	0,64 (0,55)
2000	0,52 (0,45)	0,62 (0,53)
2500	0,51 (0,44)	0,61 (0,52)
3000	0,50 (0,43)	0,58 (0,50)
3500	0,49 (0,42)	0,56 (0,48)
4000	0,46 (0,40)	0,55 (0,47)
4500	0,45 (0,39)	0,54 (0,46)
5000	0,44 (0,38)	0,52 (0,45)
6000	0,43 (0,37)	0,50 (0,43)
7000	0,42 (0,36)	0,49 (0,42)
8000	0,41 (0,35)	0,48 (0,41)
9000	0,39 (0,34)	0,46 (0,40)
10000	0,38 (0,33)	0,45 (0,39)
11000	0,37 (0,32)	0,44 (0,38)
12000	0,36 (0,31)	0,44 (0,38)

13000	0,35 (0,30)	0,43 (0,37)
14000	0,35 (0,30)	0,43 (0,37)
15000	0,34 (0,29)	0,43 (0,37)
20000	0,33 (0,28)	0,43 (0,37)
25000	0,33 (0,28)	0,43 (0,37)
30000	0,33 (0,28)	0,42 (0,36)
35000	0,33 (0,28)	0,41 (0,35)
40000	0,31 (0,27)	0,41 (0,35)
45000	0,31 (0,27)	0,39 (0,34)
50000	0,30 (0,26)	0,39 (0,34)

Таблиця Ж.2. Питомі теплові характеристики адміністративних, лікувальних та культурно-просвітніх будинків дитячих установ

Найменування будинків	Об'єм будинків V, тис.м <sup>3</sup>	Питомі теплові характеристики Вт/(м <sup>3</sup> ·К) [ ккал/(м <sup>3</sup> ·год·°С)]		Розрахункова внутрішня температура (усереднена)
		опалення q <sub>o</sub>	вентиляція q <sub>в</sub>	t <sub>в</sub> , °С
Адміністративні будинки	до 5	0,5 (0,43)	0,11 (0,09)	18
	до 10	0,44 (0,38)	0,09 (0,08)	
	до 15	0,41 (0,35)	0,08 (0,07)	
	більше 15	0,37 (0,32)	0,21 (0,18)	
Клуби	до 5	0,42 (0,37)	0,29 (0,25)	16
	до 10	0,38 (0,38)	0,27 (0,23)	
	більше 10	0,35 (0,30)	0,23 (0,20)	
Кінотеатри	до 5	0,42 (0,36)	0,50 (0,43)	14
	до 10	0,37 (0,32)	0,45 (0,39)	
	більше 10	0,35 (0,30)	0,44 (0,38)	
Театри	до 10	0,34 (0,29)	0,48 (0,41)	15
	до 15	0,31 (0,27)	0,46 (0,40)	



	до 20	0,26 (0,22)	0,44 (0,38)	
	до 30	0,23 (0,20)	0,42 (0,36)	
	більше 30	0,21 (0,18)	0,36 (0,31)	
Універмаги	до 5	0,44 (0,38)	—	15
	до 10	0,38 (0,33)	0,09 (0,08)	
	більше 10	0,36 (0,31)	0,31 90,27)	
Дитячі ясла й сади	до 5	0,44 (0,38)	0,13 (0,11)	20
	більше 5	0,39 (0,34)	0,12 (0,10)	
Шкільні й вищі	до 5	0,45 (0,39)	0,11 (0,09)	16
навчальні заклади	до 10	0,41 (0,35)	0,09 (0,08)	
	більше 10	0,38 (0,33)	0,08 (0,07)	
Лікарні	до 5	0,46 (0,40)	0,34 (0,29)	20
	до 10	0,42 (0,36)	0,33 (0,28)	
	до 15	0,37 (0,32)	0,30 (0,26)	
	більше 15	0,35 (0,30)	0,29 (0,25)	

