

## ВСТУП

Поряд з екологічними проблемами все відчутнішою для людства постає загроза енергетичної кризи. У межах національної проблеми із забезпечення економічної та екологічної безпеки за допомогою регулювання енергозбереження суттєва увага приділяється упровадженню інноваційних технологій. Це обумовлено тим, що Україна лише на 43 % може забезпечити потреби в паливі завдяки своїм національним ресурсам. На опалення 100 м<sup>2</sup> загальної площі житлових будинків щорічно витрачається приблизно 6...9 т. умовного палива, що в 1,5 рази більше ніж у США та у 3 рази більше ніж у Швеції. Значні перевитрати паливно-енергетичних ресурсів є причиною забруднення навколишнього середовища викидами у повітря парникових газів, які утворюються унаслідок згорання органічного палива для одержання теплової енергії. Єдиний шлях стабілізувати стан енергоспоживання в Україні та поліпшити стан довкілля – це енергозбереження. Досвід реалізації енергозберігаючих програм у розвинених країнах підтверджує необхідність розробки комплексних механізмів управління та втілення в життя проектів енергоспоживання. Наявна система вітчизняного управління енергозбереженням не відповідає сучасним вимогам і потребує подальшого вдосконалення організаційно-економічного механізму. Немає науково обґрунтованих методів інтелектуальної підтримки прийняття рішень під час управління проектами організаційно-технологічних заходів із упровадження енергозберігаючих технологій. Тому є суттєва необхідність дослідження менеджменту під час упровадження енергозберігаючих технологій, що набуває особливої актуальності в умовах обмеженого державного інвестування програм екологічної безпеки та регулювання енергозбереження у разі зростання цін на енергоносії на світовому ринку.

Розв'язання цих проблем потребує розробки математичних моделей науково обґрунтованого організаційно-економічного механізму управління енергоощадністю завдяки упровадженню інноваційних енергозберігаючих технологій [5].

**Мета викладання навчальної дисципліни «Управління проектами енерговикористання»** полягає в одержанні систематизованих знань з теорії та практики управління проектами, у вивченні студентами засад особливостей процесу управління проектами енерговикористання у сучасних умовах господарювання в різних галузях господарства.

Для забезпечення найвищих результатів діяльності підприємств, фахівці повинні володіти глибокими знаннями не тільки у сфері новітніх досягнень техніки і технологій, але і в галузі оцінювання та управління енергозберігаючими проектами.

**Завдання вивчення навчальної дисципліни «Управління проектами енерговикористання»** полягає в тому, щоб надати студентам основи теоретичних знань і практичних навичок розробки, оцінювання та аналізу інвестиційних проектів енергозбереження.

Після вивчення навчального курсу студенти повинні

**знати:**

- економічну сутність енергозберігаючих проектів;
- методичні аспекти формування проекту, зміст, основні функції, прогресивні форми та методи управління проектами; проблеми їх подальшого удосконалення;

**уміти:**

- оцінювати економічні показники енергозберігаючих проектів;
- аналізувати економічний та енергетичний стан підприємства;
- приймати управлінські рішення на підставі аналізу проектів;

**мати навички:**

- складання бізнес-плану проектів енерговикористання.

**Загальні відомості про зміст роботи на практичних заняттях**

Відповідно до робочої програми для розгляду на практичних заняттях виносять такі теми курсу:

1. Вибір найдоцільнішого варіанта проекту енергозбереження і заміни енергоустановки.

2. Оцінювання конкуруючих проектів енерговикористання.
3. Управління проектами теплопостачання району забудови.
4. Інтегральний графік теплового навантаження.
5. Проекти регулювання відпуску теплоти споживачам.

Кожне практичне заняття має таку структурну схему:

– *мета заняття* – її формулювання відповідає основному змісту програми навчального курсу, а саме вимогам щодо вмінь, знань і практичних навичок студентів;

– *короткі теоретичні відомості* – знання, необхідні для засвоєння матеріалу з теми та розв'язання завдань;

– *приклад розв'язання задачі з теми* – подається приклад практичного застосування теоретичних відомостей з поточної теми:

– *завдання для самостійного розв'язання* – завдання, спрямовані на формування у студентів здатності самостійно мислити і розв'язувати завдання, на поглиблене опанування навчального матеріалу;

– *питання для перевірки засвоєних знань і навичок* – використовуються для перевірки рівня засвоєння студентами практичних навичок, набутих під час практичних занять.

# ПЕРЕЛІК ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

## Практична робота № 1

**Тема. Вибір найдоцільнішого варіанта проекту енергозбереження і заміни енергоустановки**

**Мета:** формування умінь і навичок визначення чистої поточної вартості проектів.

### *Короткі теоретичні відомості*

Для оцінювання ефективності інвестицій може бути використаний метод визначення чистої поточної вартості [1]. Цей метод аналізу інвестицій ґрунтується на визначенні чистої поточної вартості, на яку цінність підприємства може зрости унаслідок реалізації інвестиційного проекту. Метод ґрунтується на двох передумовах:

- будь-яке підприємство прагне до максимізації своєї цінності;
- різнотермінові витрати мають неоднакову вартість.

Чиста поточна вартість *NPV* (англ. net present value) – це різниця між сумою грошових надходжень (грошових потоків, припливів), що з’являються завдяки реалізації інвестиційного проекту та дисконтовані до їх поточної вартості, і сумою дисконтованих поточних вартостей усіх витрат, що необхідні для реалізації цього проекту [1].

Бажана норма прибутковості (рентабельності) *k* є тим рівнем прибутковості коштів, що інвестуються у проект, і який можна забезпечити під час їх розміщення у банку, а не під час їх використання на цей інвестиційний проект. Інакше кажучи, *k* – це ціна вибору (альтернативна вартість) комерційної стратегії, що припускає вкладення коштів у інвестиційний проект.

Символом *I*<sub>0</sub> (англ. investment) позначають початкове вкладення коштів, а *CF*<sub>*t*</sub> (англ. cash flow) – надходження коштів (грошовий потік) наприкінці періоду *t*. Тоді формула розрахунку чистої поточної вартості набуде вигляду:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{1+k^t} - I_0, \quad (1.1)$$

де  $n$  – термін упровадження проекту;

$$CF = \text{Вигоди} - \text{Витрати} . \quad (1.2)$$

Формулу (1.1) можна також записати у вигляді:

$$NPV = \sum_{i=1}^n K_i CF_t - I_0 , \quad (1.3)$$

де  $K_i$  – допоміжний коефіцієнт:

$$K_i = \frac{1}{1 + k^t} , \quad (1.4)$$

де  $k$  – ставка дисконтування;  $t$  – номер року.

Якщо чиста поточна вартість проекту  $NPV$  позитивна, то це означатиме, що в результаті реалізації такого проекту цінність підприємства зросте і, отже, інвестування буде корисним, тобто проект може вважатися прийнятним [2].

Насправді, однак, інвестор може потрапити в ситуацію, коли проект пропускає не «разові витрати – тривалу віддачу» (що, власне, і передбачається у формулі (1.1), а «тривалі витрати – тривалу віддачу», тобто більш звичну ситуацію, коли інвестиції здійснюються не одночасно, а частинами – протягом декількох місяців або навіть років.

У цьому разі формула (1.1) змінюється:

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{CF_t}{1 + k^t} - \frac{I_t}{1 + k^t} , \quad (1.5)$$

де  $I_t$  – інвестиційні витрати в період  $t$ .

Особливою ситуацією є розрахунок  $NPV$  у разі вкладання коштів у проект, тривалість якого, вочевидь, не обмежена (умовно – нескінченна).

У подібних випадках для визначення  $NPV$  потрібно скористатися формулою Гордона, що має такий вигляд:

$$NPV = \frac{CF_t}{k + g} - I_0 ,$$

де  $CF_t$  – надходження грошових коштів наприкінці першого року після здійснення інвестицій;  $g$  – постійний темп, із яким, як очікується, надалі зростатиме щороку надходження коштів;  $I_0$  – початкові інвестиції.

Значне поширення методу оцінювання прийнятності інвестицій на основі *NPV* зумовлене тим, що він має достатню усталеність за різних комбінацій вихідних умов, дозволяючи в усіх випадках знаходити економічно раціональне рішення.

Відношення *NPV* до капітальних витрат дозволяє порівнювати між собою різні за масштабом проекти [2]. За допомогою цього критерію можна визначити найдоцільнішу черговість здійснення проектів на підприємстві.

**Задача 1.1.** Проект енергозбереження передбачає заміни на промислово-му підприємстві енергетичної установки, яка виробила свій ресурс. Проектом «А» передбачено установлення нової енергетичної установки ідентичної старій; проектом «Б» – придбання енергетичної установки з кращими показниками енергоефективності. За технічними характеристиками обидві установки рівноцінні. Техніко-економічні показники проектів відповідно до варіантів наведені у таблиці 1.1. Фінансово обґрунтуйте вибір проекту заміни.

Таблиця 1.1 – Вихідні дані до задачі 1.1.

Варіант заміни	Техніко-економічні показники проектів			
	Термін експлуатації, років	Капітальні витрати, тис. грн	Річні експлуатаційні витрати, тис. грн/рік	Ставка дисконту, %
А	12	82	12	13
Б	14	88	10,5	11

### Розв’язання

Визначимо чисту приведену вартість *NPV*, надходження коштів *CF*, допоміжний коефіцієнт  $K_i$  обох проектів за виразами (1.1–1.4). Під час розрахунків приймемо, що вигоди від упровадження обох проектів дорівнюють нулю. Розрахунок зведемо в табличному вигляді (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Результати розрахунку

Рік	Варіант А			Варіант Б		
	$CF$ , тис. грн/рік	$K_i$	$NPV$ , тис. грн/рік	$CF$ , тис. грн/рік	$K_i$	$NPV$ , тис. грн/рік
0	-82	1,0	-82	-88	1,0	-88
1	-12	0,885	-10,619	-10,5	0,901	-9,459
2	-12	0,783	-9,398	-10,5	0,812	-8,522
3	-12	0,693	-8,317	-10,5	0,731	-7,678
4	-12	0,613	-7,360	-10,5	0,659	-6,917
5	-12	0,543	-6,513	-10,5	0,593	-6,213
6	-12	0,480	-5,764	-10,5	0,535	-5,614
7	-12	0,425	-5,101	-10,5	0,482	-5,057
8	-12	0,376	-4,514	-10,5	0,434	-4,556
9	-12	0,333	-3,995	-10,5	0,391	-4,105
10	-12	0,295	-3,535	-10,5	0,352	-3,698
11	-12	0,261	-3,128	-10,5	0,317	-3,331
12	-12	0,231	-2,768	-10,5	0,286	-3,001
13	–	–	–	-10,5	0,258	-2,704
14	–	–	–	-10,5	0,232	-2,436
		$NPV_A=$	-153,012		$NPV_B=$	-161,31

Як видно з розрахунку чистої приведеної вартості для обох варіантів заміни енергоустановки у разі установки того ж типу, що і використовувалася  $NPV_A = -153,012$  тис. грн, а енергоефективної  $NPV_B = -161,310$  тис. грн, тому приймаємо проект упровадження нової установки того ж типу, що і існуюча установка.

**Задача 1.2.** За результатами енергетичного аудиту на промисловому підприємстві були запропоновані для упровадження чотири незалежні проекти енергозбереження, техніко-економічні показники яких наведені у табл. 1.3. Визначити можливі з фінансової точки зору і найбільш доцільні для цього року проекти, якщо заданий виділений підприємством бюджет для розв'язання задач енергозбереження.

Таблиця 1.3 – Вихідні дані до задачі 1.2

Проект	Час життя проекту, років	Капітальні витрати, тис. грн	Щорічні експлуатаційні витрати, тис. грн/рік	Вигоди, тис. грн	Ставка дисконту, %	Бюджет, тис. грн
А	10	151	9,72	47,45	13	299,5
Б	12	111	15,54	63,35	13	
В	9	134	10,36	52,7	13	
Г	11	203		44,3	13	

### Розв'язання

Визначимо чисту приведену вартість кожного запропонованого проекту енергозбереження за допомогою формул 1.1–1.4. Розрахунок зведемо в таблицю 1.4.

Таблиця 1.4 – Результати розрахунку

Рік	$K_i$	Витрати, тис. грн/рік	Вигоди, тис. грн/рік	$CF$ , тис. грн/рік	$NPV$ , тис. грн/рік
1	2	3	4	5	6
Проект А					
0	1,000	-151,000	0	-151,000	-151,000
1	0,885	-9,720	47,450	37,730	33,389
2	0,783	-9,720	47,450	37,730	29,548
3	0,693	-9,720	47,450	37,730	26,149
4	0,613	-9,720	47,450	37,730	23,141
5	0,543	-9,720	47,450	37,730	20,478
6	0,480	-9,720	47,450	37,730	18,122
7	0,425	-9,720	47,450	37,730	16,038
8	0,376	-9,720	47,450	37,730	14,193
9	0,333	-9,720	47,450	37,730	12,560
10	0,295	-9,720	47,450	37,730	11,115
11	0,261	0	0	0	0
12	0,231	0	0	0	0
$NPV_A =$					53,732
Проект Б					
0	1,000	-111,000	0	-111,000	-111,000
1	0,885	-15,540	63,350	47,810	42,310
2	0,783	-15,540	63,350	47,810	37,442
3	0,693	-15,540	63,350	47,810	33,135



Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4	5	6
4	0,613	-15,540	63,350	47,810	29,323
5	0,543	-15,540	63,350	47,810	25,949
6	0,480	-15,540	63,350	47,810	22,964
7	0,425	-15,540	63,350	47,810	20,322
8	0,376	-15,540	63,350	47,810	17,984
9	0,333	-15,540	63,350	47,810	15,915
10	0,295	-15,540	63,350	47,810	14,084
11	0,261	-15,540	63,350	47,810	12,464
12	0,231	-15,540	63,350	47,810	11,030
<i>NPV<sub>B</sub></i> =					171,923
Проект В					
0	1,000	-134,000	0	-134,000	-134,000
1	0,885	-10,600	52,700	42,100	37,257
2	0,783	-10,600	52,700	42,100	32,970
3	0,693	-10,600	52,700	42,100	29,177
4	0,613	-10,600	52,700	42,100	25,821
5	0,543	-10,600	52,700	42,100	22,850
6	0,480	-10,600	52,700	42,100	20,221
7	0,425	-10,600	52,700	42,100	17,895
8	0,376	-10,600	52,700	42,100	15,836
9	0,333	-10,600	52,700	42,100	14,014
10	0,295	0	0	0	0
11	0,261	0	0	0	0
12	0,231	0	0	0	0
<i>NPV<sub>B</sub></i> =					82,043
Проект Г					
0	1,000	-203,000	0	-203,000	-203,000
1	0,885	-10,36	44,3	33,940	30,035
2	0,783	-10,36	44,3	33,940	26,580
3	0,693	-10,36	44,3	33,940	23,522
4	0,613	-10,36	44,3	33,940	20,816
5	0,543	-10,36	44,3	33,940	18,421
6	0,480	-10,36	44,3	33,940	16,302
7	0,425	-10,36	44,3	33,940	14,427
8	0,376	-10,36	44,3	33,940	12,767
9	0,333	-10,36	44,3	33,940	11,298
10	0,295	-10,36	44,3	33,940	9,998
11	0,261	-10,36	44,3	33,940	8,448
12	0,231	0	0	0	0
<i>NPV<sub>Г</sub></i> =					-9,985

За даними таблиці 1.4 розрахуємо відношення  $NPV$  до капітальних витрат  $I_0$  для кожного з проектів енергозбереження. Результати розрахунків наведені у таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Результати розрахунків

Проект	А	Б	В	Г
$NPV$ , тис. грн	53,732	171,923	82,043	-9,985
Капіталовкладення $I_0$ , тис. грн	151,000	111,000	134,000	203,000
$NPV/I_0$	0,356	1,549	0,612	-0,049

Упорядкувавши проекти в порядку убутання відношення  $NPV/I_0$ , порахуємо сукупні капітальні витрати. Результати розрахунку зведемо у таблицю 1.6.

Таблиця 1.6 – Результати розрахунків

Проект	Б	В	А	Г
$NPV/I_0$	1,549	0,612	0,356	-0,049
Капіталовкладення $I_0$ , тис. грн	111,000	134,000	151,000	203,000
Сукупні капітальні витрати, тис. грн	111,000	245,000	396,000	599,000

Ураховуючи бюджет 299,5 тис. грн, прийнятними можна вважати проекти Б і В, оскільки вони мають найбільше відношення  $NPV_B/I_0=1,549$  і  $NPV_V/I_0=0,612$  та сукупні витрати на реалізацію яких менші за виділений бюджет ( $111 < 299,5$  і  $245 < 299,5$  відповідно). Запропонований проект енергозбереження Г взагалі не слід розглядати, оскільки він має від'ємне значення  $NPV_G = -9,985$  тис. грн). Це указує на те, що проект є збитковим і кошти, укладені у проект, не повернуться за час його існування.

### Задачі для самостійного вирішення

**Задача 1.3.** Фінансово обґрунтувати вибір проекту заміни енергетичного обладнання підприємства за умовами задачі 1.1 та таблицею А.1 додатка А. Вибір варіанта здійснити за порядковим номером у журналі академічної групи.

**Задача 1.4.** Визначити можливі з фінансової точки зору і найбільш доцільні для цього року проекти за умовами задачі 1.2 та таблицею А.2 додатка А. Вибір варіанта здійснити за порядковим номером у журналі академічної групи.

### **Контрольні питання**

1. Пояснити зміст методу чистої поточної вартості проекту (*NPV*).
2. Який критерій ефективності проекту враховує показник *NPV*?
3. На якому рівні вибирають дисконтну ставку у разі фінансування інвестицій виключно за рахунок кредитування?
4. Які умови висувають до дисконтної ставки у випадку нестабільної економіки? Навести та розкрити зміст формули Фішера.
5. Охарактеризувати проекти у випадку, коли  $NPV > 0$ ;  $NPV = 0$ ;  $NPV < 0$ .

### **Практична робота № 2**

**Тема. Оцінювання конкуруючих проектів енерговикористання**

**Мета:** формування умінь і навичок оцінювання інвестиційних перспектив проектів в умовах позаекономічного характеру та бюджетних обмежень.

#### ***Короткі теоретичні відомості***

Виникнення конкуренції між проектами можливе з двох причини. По-перше, проекти можуть конкурувати тому, що вони виключають один одного з причин позаекономічного характеру. По-друге, проекти можуть конкурувати через бюджетні обмеження. У такій ситуації підприємство опиняється, якщо в його портфелі перебуває декілька проектів, що не виключають один одного, із позитивними розмірами *NPV* та іншими позитивними характеристиками, але на реалізацію їх усіх не вистачає коштів [3, 4].

Інвестиції виключають одна одну, якщо забезпечують альтернативні способи досягнення того самого результату або використання обмеженого ресурсу, але тільки не фінансових коштів. Очевидно, що подібно до багатьох інших економічних завдань з обмеженістю ресурсів і проблеми вибору цього типу виникають лише у фіксованих часових межах, тобто якщо перебороти цю обмеженість ресурсів неможливо.

Проблеми, що виникають під час вибору одного з інвестиційних проектів, які виключають один одного, розглянемо на прикладі [5]. Припустимо, що на підприємстві необхідно звести нову котельню для опалення побудованого для своїх працівників житлового мікрорайону. Для цього можливо використати три види палива: вугілля, газ і мазут. Розрахунок, проведений енергетиками та економістами підприємства, дозволив побудувати аналітичну таблицю 2.1 для кожного з варіантів енергопостачання (для простоти аналізу припускаємо, що термін реалізації всіх варіантів інвестицій дорівнює чотири роки).

Таблиця 2.1 – Дані для аналізу варіантів теплопостачання мікрорайону

Типи інвестицій	Річні суми грошових надходжень, млн. грн					Чиста поточна вартість <i>NPV</i> , млн. грн	Рентабельність інвестицій <i>PI</i>	Внутрішня нор- ма прибутку <i>IRR</i> , %
	Роки							
	0-й	1-й	2-й	3-й	4-й			
Вугілля	-100	75	50	0	0	9,054	1,095	18
Газ	-100	35	35	35	35	10,945	1,109	15
Мазут	-50	18	18	18	18	7,058	1,41	16

Як видно з табл. 2.1, через малу ефективність вугільної схеми можлива ситуація, що створена на її підставі котельня, починаючи з третього року після початок роботи, взагалі не приносить якихось грошових надходжень, а продовження її експлуатації буде пояснюватися тільки неможливістю відключення постачання теплоти та електричної енергії.

Водночас з коефіцієнтом дисконтування на рівні 10 % і цей варіант має позитивне значення *NPV*, розмір якої навіть більший, ніж за мазутної схеми. До того ж, якщо ранжувати варіанти за розміром *IRR*, то вугільна схема виявляється найкращою [6, 7]. Щоправда, під час ранжирування варіантів за розміром *NPV* перше місце має газова схема, тоді як мазутна виявляється на першому місці під час ранжирування варіантів інвестування за рівнем рентабельності інвестицій. Причинами суперечливого ранжирування таких проектів є:

- існування відмінностей у графіку майбутніх грошових надходжень;

– існування розходження у необхідних сумах інвестицій.

Результати розрахунків, наведені у таблиці 2.1, указують на те, що використання вугілля ефективніше за газ щодо рівня внутрішньої норми прибутку (відповідно 18 і 15 %). Звернемо, однак, увагу на те, що фінансові надходження під час вибору вугілля як енергоносія будуть отримані в ближчій перспективі, а потім припиняться взагалі. Інакше кажучи, вищий рівень внутрішньої норми прибутку забезпечується вугільною схемою за менш тривалий період часу, ніж за газової схеми енергопостачання.

З іншого боку, мазут приносить найбільшу величину прибутку на кожен інвестиційну гривню, але оскільки розмір інвестицій тут менший, ніж за газової схеми, то меншим буде і підсумковий розмір чистої поточної вартості – сумарного виграшу підприємства від інвестицій.

Щоб краще зрозуміти причини такої різниці в оцінюванні інвестиційних проектів, проаналізуємо графіки залежності  $NPV$  щодо газової та вугільної схем енергопостачання від коефіцієнтів дисконтування, зображені на рисунку 2.1.