Лазні	до 5	0,33 (0,28)	1,16 (1,00)	25
	до 10	0,29 90,25)	1,11 (0,95)	
	більше 10	0,27 (0,23)	1,05 (0,90)	
Пральні	до 5	0,44 (0,38)	0,93 (0,80)	15
	до 10	0,38 (0,33)	0,91 (0,78)	
	більше 10	0,36 (0,31)	0,87 (0,75)	
Підприємства	до 5	0,41 90,35)	0,81 90,70)	16
суспільного	до 10	0,38 (0,33)	0,76 (0,65)	
харчування, їдальні	більше 10	0,35 (0,30)	0,70 (0,60)	

Таблиця Ж.3. Питомі теплові характеристики підприємств

Найменування будинків	Об'єм будинків $V$ , тис.м <sup>3</sup>	Питомі теплові характеристики Вт/(м <sup>3</sup> ·К) [ ккал/(м <sup>3</sup> ·год· °С)]	
		для опалення $q_o$	для вентиляції $q_v$
Чавуноливарні цехи	10 - 15	0,35 - 0,29	1,28 - 1,16
		(0,30 - 0,25)	(1,10 - 1,00)
	50 - 100	0,29 - 0,26	1,16 - 1,04

		(0,25 - 0,22)	(1,00 - 0,90)
	100 - 150	0,26 - 0,21	1,05 - 0,93
Мідноливарні цехи	5 - 10	0,46 - 0,41	2,91 - 2,33
		(0,40 - 0,35)	(2,50 - 2,00)
	10 - 20	0,41 - 0,29	2,33 - 1,74
		(0,35 - 0,25)	(2,00 - 1,50)
	20 - 30	0,29 - 0,23	1,74 - 1,40
		(0,25 - 0,20)	(1,50 - 1,20)
Термічні цехи	до 10	0,46 - 0,35	1,51 - 1,49
		(0,40 - 0,30)	(1,30 - 1,20)
	10 - 30	0,35 - 0,29	1,40 - 1,16
		(0,30 - 0,25)	(1,20 - 1,00)
	30 - 75	0,29 - 0,23	1,16 - 0,70
		(0,25 - 0,20)	(1,00 - 0,60)
Ковальські цехи	до 10	0,46 - 0,35	0,81 - 0,70
		(0,40 - 0,30)	(0,70 - 0,60)
	10 - 50	0,35 - 0,29	0,70 - 0,58

		(0,30 - 0,25)	(0,60 - 0,50)
	50 - 100	0,29 - 0,18	0,58 - 0,35
		(0,25 - 0,15)	(0,50 - 0,30)
Механоскладальні,	5 - 10	0,64 - 0,52	0,46 - 0,29
механічні й		(0,55 - 0,45)	(0,40 - 0,25)
слюсарні відділення	10 - 15	0,52 - 0,46	0,29 - 0,18
інструментальних цехів		(0,45 - 0,40)	(0,25 - 0,15)
	50 - 100	0,46 - 0,44	0,18 - 0,14
		(0,40 - 0,38)	(0,15 - 0,12)
	100 -200	0,44 - 0,41	0,14 - 0,09
		(0,38 - 0,35)	(0,12 - 0,08)
Деревообробні цехи	до 5	0,70 - 0,64	0,70 - 0,58
		(0,60 - 0,55)	(0,60 - 0,50)
	5 - 10	0,64 - 0,52	0,58 - 0,52
		(0,55 - 0,45)	(0,50 - 0,45)
	10 - 50	0,52 - 0,46	0,52 - 0,46
		(0,45 - 0,40)	(0,45 - 0,40)

Цехи металевих	50 - 100	0,44 - 0,41	0,62 - 0,52
конструкцій		(0,38 - 0,35)	(0,53 - 0,45)
	100 - 150	0,41 - 0,35	0,52 - 0,41
		(0,35 - 0,30)	(0,45 - 0,35)
Цехи покриттів	до 2	0,77 - 0,70	5,80 - 4,63
(гальванічних і ін.)		(0,66 - 0,60)	(5,00 - 4,00)
	2 - 5	0,70 - 0,64	4,65 - 3,49
		(0,60 - 0,55)	(4,00 - 3,00)
	5 - 10	0,64 - 0,52	3,49 - 2,33
		(0,55 - 0,45)	(3,00 - 2,00)
Ремонтні цехи	5 - 10	0,70 - 0,58	0,23 - 0,18
		(0,60 - 0,50)	(0,20 - 0,15)
	10 - 20	0,58 - 0,52	0,18 - 0,12
Паровозне депо	до 5	0,81 - 0,76	0,46 - 0,35
		(0,70 - 0,65)	0,40 - 0,30)
	5 - 10	0,76 - 0,70	0,35 - 0,29
		(0,65 - 0,60)	(0,30 - 0,25)
Котельні цехи	100 - 250	0,29 (0,25)	0,70 (0,60)