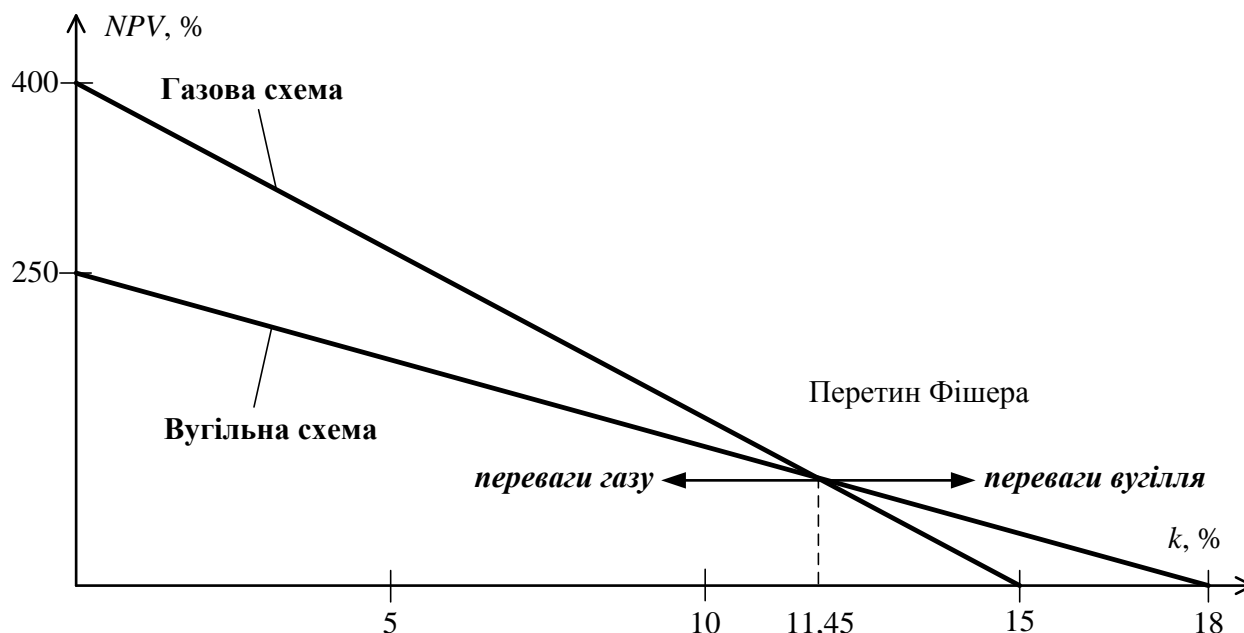


Рисунок 2.1 – Залежність оцінювання проектів за показником чистої поточної вартості від розміру дисконтування

Як видно з рис. 2.1, вибір варіанта за критерієм найвищого розміру чистої поточної вартості залежить переважно від того, який рівень коефіцієнта дис-

контування при цьому використовується. Окрім того, графіки мають точку перетину з коефіцієнтом дисконтування 11,45 %. Це означає, що з коефіцієнтом дисконтування 11,45 % обидва варіанти інвестування забезпечують однакові розміри *NPV*. Якщо ж ставка дисконтування задається більшою ніж 11,45 %, то перевага виявляється на боці вугілля. І навпаки, зі ставкою дисконтування, меншою 11,45 %, перевагу має варіант інвестування з газовою схемою енергопостачання.

**Задача 2.1.** Для отримання пари на технологічні потреби підприємства є можливим застосувати установки, які використовують різні типи палива (газ – проект А, вугілля – проект Б, електроенергія – проект В). Час життя проектів – 6 років. Проект з використанням вугілля (проект В) не приносить вигоду на 5-му і 6-му році експлуатації. Визначити найбільш доцільні проекти енерговикористання. Оцінювання провести за критеріями: чистої поточної вартості, рентабельності інвестицій, внутрішньої норми прибутку. Побудувати графіки залежності чистої поточної вартості від розміру дисконтування.

### Розв’язання

Вихідні дані до задачі зведемо у таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Вихідні дані до задачі 2.1

Проект	Капітальні витрати, тис. грн	Щорічні Експлуатаційні витрати, тис. грн	Вигоди, тис. грн/рік	Ставка дисконту, %
А	110	10	40	10
Б	80	12	48*	
В	50	15	30	

- крім 5-го та 6-го року.

- 

Визначимо чисту приведену вартість кожного запропонованого проекту енерговикористання. Розрахунок проведемо в табличному вигляді, який наведено в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Розрахунок чистої приведеної вартості альтернативних проектів енерговикористання

Рік	$K_i$	Проект А				Проект Б				Проект В						
		Витрати, тис. грн/рік	Вигоди, тис. грн/рік	$CF$ , тис. грн/рік	$NPV$ , тис. грн/рік	Витрати, тис. грн/рік	Вигоди, тис. грн/рік	$CF$ , тис. грн/рік	$NPV$ , тис. грн/рік	Витрати, тис. грн/рік	Вигоди, тис. грн/рік	$CF$ , тис. грн/рік	$NPV$ , тис. грн/рік			
0	1,000	-110,0	0	-110,0	-110,0	-80,0	0	-80,0	-80,0	-50,0	0	-50,0	-50,0			
1	0,909	-10,0	40,0	30,0	27,273	-12,0	48,0	36,0	32,727	-15,0	30,0	-15,0	13,636			
2	0,826	-10,0	40,0	30,0	24,793	-12,0	48,0	36,0	29,752	-15,0	30,0	-15,0	12,397			
3	0,751	-10,0	40,0	30,0	22,539	-12,0	48,0	36,0	27,047	-15,0	30,0	-15,0	11,270			
4	0,683	-10,0	40,0	30,0	20,490	-12,0	48,0	36,0	25,588	-15,0	30,0	-15,0	10,245			
5	0,621	-10,0	40,0	30,0	18,628	-12,0	0	-12,0	-7,451	-15,0	30,0	-15,0	9,314			
6	0,654	-10,0	40,0	30,0	16,934	-12,0	0	-12,0	-6,774	-15,0	30,0	-15,0	8,467			
		$NPV_A=$				20,658	$NPV_B=$				19,890	$NPV_B=$				15,329

Таблиця 2.4 – До визначення внутрішньої норми прибутку

Рік	$K_i$	Проект А				Проект Б				Проект В						
		Витрати, тис. грн/рік	Вигоди, тис. грн/рік	$CF$ , тис. грн/рік	$NPV$ , тис. грн/рік	Витрати, тис. грн/рік	Вигоди, тис. грн/рік	$CF$ , тис. грн/рік	$NPV$ , тис. грн/рік	Витрати, тис. грн/рік	Вигоди, тис. грн/рік	$CF$ , тис. грн/рік	$NPV$ , тис. грн/рік			
0	1,000	-110,0	0	-110,0	-110,0	-80,0	0	-80,0	-80,0	-50,0	0	-50,0	-50,0			
1	0,909	-10,0	40,0	30,0	21,429	-12,0	48,0	36,0	25,714	-15,0	30,0	-15,0	10,714			
2	0,826	-10,0	40,0	30,0	15,306	-12,0	48,0	36,0	18,367	-15,0	30,0	-15,0	7,653			
3	0,751	-10,0	40,0	30,0	10,933	-12,0	48,0	36,0	13,120	-15,0	30,0	-15,0	5,466			
4	0,683	-10,0	40,0	30,0	7,809	-12,0	48,0	36,0	9,371	-15,0	30,0	-15,0	3,905			
5	0,621	-10,0	40,0	30,0	5,578	-12,0	0	-12,0	-2,231	-15,0	30,0	-15,0	2,789			
6	0,654	-10,0	40,0	30,0	3,984	-12,0	0	-12,0	-1,594	-15,0	30,0	-15,0	1,992			
		$NPV_A=$				-44,961	$NPV_B=$				-17,253	$NPV_B=$				-17,480

Визначимо рентабельність інвестицій, використовуючи дані таблиці 2.3:

– для проекту А:

$$PI_A = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t}}{I_0} = \frac{27,273 + 24,793 + 22,539 + 20,49 + 18,628 + 16,934}{110} = 1,118;$$

– для проекту Б:

$$PI_B = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t}}{I_0} = \frac{32,727 + 29,752 + 27,047 + 24,588 - 7,451 - 6,774}{80} = 1,249;$$

– для проекту В:

$$PI_B = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t}}{I_0} = \frac{13,636 + 12,397 + 11,27 + 10,245 + 9,314 + 8,467}{50} = 1,307.$$

Визначимо внутрішню норму прибутку. Для цього задамося новою ставкою дисконту  $i_2 = 40\%$  та розрахуємо чисту приведену вартість за альтернативними проектами. Результати розрахунку наведені у таблиці 2.4.

$$\Delta i = i_2 - i_1 = 40 - 10 = 30\%.$$

Для проекту А:

$$\Delta NPV_A = NPV_{2A} - NPV_{1A} = -44,961 - 20,658 = -65,619 \text{ тис. грн.}$$

Складемо пропорцію:

$$-65,619 \text{ тис. грн/рік} - 30\%;$$

$$-20,658 \text{ тис. грн/рік} - x\%.$$

З пропорції:

$$x = \frac{-20,658 \cdot 30}{-65,619} = 9,444\%.$$

Отже:

$$IRR_A = 10 + 9,444 = 19,444\%.$$

За аналогією для інших проектів:

$$\Delta NPV_B = NPV_{2B} - NPV_{1B} = -17,253 - 19,890 = -37,143 \text{ тис. грн.}$$



-37,143 тис. грн/рік – 30 %;

-19,89 тис. грн/рік –  $x$  %;

$$x = \frac{-19,89 \cdot 30}{-37,143} = 16,065\%;$$

$$IRR_B = 10 + 16,062 = 26,065\%.$$

$$\Delta NPV_B = NPV_{2B} - NPV_{1B} = -17,48 - 15,329 = -32,809 \text{ тис. грн};$$

-32,809 тис. грн/рік – 30 %;

-15,329 тис. грн/рік –  $x$  %;

$$x = \frac{-15,329 \cdot 30}{-32,809} = 14,016\%;$$

$$IRR_B = 10 + 14,016 = 24,016\%.$$

Результати проведених розрахунків зведемо у таблицю 2.5/

Таблиця 2.5 – Дані для аналізу варіантів альтернативних проектів енерговикористання

Проект	Чиста поточна вартість $NPV$ , тис. грн	Рентабельність інвестицій $PI$	Внутрішня норма прибутку $IRP$ , %
Газ (проект А)	20,658	1,188	19,444
Вугілля (проект Б)	19,890	1,249	26,065
Електроенергія (проект В)	15,329	1,307	24,016

Побудуємо графіки залежності  $NPV$  альтернативних проектів енерговикористання від коефіцієнта дисконтування (рисунок 2.2). Для їх побудови необхідні значення чистої поточної вартості з коефіцієнтом дисконтування, рівним нулю.

При  $k = 0$  значення  $K_i = 1,0$ , тоді:

– для проекту А:

$$NPV_A = \sum_{t=1}^n K_i CF_t - I_0 = 30 \cdot 6 - 100 = 70 \text{ тис. грн};$$

– для проекту Б:

$$NPV_B = \sum_{t=1}^n K_i CF_t - I_0 = 36 \cdot 4 - 12 \cdot 2 - 80 = 40 \text{ тис. грн};$$

– для проекту В:

$$NPV_B = \sum_{t=1}^n K_i CF_t - I_0 = 15 \cdot 6 - 50 = 40 \text{ тис. грн.}$$

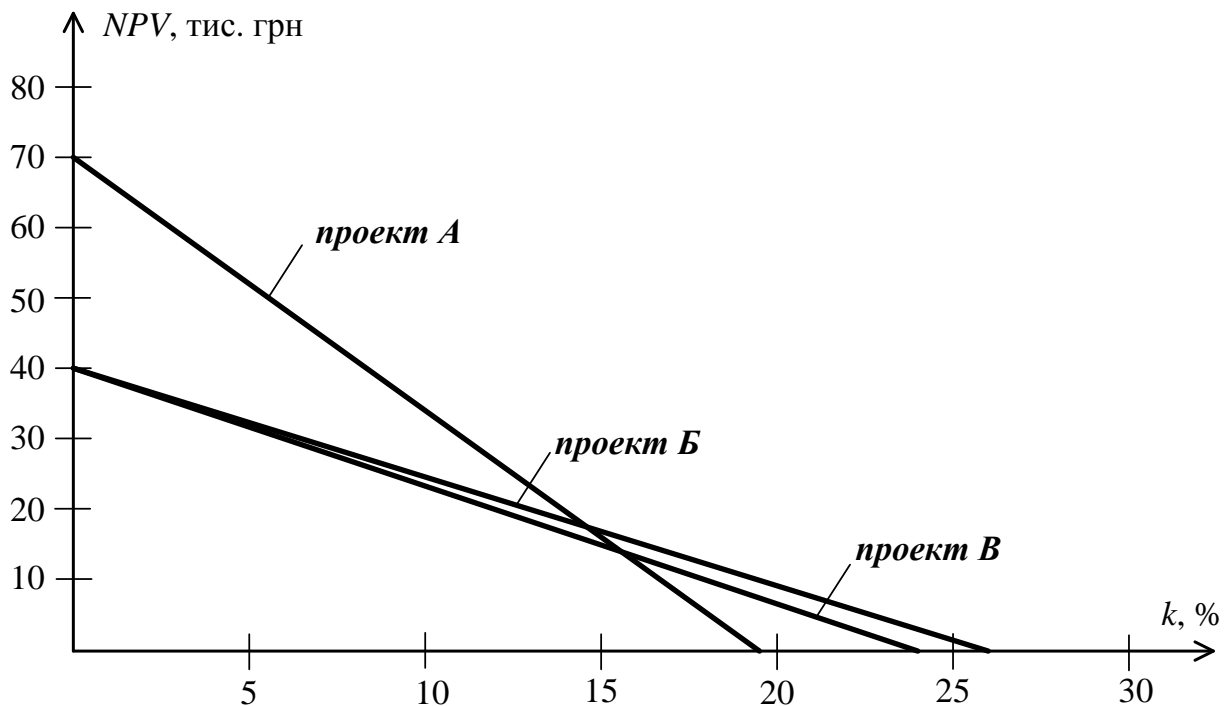


Рисунок 2.2 – Оцінювання проектів за показником чистої поточної вартості від розмірів дисконтування

Проведений розрахунок показує, що за чистою поточною вартістю найкращим проектом є проект А з використанням природного газу, за рентабельністю інвестицій – проект В з використанням електроенергії, а за внутрішньою нормою прибутку – проект Б з використанням вугілля. Отже, між проектами існує конкуренція. З графіка на рис. 2.2 видно, що з коефіцієнтом дисконтування, меншим за 14,5% найбільш вигідним є проект А з використанням газу, при більшому за 14,5% – проект Б з використанням вугілля. Проект В також не слід залишати поза увагою, оскільки він забезпечує найбільшу величину прибутку на кожен інвестиційну гривню. Остаточний вибір того чи іншого проекту може бути здійснений після отримання точного значення коефіцієнта дисконтування.

## **Задачі для самостійного розв'язання**

**Задача 2.2.** Розв'язати задачу 2.1, використовуючи вихідні дані, наведені у таблиці А.3 додатка А. Вибір варіанта здійснити за порядковим номером у журналі академічної групи.

### **Контрольні питання**

1. Назвати причини суперечливого ранжування конкуруючих проектів.
2. Пояснити зміст і суть методу розрахунку прибутковості інвестицій.
3. Який критерій ефективності інвестиційних проектів не враховує ризик втрати купівельної спроможності грошей?
4. Який показник ефективності інвестиційного проекту не є узагальнювальним?
5. Охарактеризувати взаємозв'язок між критеріями ефективності окремого інвестиційного проекту.

## **Практична робота № 3**

### **Тема. Управління проектами теплопостачання району забудови**

**Мета:** формування умінь і навичок визначення розрахункових витрат теплоти на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання, побудови інтегрального графіка теплового навантаження і визначення на його підставі потреби у паливі.

### ***Короткі теоретичні відомості***

У централізованих системах теплопостачання теплоту використовують для опалення приміщень, приготування гарячої води для санітарно-гігієнічних потреб (гарячого водопостачання) і вентиляції (підігрівання зовнішнього повітря у зимовий період перед подачею його до приміщень). Централізовані системи теплопостачання складаються з трьох основних елементів: 1) джерело теплоти; 2) теплові мережі; 3) системи використання теплоти у споживачів [8].

Як джерела теплоти використовують котельні різної потужності (районні, квартальні тощо) і теплоелектроцентралі (ТЕЦ). Вироблення теплової енергії

здійснюється завдяки спалюванню палива. На котельнях, які зазвичай розміщують усередині житлової забудови, згідно з екологічними вимогами використовують газове паливо. Транспортування теплоти від джерела до споживачів здійснюється теплоносієм (нагріта вода або водяна пара) по теплових мережах. Найбільш поширеними є двотрубні мережі, у яких по подавальних трубопроводах від джерела до споживача рухається нагрітий теплоносій, а по зворотних трубопроводах охолоджений у споживача теплоносій повертається до джерела для нагрівання. Прокладання теплових мереж може бути виконане надземним чи підземними способами. В останньому випадку трубопроводи прокладають у прохідних каналах, у непрохідних каналах, безканално. Надземний спосіб застосовують зазвичай за межами міста. Під час використання води як теплоносія її рух по трубопроводах забезпечують насоси, які встановлюють на джерелах теплоти.

Для прийому теплоносія у мікрорайонах споруджують центральні теплові пункти (ЦТП), які призначені також для розподілу теплоносія по інженерних системах споживачів, підтримання потрібних параметрів (тиск, температура) у абонентів, для обліку споживання теплоти.

Розрахунок витрат теплоти на потреби теплопостачання міста виконують за укрупненими показниками залежно від кількості населення і житлової площі.

Максимальні витрати теплової енергії  $Q_{on.max}$ , Вт, на опалення будинків визначають з виразу:

$$Q_{on.max} = q_{on} A (1 + K_1), \quad (3.1)$$

де  $K_1$  – коефіцієнт, який враховує витрати теплоти на опалення громадських будівель (приймають  $K_1 = 0,25$ ;  $q_{on}$  – укрупнений показник максимальної годинної витрати теплоти на опалення житлових будинків (характеризує витрати теплоти на опалення  $1 \text{ м}^2$  житлової площі та вибирається залежно від розрахункової температури зовнішнього повітря  $t_{p.on}$  для конкретної місцевості, (додаток Б);  $A$ ,  $\text{м}^2$  – загальна корисна площа квартир житлових будинків мікрорайону [8].

Величину  $A$  визначають залежно від площі забудови мікрорайону  $F$ , га (обчислюють для заданого варіанта за даними рис. 2.1), та щільності житлового фонду  $d$  (таблиця Б2 додатка Б) за формулою:

$$A = Fd . \quad (3.2)$$

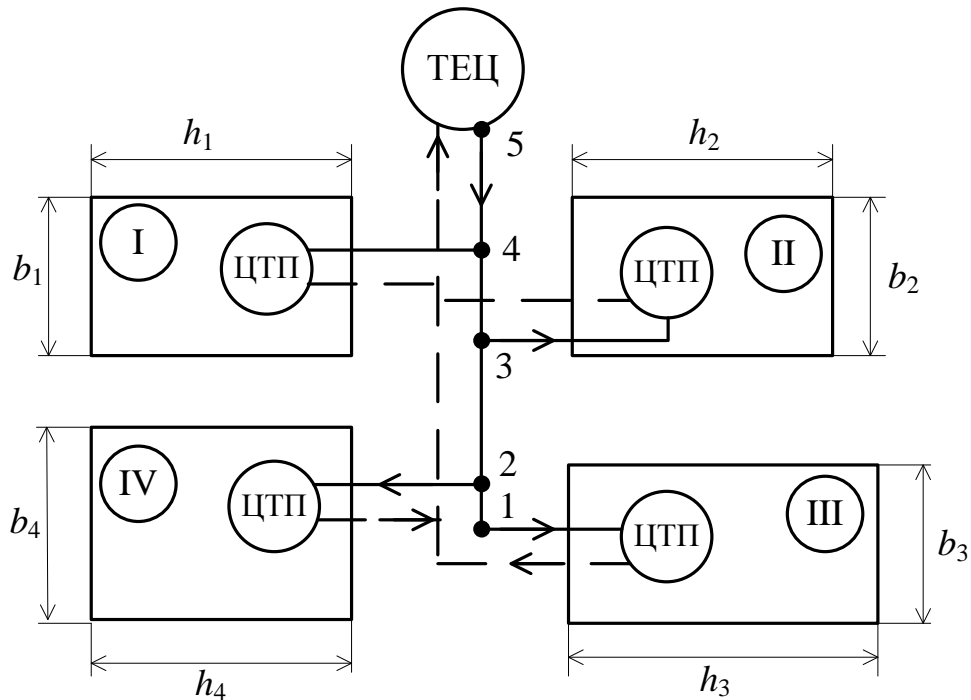


Рисунок 3.1 – Принципова схема тепlopостачання міста від ТЕЦ:

I– IV – номери мікрорайонів;  $h_1 \dots h_4$  – геометрична довжина мікрорайонів;

$b_1 \dots b_4$  – ширина мікрорайонів;

ЦТП – центральний тепловий пункт мікрорайону;

———— подавальний трубопровід теплових мереж;

— — — зворотній трубопровід теплових мереж;

1, 2, 3, 4, 5 – розрахункові точки на ділянках теплотраси

Максимальні витрати теплової енергії на вентиляцію визначають за формулою:

$$Q_{в. max} = q_{on} AK_1 K_2, \quad (3.3)$$

де  $K_2 = 0,6$  – коефіцієнт, що враховує витрати теплоти на вентиляцію громадських будівель.

Середній тепловий потік на гаряче водопостачання:

$$\bar{Q}_{зв} = \frac{k_{вн} m (a + b (t_{зв} - t_{хв}))}{24 \cdot 3600}, \quad (3.4)$$

де  $k_{вн} = 1,2$  – коефіцієнт, який враховує втрати теплоти у нетеплоізованих внутрішніх трубопроводах системи гарячого водопостачання;  $a$  – норма витрати гарячої води одним мешканцем за добу (таблиця В.1 додатка В);  $b$  – норма витрати гарячої води для громадських споруд (приймають  $b = 25$  л/добу на 1 людину);  $t_{зв} = 55$  °С – температура гарячої води;  $t_{хв} = 5$  °С – температура холодної води;  $C = 4187 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°С}}$  – теплоємність води;  $m$  – кількість жителів мікрорайону.

Останній параметр визначають з виразу:

$$m = \frac{A}{f_n}, \quad (3.5)$$

де  $f_n$  – норма житлової площі на 1 людину (приймають  $f_n = 21 \frac{\text{м}^2}{\text{люд}}$ ).