Котельні	2 - 5	0,12 (0,10)	0,35 - 0,58
(опалювальні й			(0,30 - 0,50)
парові)			
	5 - 10	0,12 (0,10)	0,35 - 0,58
			(0,30 - 0,50)
	10 - 20	0,09 (0,08)	0,23 - 0,46
			(0,20 - 0,40)
Майстерні	5 - 10	0,58 (0,50)	0,58 (0,50)
	10 - 15	0,46 (0,40)	0,35 (0,30)
	15 - 20	0,41 (0,35)	0,29 (0,25)
	20 - 30	0,35 (0,30)	0,23 (0,20)
Насосні	до 0,5	1,22 (1,05)	
	0,5 - 1	1,16 (1,00)	
	1 - 2	0,70 (0,60)	
	2 - 3	0,58 (0,50)	
Компресорні	до 0,5	0,81 (0,70)	
	0,5 - 1	0,81 - 0,70	
		(0,70 - 0,60)	

	1 - 2	0,70 - 0,52	
		(0,60 - 0,45)	
	2 - 5	0,52 - 0,46	
		(0,45 - 0,40)	
	5 - 10	0,46 - 0,41	
		(0,40 - 0,35)	
Газогенераторні	5 - 10	0,12 (0,10)	2,09 (1,80)
Регенерація масел	2 - 3	0,87 - 0,70	0,70 - 0,58
		(0,75 - 0,60)	(0,60 - 0,50)
Склад хімікатів, фарб і т.п.	до 1	0,99 - 0,87	—
		(0,85 - 0,75)	
	1 - 2	0,87 - 0,76	—
		(0,75 - 0,65)	
	2 - 5	0,76 - 0,68	0,70 - 0,52
		(0,65 - 0,58)	(0,60 - 0,45)
Побутові й адміністра-	0,5 - 1	0,70 - 0,52	—
тивно-допоміжні		(0,60 - 0,45)	

приміщення	1 - 2	0,52 - 0,46	—
		(0,45 - 0,40)	
	2 - 5	0,46 - 0,38	0,16 0 14
		(0,40 - 0,33)	(0,14 - 0,12)
	5 - 10	0,38 - 0,35	0,14 - 0,13
		(0,33 - 0,30)	(0,12 - 0,11)
	10 - 20	0,35 - 0,29	0,13 - 0,12
		(0,30 - 0,25)	(0,11 - 0,10)

Джерело: Налагодження й експлуатація теплових мереж :  
Довідник/В.И.Манюк, Я.И.Каплинский, Э.Б.Хиж і ін. М.:Стройиздат,  
1988.-432 с.:іл.

### Б. Визначення витрати теплоти на вентиляцію

1. Для спрощеного визначення максимальних годинних витрат тепла на вентиляцію застосовують питомі вентиляційні характеристики будинків  $q_v$ , (питома витрата тепла  $1 \text{ м}^3$  вентилязованого будинку по зовнішньому об'ємі на  $1^\circ\text{C}$  різниці температур між усередненою розрахунковою температурою повітря усередині вентилязованих приміщень  $t_{вн}$  і розрахунковою температурою зовнішнього повітря  $t_{зв}$ ).

2. Максимальна годинна витрата теплоти на вентиляцію:

$$Q_v = q_v (t_{вн} - t_{зв}) V_z \quad (\text{Ж.2})$$

3. При температурі зовнішнього повітря нижче розрахункової приймають витрату теплоти на вентиляцію рівним максимальній годинній витраті теплоти за формулою (Б.1).

4. При температурі зовнішнього повітря вище розрахункової приймають витрату теплоти на вентиляцію пропорційним розрахункової різниці температур за виразом:



$$Q_{\epsilon}^x = Q_{\epsilon} \frac{t_{\text{вн}} - t_3^x}{t_{\text{вн}} - t_{3\epsilon}} \quad (\text{Ж.3})$$

5. При відсутності вихідних даних про тип будівлі й кратності обміну повітря у вентиляльованих приміщеннях, максимальна витрата теплоти на вентиляцію суспільних будинків визначають за формулою:

$$Q'_{\epsilon} = k_1 k_2 q_o A, \quad (\text{Ж.4})$$

де  $k_1$  – коефіцієнт, що враховує витрата теплоти на опалення суспільних будинків (при відсутності даних приймають  $k_1 = 0,25$ )

$k_2$  – коефіцієнт, що враховує витрата теплоти на вентиляцію суспільних будинків, (для будинків, побудованих до 1985 р.  $k_2 = 0,4$ ; для будинків побудованих після 1985 г  $k_2 = 0,6$ );

$q_o$  – укрупнений показник максимальної витрати теплоти на опалення  $1 \text{ м}^2$  загальної площі житлових приміщень, Дж/(с\*  $\text{м}^2$ );

$A$  – загальна площа житлових приміщень,  $\text{м}^2$

1. Середній за опалювальний сезон годинна витрата теплоти на вентиляцію визначають по формулі:

$$Q_{\epsilon}^{\text{ср}} = Q_{\epsilon} \frac{t_{\text{вн}} - t_3^{\text{ср}}}{t_{\text{вн}} - t_{3\epsilon}} \quad (\text{Ж.5})$$

2. Річна витрата теплоти на вентиляцію:

$$Q_{\epsilon}^{\text{р}} = Q_{\epsilon} \frac{Z_{\epsilon}}{24} \left( n_{\epsilon} + \frac{t_{\text{вн}} - t_{3\epsilon}^{\text{ср}}}{t_{\text{вн}} - t_{3\epsilon}} \cdot (n_0 - n_{\epsilon}) \right) \quad (\text{Ж.6})$$

де  $t_{3\epsilon}^{\text{ср}}$  - середня температура зовнішнього повітря в діапазоні опалювального періоду для вентиляції;

$n_0$  - тривалість опалювального періоду в годинниках;

$n_{\epsilon}$  - число годин в опалювальному періоді з температурами зовнішнього повітря для вентиляції нижче розрахункової;

$Z_{\epsilon}$  - число годин роботи вентиляції протягом доби.

## **В. Визначення витрати теплоти на гаряче водопостачання**

1. Середньодобова витрата теплоти за добу найбільшого водоспоживання для гарячого водопостачання визначають за формулою:

$$Q_{cp}^{доб} = C \cdot G(t_2 - t_x) \quad (13)$$

де  $C$  – питома теплоємність води ( $C = 4,19$  кДж/кг\*град);  
 $G$  – добова витрата води, л;  $t_2$  - температура гарячої води;  
 $t_x$  - температура холодної води, що подається в систему гарячого водопостачання.

2. За СНиП 2.04.01.-85 температуру гарячої води в місцях водорозбіра приймають не вище  $75^{\circ}\text{C}$  для будь-яких систем гарячого водопостачання й не нижче  $55^{\circ}\text{C}$  для систем централізованого гарячого водопостачання, приєднаних до відкритих систем тепlopостачання, і систем місцевого гарячого водопостачання; не нижче  $50^{\circ}\text{C}$  для систем централізованого гарячого водопостачання, приєднаних до закритих систем тепlopостачання.

3. Температуру холодної води при відсутності даних приймають узимку  $+5^{\circ}\text{C}$ , улітку -  $+15^{\circ}\text{C}$ .