Максимальний тепловий потік на гаряче водопостачання визначають з виразу:

$$Q_{зв, \max} = \bar{k}_{нн} \bar{Q}_{зв}, \quad (3.6)$$

де  $\bar{k}_{нн} = 2,4$  – осереднене значення коефіцієнта погодинної нерівномірності використання гарячої води мешканцями мікрорайону.

Потребу у теплі для кожного з мікрорайонів визначають як суму всіх видів споживання за формулою:

$$Q_{ЦТП} = Q_{оп, \max} + Q_{в, \max} + Q_{зв, \max}. \quad (3.7)$$

Річну витрату теплоти на гаряче водопостачання  $Q_{зв}^{рік}$  приблизно можна обчислити за формулою:

$$Q_{зв}^{рік} = \bar{Q}_{зв} \cdot 350 \cdot 3600, \quad (3.8)$$

де 350 – тривалість роботи системи гарячого водопостачання за рік.

Річні витрати теплоти на опалення  $Q_{on}^{pik}$  :

$$Q_{on}^{pik} = \bar{Q}_{on} N_{on} \cdot 24 \cdot 3600, \quad (3.9)$$

де  $N_{on}$  – тривалість опалювального періоду (таблиця Б.1 додатка Б);  $\bar{Q}_{on}$  – середній тепловий потік на опалення, який визначають з виразу:

$$\bar{Q}_{on} = \frac{Q_{on.max} (t_{внут} - \bar{t}_{зов})}{t_{внут} - t_{p.on}}. \quad (3.10)$$

У останній формулі  $t_{внутр}$ , °С – температура повітря усередині опалюваної будівлі (приймають  $t_{внутр} = 18$ , °С),  $\bar{t}_{зов}$ , °С – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період (таблиця Б.1 додатка Б).

Річні витрати теплоти на вентиляцію:

$$Q_v^{pik} = 3600 \frac{Q_{v.max} (t_{внут} - \bar{t}_{зов})}{t_{внут} - t_{p.on}} N_{on} N_v, \quad (3.11)$$

де  $N_v$  – тривалість роботи системи вентиляції за добу (приймають  $N_v = 16$  год).

Річні витрати газу джерелом теплоти  $g_{ТЕЦ}^{pik}$ ,  $\frac{м^3}{рік}$  для потреб теплопостачання міста:

$$g_{ТЕЦ}^{pik} = \frac{Q_{on}^{pik} + Q_v^{pik} + Q_{гв}^{pik}}{Q_{газу} \eta_{КА}}, \quad (3.12)$$

де  $Q_{газу}$  – калорійність газу (показує, яка кількість теплоти виділяється під час спалювання 1 м<sup>3</sup> газу);  $\eta_{КА}$  – коефіцієнт корисної дії котлоагрегату (приймають  $\eta_{КА} = 0,85$ ).

**Задача 3.1.** Визначити за укрупненими показниками проекту тепlopостачання сумарне теплове навантаження опалювання, вентиляції та гарячого водопостачання району нової забудови м. Полтава з житловою площею  $F = 1$  млн.  $\text{м}^2$  та етажністю забудови більше ніж 5. Обчислити річну витрату теплоти кожного з указаних видів теплоспоживання.

### Розв'язання

Визначаємо розрахункове опалювальне навантаження житлових і громадських будівель району міста за формулами 3.1 і 3.2 та даними додатка Б:

$$Q_{on.max} = q_{on} F d \left( + K_1 \right) = 82 \cdot 1 \cdot 10^6 \cdot 10^{-4} \cdot 3100 \cdot \left( + 0,25 \right) = 31,775 \text{ МВт.}$$

Під час розрахунків ураховано, що  $1 \text{ м}^2 = 1 \cdot 10^{-4} \text{ га}$ .

Враховуючи, що  $1 \text{ Вт} = 1 \text{ Дж/с} \approx 0,86 \text{ ккал/год}$ , отримуємо:

$$Q_{on.max} = 31,775 \cdot 10^6 \cdot 0,86 = 27,3265 \text{ Гкал/год.}$$

Розрахункове теплове навантаження вентиляції громадських будівель за формулою 3.3:

$$Q_{в.max} = q_{on} A K_1 K_2 = 82 \cdot 10^6 \cdot 10^{-4} \cdot 3100 \cdot 0,25 \cdot 0,6 = 38,13 \text{ МДж/с;}$$

$$Q_{в.max} = 32,7918 \text{ Гкал/год.}$$

Число жителів мікрорайону, зважаючи на формулу 3.5 і те, що

$$f_n = 21 \frac{\text{м}^2}{\text{люд}};$$

$$m = \frac{F d}{f_n} = \frac{1 \cdot 10^6 \cdot 10^{-4} \cdot 3100}{21} \approx 14162 \text{ осіб.}$$

Середній тепловий потік на гаряче водопостачання, зважаючи на формулу 3.4, у якій  $a = 105$  л/добу,  $b = 25$  л/добу на 1 людину;  $t_{zg} = 55$  °С – температура гарячої води;  $t_{xg} = 5$  °С – температура холодної води;  $C = 4187 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°С}}$  – теплоємність води;  $m = 47619$  осіб.

$$\bar{Q}_{zg} = \frac{1,2 \cdot 14762 \cdot \left( 0,05 + 25 \cdot \left( 5 - 5 \right) \right) \cdot 4187}{24 \cdot 3600} \approx 5,58 \text{ МДж/с;}$$

$$\bar{Q}_{zg} \approx 4,8 \text{ Гкал/год.}$$



Максимальний тепловий потік на гаряче водопостачання визначають з виразу 3.6:

$$Q_{зв,max} = 2,4 \cdot 5,58 \cdot 10^6 = 13,392 \text{ МДж/с};$$

$$Q_{зв,max} = 11,517 \text{ Гкал/год.}$$

Сумарну потребу у теплі для мікрорайону визначають як суму всіх видів споживання за формулою 3.7:

$$Q_{ЦТП} = 31,775 \cdot 10^9 + 32,7918 \cdot 10^9 + 11,517 \cdot 10^9 = 76,0838 \text{ Гкал/год.}$$

Річну витрату теплоти на гаряче водопостачання  $Q_{зв}^{pik}$  визначаємо за формулою 3.8:

$$Q_{зв}^{pik} = 11,517 \cdot 10^9 \cdot 350 \cdot 3600 = 14,5114 \cdot 10^{15} \text{ кал/рік} = 19,5048 \text{ Пкал/рік.}$$

Визначаємо середній тепловий потік на опалення з виразу 3.10, у якому, з урахуванням даних таблиці Б.1 для м. Полтави:  $t_{внутр} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $\bar{t}_{зов} = -1,9 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $t_{p.on} = -22 \text{ }^\circ\text{C}$ . Отже:

$$\bar{Q}_{on} = \frac{31,775 \cdot 10^9 \cdot (8 + 1,9)}{18 + 22} = 15,808 \text{ Ткал/год.}$$

Річні витрати теплоти на опалення  $Q_{on}^{pik}$  за формулою 3.9 з урахуванням, що  $N_{on} = 187$  діб (таблиця Б.1 додатка Б):

$$Q_{on}^{pik} = 15,808 \cdot 10^{12} \cdot 187 \cdot 24 \cdot 3600 = 255,407 \cdot 10^{18} \text{ кал/рік} = 255,407 \text{ Екал/рік.}$$

Річні витрати теплоти на вентиляцію за формулою (2.11) та даними таблиці Б.1 додатка Б з урахуванням, що  $N_v = 16$  год):

$$Q_v^{pik} = 3600 \frac{Q_{зв,max} (t_{внутр} - \bar{t}_{зов})}{t_{внутр} - t_{p.on}} N_{on} N_v; \quad (3.11)$$

$$Q_v^{pik} = 3600 \cdot \frac{32,7918 \cdot 10^9 \cdot (8 + 1,9)}{18 + 22} \cdot 187 \cdot 16 \approx 175,72 \cdot 10^{15} \text{ кал/рік} = 175,72 \text{ Пкал/рік.}$$

## Задачі для самостійного розв'язання

**Задача 3.2.** Обчислити за укрупненими показниками проекту тепlopостачання максимальні витрати теплоти на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання мікрорайонів і загалом міста (рис. 3.1). Геометричні характеристики мікрорайонів і ділянок теплотраси подані в табл. А.4 додатка А. Місто, у якому реалізують проект тепlopостачання, вибрати з таблиці Б.1 додатка Б. Порядковий номер міста у таблиці відповідає варіанту індивідуального завдання. Результати розрахунків звести до таблиці 3.1. Вибір варіанта здійснити за порядковим номером у журналі академічної групи.

Таблиця 3.1 – Результати розрахунку

№ мікрорайону	$F$ , Га	$A$ , м <sup>2</sup>	$m$ , осіб	$Q_{оп. max}$ , Вт	$Q_{в. max}$ , Вт	$Q_{гв. max}$ , Вт	$Q_{ЦТП}$ , Вт
I							
II							
III							
IV							
Усього для міста							

### Контрольні питання

1. Надати визначення терміна «максимальні витрати теплової енергії та пояснити зміст складових формули, за якою визначають ці витрати.
2. Які чинники визначають максимальні витрати теплової енергії на вентиляцію?
3. Пояснити зміст поняття максимального теплового потоку на гаряче водопостачання.
4. Що характеризує укрупнений показник максимальної годинної витрати теплоти на опалення житлових будинків?
5. З урахуванням яких параметрів розраховують середні теплові потоки на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання?

## Практична робота № 4

### Тема. Інтегральний графік теплового навантаження

**Мета:** формування умінь і навичок побудови інтегрального графіка теплового навантаження і визначення на його підставі потреби у паливі.

#### *Короткі теоретичні відомості*

Річний графік тривалості опалювального навантаження використовують для визначення сумарної кількості теплоти, виробленої котельнею або ТЕЦ, і обчислення на його підставі річних витрат палива. Для його побудови необхідні дані: максимальні витрати теплоти на опалення приєднаних до джерела теплоти об'єктів теплоспоживання і кліматичні характеристики місцевості (тривалість періоду зовнішніх температур). Наприклад, для умов м. Харків кількість годин за опалювальний період з середньодобовою температурою, рівною або нижчою, ніж та, що розглядається, наведена у табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Дані метеоспостережень для м. Харків

Середньодобові температури $t_{зov}, ^\circ\text{C}$	-25	-20	-14	-10	-4	0	+8
Тривалість періоду стану, $n, \text{ГОД}$	9	45	205	398	979	1965	4089

Залежність опалювального навантаження  $Q_{on}$ , МВт від температури зовнішнього повітря має лінійний характер і визначається рівнянням:

$$Q_{on} = \frac{Q_{on,max} (t_{внут} - t_{зov})}{t_{внут} - t_{p.on}} \quad (4.1)$$

де  $Q_{on,max}$ , МВт – розрахункове навантаження за розрахункової температури опалення зовнішнього повітря  $t_{p.on}$ ,  $^\circ\text{C}$ ;  $t_{зov}$ ,  $^\circ\text{C}$  – поточна температура зовнішнього повітря, за якої здійснюють розрахунок;  $t_{внут}$ ,  $^\circ\text{C}$  – рекомендована внутрішня температура приміщення. Залежність  $Q_{on}$  може бути побудована також у

$\frac{\text{Дж}}{\text{с}}$ , урахувавши, що  $1\text{Вт} = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{с}}$ .