4. Норму витрати гарячої води приймають із табл. Ж.4

Таблиця Ж.3. Орієнтовні норми витрати гарячої води

Споживачі	Одиниці виміру	Норма витрати гарячої води на добу найбільшого водоспоживання, л
Житлові будинки квартирною типу, обладнані:	1 мешканець	
а) умивальниками, мийками, душами		100
б) сидячими ваннами й душами		110
а) ваннами довжиною 1500 - 1700мм і душами		120
Житлові будинки квартирною типу при висоті будинку більше 12 поверхів і підвищених вимогах до їхнього благоустрою	те ж	130

Гуртожитки із загальними душовими	те ж	60
Гуртожитки із загальними душовими, їдальнями й пральнями		80
Готелі, мотелі, пансіонати із загальними ваннами й душами	те ж	70
Готелі з ваннами в окремих номерах:	те ж	
а) до 25% загального числа номерів		100
б) до 75% загального числа номерів		160
в) в усіх номерах		200
Готелі з душами в усіх окремих номерах	те ж	140
Лікарні, санаторії загального типу, будинку відпочинку (із загальними ваннами й душами)	1 ліжко	180
Санаторії, будинки відпочинку з ваннами при всіх житлових кімнатах	те ж	200
Поліклініки, амбулаторії	1 хворий	6
Пральні:		
немеханізовані	1 кг сухої білизни	15

механізовані	те ж	25
Прибирання приміщень	1 м <sup>3</sup>	3
Будинки та помешчення установ управління	1 працюючий	7
Навчальні заклади, загальноосвітні школи й душеві при гімнастичних залах	1 учень і викладач у зміну	8
Школи - інтернати	1 місце	100
Дитячі ясла- сади з денним перебуванням	1 дитина	30
Дитячі ясла - сади із цілодобовим перебуванням	1 дитина	35
Підприємства громадського харчування:	1 блюдо	
а) готування їжі, яка споживається на підприємстві		2
б) готування їжі, яка продається додому		1,5
Виробничі магазини	1 робоче місце	100
Перукарні	те ж	70
Театри	1 місце глядача	5
Стадіони, спортивні зали для фізкультурників (з урахуванням	1 фізкультурник	30

прийому душу)		
Плавальні басейни (із прийомом душу)	1 спортсмен	60
Лазні:		
а) миття у помивочній з тазами на лавах з обмиванням у душі	1 відвідувач	120
б) миття у помивочній з тазами на лавах із прийомом оздоровчих процедур	те ж	190
в) душова кабіна	те ж	290
г) ванна кімната	те ж	360
д) прибирання підлоги приміщень помивочних, душових, парильних	1 м <sup>2</sup>	3
Обслуговуючий персонал суспільних будинків	1 чоловік у зміну	7
Холодильники:		
а) мийка підлог	1 м <sup>2</sup>	3
б) мийка інвентарю	1 м <sup>2</sup> поверхні	4
в) мийка підземнотранспортних засобів (електропогрузчиків, електрокарів та ін.)	1 машина	150
Цехи з перевищенням наявного тепла більше 83,8°кДж (20 ккал) на 1м <sup>3</sup> приміщень у годину	1 робітник у зміну	24

Інші цехи	те ж	11
-----------	------	----

*Примітка:* Середню температуру води в системах централізованого гарячого водопостачання з безпосереднім водорозбіром гарячої води із трубопроводу теплової мережі варто приймати 65°C, а норми витрати води приймати з коефіцієнтом 0,85.

Джерело: Налагодження й експлуатація теплових мереж :  
Довідник/В.И.Манюк, Я.И.Каплинский, Э.Б.Хиж і ін. М.:Стройиздат,  
1988.-432 с.:іл.

*Методичне видання*

**Юрій Григорович Качан**  
д.т.н., проф.  
**Сергій Андрійович Левченко**  
к.т.н., доцент

## **ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ**

**Навчально-методичний посібник**

*для студентів спеціальності «Енергетичний менеджмент»  
всіх форм навчання ЗДІА*

Підписано до друку 201 р. Формат 60x84 1/32. Папір офсетний.  
Умовн. друк. арк. . Наклад прим.  
Замовлення № .

Запорізька державна інженерна академія  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів  
видавничої справи ДК № 2958 від 03.09.2007 р.

**Віддруковано друкарнею**  
Запорізької державної інженерної академії  
з оригінал-макету авторів

69006, м. Запоріжжя, пр. Леніна, 226  
ЗДІА,  
тел. 2238-240