Для побудови графіка  $Q_{on} = f(t_{зов})$  достатньо мати дві точки. Першу з них визначають як розрахункове навантаження  $Q_{on}^A = Q_{on,max}$  за температури зовнішнього повітря  $t_{p.on}$  (точка А рисунок 4.1). Друга (точка Д') може бути прийнята як точка початку опалювального сезону. Для неї розраховують значення  $Q_{on}^D$  за температури  $t_{зов} = 8, ^\circ\text{C}$ . З'єднуючи точки А і Д', будують у лівому квадранті графічну залежність  $Q_{on} = f(t_{зов})$ .

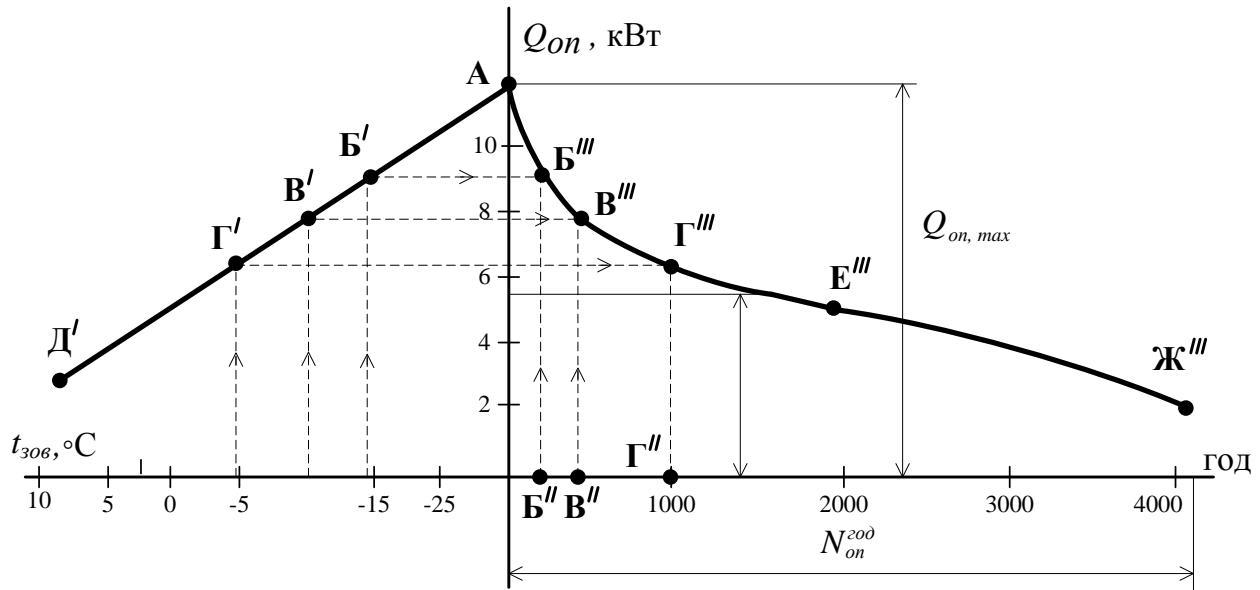


Рисунок 4.1 – До побудови графіка  $Q_{on}$

Точки для побудови залежності  $Q_{on} = f(N_{on}^{год})$  у правому квадранті рисунка 3.1 знаходять з таких міркувань: температурі зовнішнього повітря, наприклад  $t_{зов} = -14, ^\circ\text{C}$  на лінії АД' відповідає теплове навантаження, позначене точкою Б'. Згідно з таблицею 3.1 тривалість періоду з такою температурою становить 205 годин (точка Б''). На перетині горизонталі, побудованої з точки Б', і вертикалі, побудованої з точки Б'', знаходимо точку Б'''. Подібно визначають точки В''', Г''', Е''', Ж''' та інші. З'єднуючи знайдені точки, отримують шуканий графік. Площа фігури під лінією АБ''В''Г''Е''Ж''' з урахуванням масштабу дорівнює річній потребі у теплоті  $Q_{on}^{рік}$ , Дж/с.

Для знаходження середнього теплового навантаження  $\bar{Q}_{on}^{pik}$ , Дж/рік за опалювальний період перепишемо формулу (3.9) у вигляді:

$$\bar{Q}_{on} = \frac{Q_{on}^{pik}}{N_{on}^{сек}}, \quad (4.2)$$

де  $Q_{on}^{pik}$  – річна потреба у теплі, Дж/с;  $N_{on}^{сек}$  – тривалість опалювального сезону у секундах. Річні витрати палива на опалювання джерелом теплоти, відповідно до формули (3.12):

$$g_{ТЕЦ}^{pik} = \frac{Q_{on}^{pik}}{Q_{газу} \eta_{КА}}. \quad (4.3)$$

Якщо джерело теплопостачання здійснює вироблення теплоти не тільки для опалення будівель, у лівій частині графіка наносять відповідні лінії зміни навантаження від температури зовнішнього повітря, будують лінію сумарного теплового навантаження і потім переходять до побудови залежності у правому квадранті. Вигляд графіка для котельні, що здійснює вироблення теплоти на потреби опалення (лінія 1) і гарячого водопостачання (лінія 2), показано на рисунку 4.2. Лінія 3 на цьому рисунку – сумарне теплове навантаження.

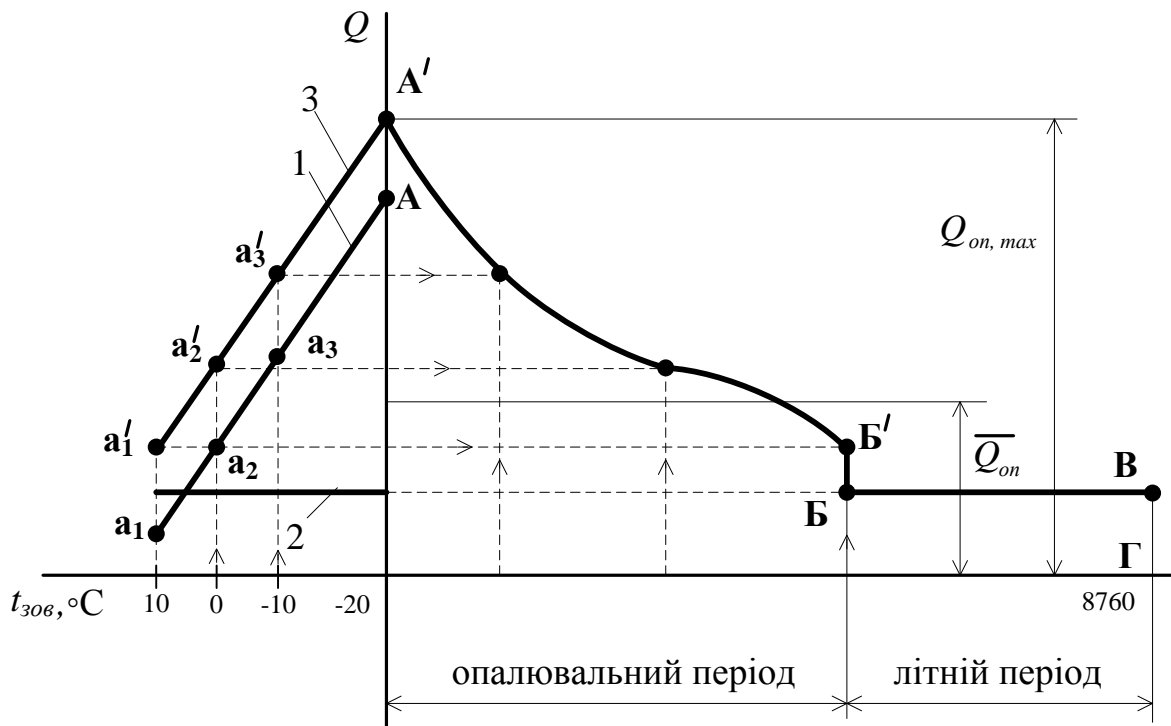


Рисунок 4.2 – До побудови графіка сумарного теплового навантаження

**Задача 4.1.** Побудувати річний графік тривалості опалювального навантаження теплової мережі, якщо задано розрахункове опалювальне навантаження  $Q_{on,max}=10$  МДж/с за заданих температур зовнішнього повітря  $t_{p.on} = -25$  °С і внутрішньої температури  $t_{внут}=18$  °С. Число годин за період року з від'ємною середньодобовою температурою зовнішнього повітря взяти із таблиці 2.2 метеоспостережень для м. Кременчук. За графіком розрахувати річні витрати теплоти на опалювання, а також коефіцієнт використання максимуму опалювального навантаження за опалювальний період.

Таблиця 4.2 – Дані метеоспостережень для м. Кременчук

Середньодобові температури $t_{зоб},$ °С	<-20	-15	-10	-7	-5	0	+5	+8
Тривалість періоду стану, $n,$ год	18	47	172	418	905	1734	3033	4920

### Розв'язання

Теплове навантаження опалювання за довільної температури зовнішнього повітря може бути визначено з формули 3.13:

$$Q_{on} = \frac{Q_{on,max} (t_{внут} - t_{зоб})}{t_{внут} - t_{p.on}}$$

Оскільки залежність лінійна, для графічної побудови  $Q_{on} = f(t_{зоб})$  достатньо знати дві точки. Одна з них (точка А) відома з умов задачі – за  $t_{p.on} = -25$  °С величина  $Q'_{on} = Q_{on}^A = 10$  МДж/с. Другу (точка Б) розрахуємо, підставивши у формулу дані задачі та температуру початку і кінця опалювального сезону  $t_{зоб} = 8$  °С:

$$Q_{on}^B = \frac{10 \cdot (18 - 8)}{18 - (-25)} = \frac{100}{43} = 2,33 \text{ МДж/с.}$$

Будуємо точки А і Б у другому (лівий верхній) квадранті декартової системи координат і проводимо через них пряму лінію (рисунок 4.3).

У третьому (лівий нижній) квадранті за даним таблиці будуюмо графік залежності  $N_{on}^{год} = f(t_{зов})$  у годинах.

У четвертому (правий нижній) квадранті побудуємо допоміжний графік для переведення годин у секунди (графічного перемноження на 3600).

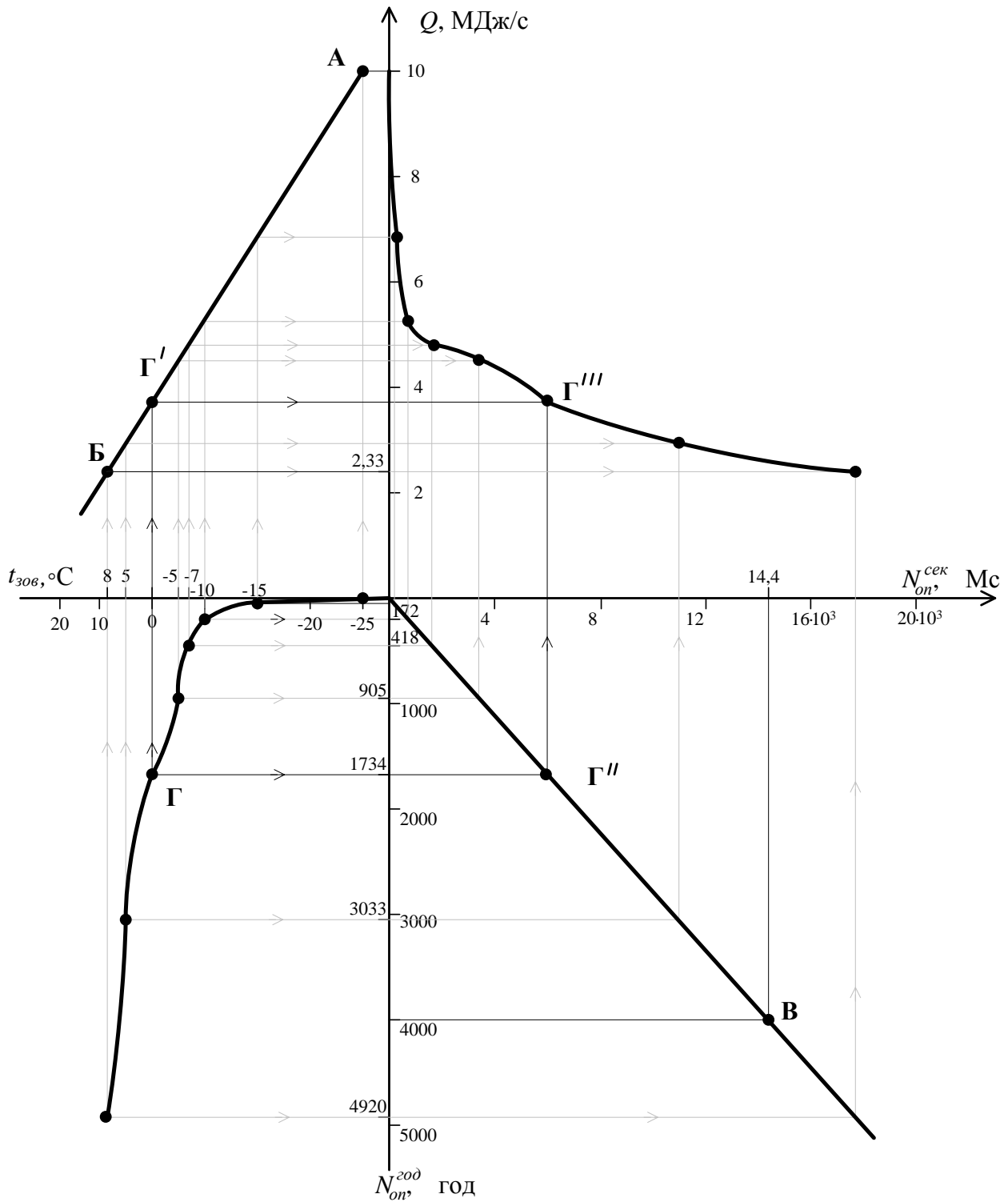


Рисунок 3.3 – До графічного розв'язання задачі 3.1

Ця залежність лінійна, одна точка відома (початок координат). Для визначення другої (точка В) здійснимо розрахунок:

$$N_{on.B}^{сек} = N_{on.B}^{год} \cdot 3600 = 4000 \cdot 3600 = 1440000 \text{ с} = 14,4 \text{ Мс}.$$

На осі абсцис четвертого квадранта відкладаємо значення часу у Мс і будуємо точку В. Проводимо пряму, яка з'єднує початок системи координат з побудованою розрахованою точкою.

Побудову графіка  $Q = f(N_{on}^{сек})$  здійснюємо у послідовності, описаній на прикладі  $t_{зоб} = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$  (перехід від точки Г до Г'''). З точки Г на графіку  $N_{on}^{год} = f(t_{зоб})$ , який побудовано у третьому квадранті, будуємо вертикальну пряму до перетину її з графіком  $Q_{on} = f(t_{зоб})$  у другому квадранті та горизонтальну пряму до перетину її з допоміжною прямою у четвертому квадранті.

У результаті отримуємо точки Г' і Г'' відповідно. Потім з точки Г' будуємо горизонтальну лінію а з точки Г'' – вертикальну. Точка їх перетину Г''' у першому квадранті є шуканою точкою графіка  $Q = f(N_{on}^{сек})$ , який слід побудувати.

Указану послідовність дій виконуємо для усіх точок залежності  $n = f(t_{зоб})$  у годинах третього квадранта. За отриманими точками графіка  $Q = f(N_{on}^{сек})$  першого квадранта будуємо шукану залежність.

Середнє навантаження за опалювальний період складе за формулою 4.2:

$$\bar{Q}_{on}^{рік} = \frac{Q_{on}^{рік}}{N_{on}^{сек}},$$

де  $N_{on}$  – тривалість опалювального сезону у секундах.

Знаходимо площу, обмежену кривою  $Q = f(N_{on}^{сек})$  та осями графіка (рисунок 4.4)  $S_Q = 3188 \text{ мм}^2$ .

Оскільки масштаб осі ординат складає  $1\text{мм} = 0,1 \text{ МДж/с}$ , а осі абсцис –  $1\text{мм} = 0,2 \cdot 10^6 \text{ с}$ , масштаб площі графіка складе:

$$1\text{мм}^2 = 0,1 \cdot 10^6 \cdot 0,2 \cdot 10^6 = 0,02 \cdot 10^{12} \text{ Дж} = 20 \text{ ГДж}.$$



Отже річний відпуск теплоти складе:

$$Q_{on}^{pik} = 3188 \cdot 20 = 63760 \text{ ГДж/рік.}$$

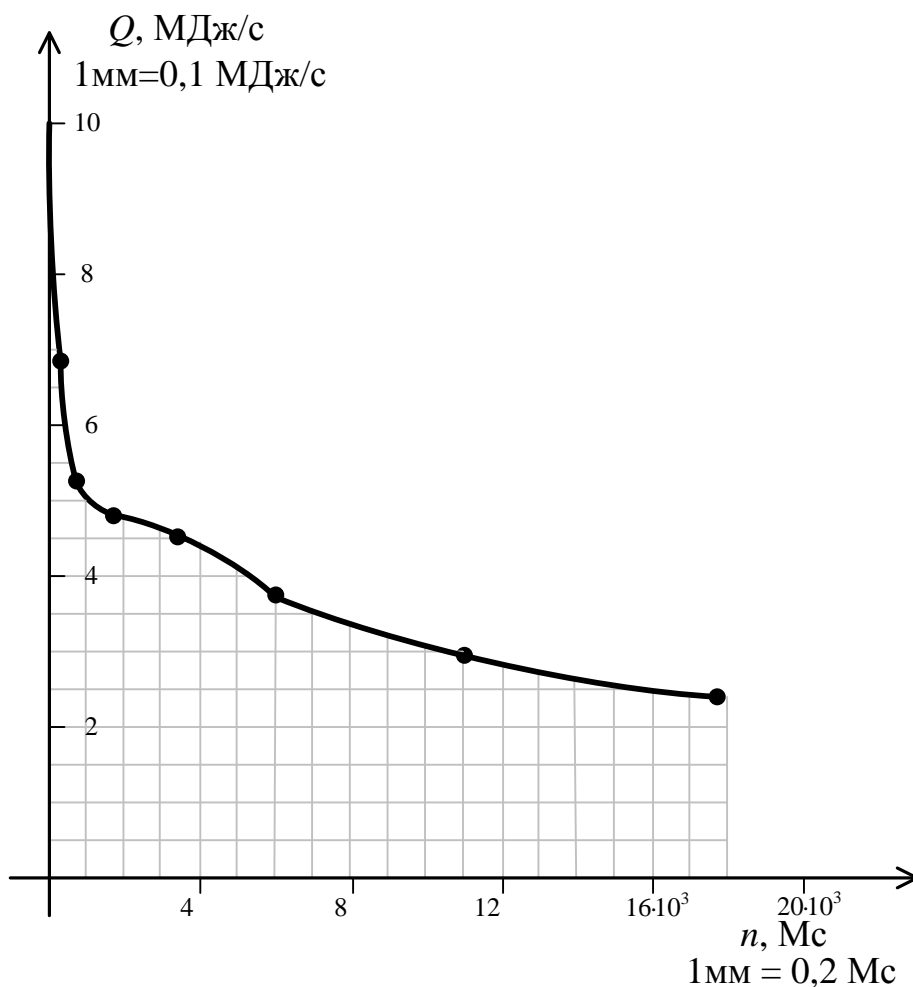


Рисунок 4.4 – До визначення відпуску теплоти

Опалювальний сезон 2017-2018 року в Україні офіційно розпочався 10 жовтня 2017 року та офіційно завершився 10 квітня 2018 року. Тобто 184 доби. Отже:

$$N_{on}^{cek} = 184 \cdot 24 \cdot 3600 \approx 15,9 \text{ Мс};$$

$$\bar{Q}_{on}^{pik} = \frac{63760 \cdot 10^9}{15,9 \cdot 10^6} \approx 4010 \cdot 10^3 = 4 \text{ МДж/с.}$$

Коефіцієнт використання максимуму теплового навантаження за опалювальний період визначають з виразу:

$$\nu = \frac{\overline{Q}_{on}^{pik}}{Q'_{on}}.$$

Підставляючи розраховані та початкові значення, отримаємо:

$$\nu = \frac{4}{10} = 0,4.$$

### **Завдання для самостійної роботи**

**Задача 4.2.** Побудувати річний графік тривалості опалювального навантаження теплової мереж м. Кременчук з газовою водогрійною котельнею за параметрами, заданими у таблиці А.5 додатка А. За графіком розрахувати річні витрати теплоти на опалювання, також коефіцієнт використання максимуму опалювального навантаження за опалювальний період, річні витрати палива джерелом теплоти. Вибір варіанта здійснити за порядковим номером у журналі академічної групи.

**Задача 4.3.** Визначити максимальні витрати теплоти на гаряче водопостачання і вентиляцію для району забудови, розглянутому в задачі 4.2. Поверховість забудови прийняти за варіантами із таблиці А.5 додатка А.

### **Контрольні питання**

1. У чому полягає методика побудови графіка тривалості теплових навантажень протягом року?
2. Яке значення має графік тривалості теплових навантажень і яке його можливе практичне застосування?
3. У чому полягає методика побудови інтегрального графіка опалювального теплового навантаження?
4. Яке призначення має інтегральний графік і у чому полягає суть його універсальності?
5. За якими даними розраховують річний графік тривалості опалювального навантаження?

## Практична робота № 5

### Тема. Проекти регулювання відпуску теплоти споживачам

**Мета:** закріплення теоретичних знань з питань регулювання теплопостачання, оволодіння навичками побудови графіків, що відповідають якісному регулюванню відпуску теплоти на опалення, і побудова графіків для регулювання відпуску теплоти за сумісним навантаженням.

#### *Короткі теоретичні відомості*

Висока енергетична та економічна ефективність підготовки, транспортування і використання теплоносія забезпечується регулюванням, головним завданням якого визначають підтримання балансу між кількістю теплоти, яка подається споживачеві, і кількістю теплоти, яка йому необхідна [9].

Залежно від місця регулювання розрізняють проекти балансування:

- центральні (регулювання здійснюють на ТЕЦ або в котельнях, безпосередньо під час підготовки теплоносія);
- місцеві (регулювання на центральних або місцевих теплових підстанціях);
- індивідуальні (регулювання здійснюють на приладах і установках споживачів);
- комбіновані (проекти, які є раціональним поєднанням варіантів регулювання, названих вище).

Загальний вигляд графіка навантаження наведений на рисунку 5.1.

На цьому рисунку  $\tau_1$ ,  $\tau_2$  – розрахункові температури в тепловій мережі; 1 – відносне опалювальне навантаження.

Побудову графіка починають з нижнього квадранта, обчислюючи точки лінійної залежності [10]:

$$Q_{on}^* = \frac{t_{внут} - t_{зов}}{t_{внут} - t_{p.on}}, \quad (5.1)$$

де  $Q_{on}^*$  – відносне опалювальне навантаження, що дорівнює відношенню теплового навантаження за даної температури зовнішнього повітря  $t_{внут}$ , °С до теп-

лового навантаження за розрахункової для опалення температури зовнішнього повітря  $t_{p.on}$ , °C;  $t_{внут}$ , °C – температура внутрішнього повітря у приміщенні.

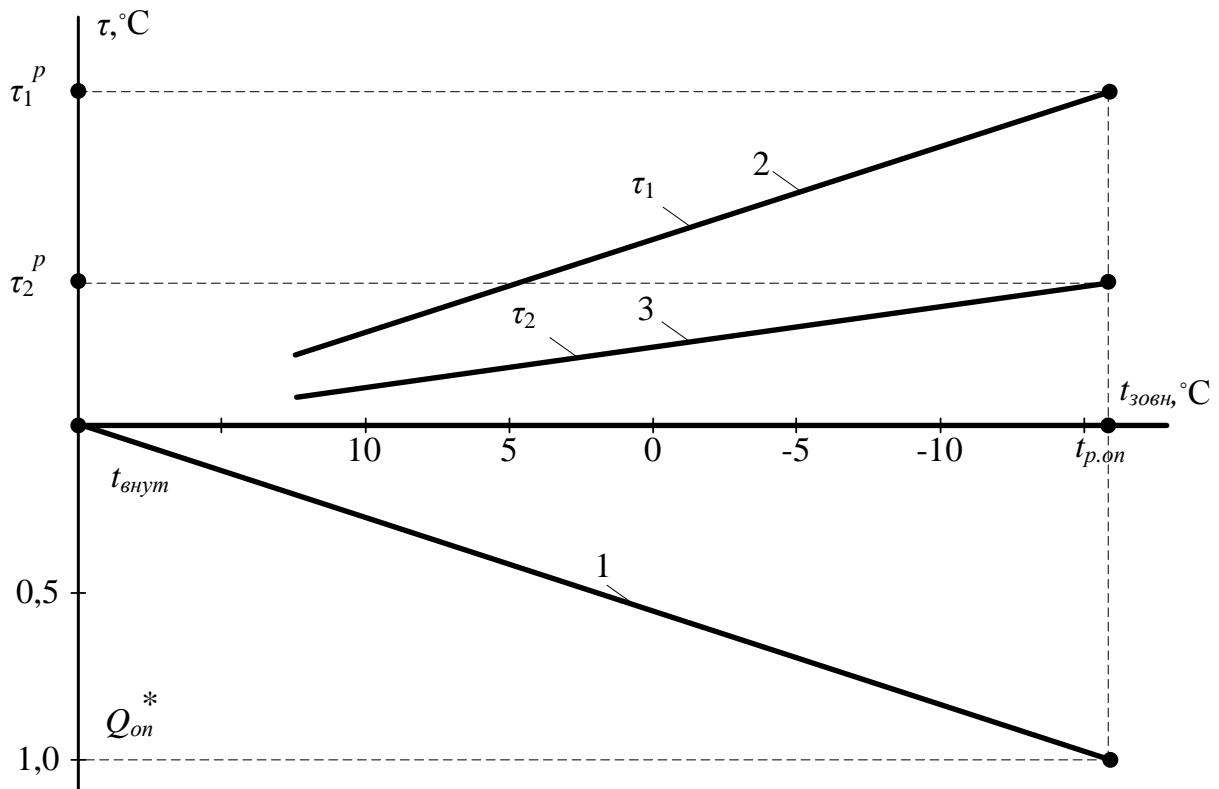


Рисунок 5.1 – Графік якісного регулювання опалювального навантаження.

За центрального якісного регулювання відпуску теплоти для систем опалення залежно від відносного опалювального навантаження для схеми з елеваторами температури мережної води визначають за формулами:

$$\tau_1 = t_{внут} + \Delta t_{on}^p \left( \frac{Q_{on}^*}{Q_{on}^*} \right)^{0,8} + \left( \Delta p_1^p - \tau_2^p - \theta \right) \frac{Q_{on}^*}{Q_{on}^*}; \quad (5.2)$$

$$\tau_2 = \tau_1 - \left( \Delta p_1^p - \tau_2^p \right) \frac{Q_{on}^*}{Q_{on}^*}; \quad (5.3)$$

$$\tau_3 = \tau_2 + \theta \frac{Q_{on}^*}{Q_{on}^*}, \quad (5.4)$$

де  $\tau_1$ ,  $\tau_2$ ,  $\tau_3$  – температура теплоносія у подавальному, зворотному трубопроводах теплових мереж і після елеватора відповідно;  $\Delta p_{on}^p$  – перепад температур між середньою температурою води у опалювальному приладі та внутрішнім повітрям у розрахунковому для опалення режимі;  $\theta$  – розрахунковий перепад температури води у системі опалення.

Останні два параметри розраховують із виразів:

$$\Delta p_{on}^p = \frac{\tau_1^p + \tau_2^p}{2} - t_{внут}; \quad (5.3)$$

$$\theta = \tau_3^p - \tau_2^p. \quad (5.4)$$

Центральне якісне регулювання за сумісним навантаженням опалення і гарячого водопостачання (рисунок 5.2) застосовують, якщо виконується нерівність:

$$\bar{\rho} = \frac{\bar{Q}_{зв}}{Q_{on.max}} > 0,15, \quad (5.5)$$

де  $\bar{Q}_{зв}$  – середні витрати теплоти на гаряче водопостачання;  $Q_{on.max}$  – максимальні витрати теплоти на опалення.

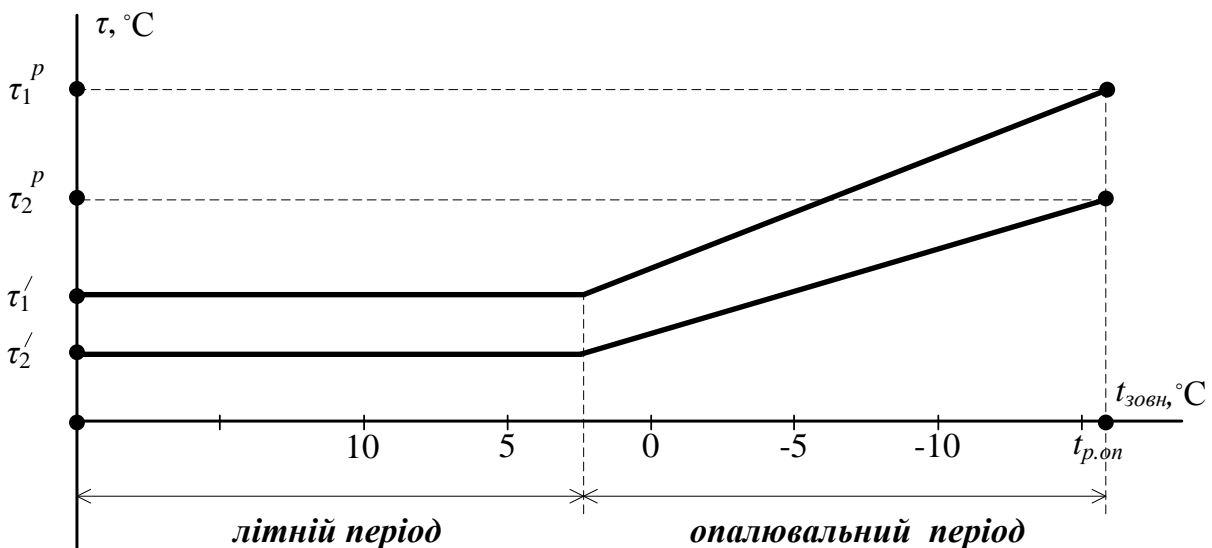


Рисунок 5.2 – Графік регулювання за сумісним навантаженням опалення і гарячого водопостачання

Приєднання підігрівників гарячого водопостачання не менше, ніж у 75 % абонентів здійснюють за двоступінчастою послідовною схемою.

Завданням розрахунку підвищеного графіка є визначення перепадів температур мережної води у підігрівниках:

$$\delta = \delta_1 + \delta_2 = \frac{Q_{зв}^b}{Q_{on.max}} \Delta \tau_m^p, \quad (5.6)$$

де  $Q_{28}^{\bar{\rho}} = k_{\bar{\rho}} \bar{Q}_{28}$  – балансове навантаження гарячого водопостачання;  $k$  – балансовий коефіцієнт (зазвичай  $k_{\bar{\rho}} = 1,2$ );  $\Delta\tau_m^p = \tau_1^p - \tau_2^p$  – розрахункова різниця температур мережної води за опалювальним графіком.

Допоміжні розрахункові формули мають вигляд:

$$\delta'_2 = \tau'_{on2} - \tau_2 = \frac{Q_{28}^{\bar{\rho}}}{Q_{on.max}} \cdot \frac{t'_n - t_{xв}}{t_{28} - t_{xв}}; \quad (5.7)$$

$$t'_n = \tau'_{on2} - \Delta t_n; \quad (5.8)$$

$$\delta'_1 = \delta - \delta_2; \quad (5.9)$$

$$\delta_2^p = \frac{\delta'_2 (t_2^p - t_{xв})}{\tau'_2 - t_{xв}}. \quad (5.10)$$

Температурні лінії будують, використовуючи відповідні лінії опалювального графіка, з формулами:

$$\tau_1 = \tau_{1on} + \delta_1; \quad (5.11)$$

$$\tau_2 = \tau_{2on} - \delta_2 \text{ (I інтервал)}; \quad (5.12)$$

$$\tau_2 = \tau_{2on} - \delta_2^p \text{ (II інтервал)}. \quad (5.13)$$

**Задача 5.1.** У закритій тепловій мережі з послідовним включенням двоступеневих підігрівників гарячого водопостачання (ГВП) застосоване центральне якісне регулювання за сумарним навантаженням опалення і ГВП.

Визначити температури мережної води у подавальному і зворотному трубопроводах теплової мережі  $\tau_1$  і  $\tau_2$  за температури зовнішнього повітря  $t_{3овн} = 2,8$  °С, якщо за розрахунковим температурним графіком на рисунку 5.3 (опалювально-побутовим) для опалення  $\tau'''_{on2} = 70$  °С і  $\tau''_{on2} = 41,7$  °С. Відношення середнього навантаження ГВП до максимального (розрахункового) опалення по тепловій мережі  $\bar{\rho} = 0,2$ , балансовий коефіцієнт до середнього навантаження ГВП для компенсації небалансу теплоти на опалення, викликаного нерівномірністю добового графіка  $k_{\bar{\rho}} = 1,2$ . Температура водопровідної (холодної води) до підігрівника ГВП  $t_{xв} = 5$  °С, температура гарячої води після підігрівника ГВП  $t_{28} = 60$  °С. Визначити температури мережної води  $\tau_1$  і  $\tau_2$  за те-

температури зовнішнього повітря  $t_{зовн} = -25^\circ\text{C}$  зі значеннями  $\tau_{on1} = 150^\circ\text{C}$  і  $\tau_{on2} = 70^\circ\text{C}$  за розрахунковим температурним опалювально-побутовим графіком для опалення. За даними, отриманими в результаті розрахунків, побудувати підвищений температурний графік центрального кількісно-якісного регулювання за суміщеним сумарним тепловим навантаженням опалення і ГВП.

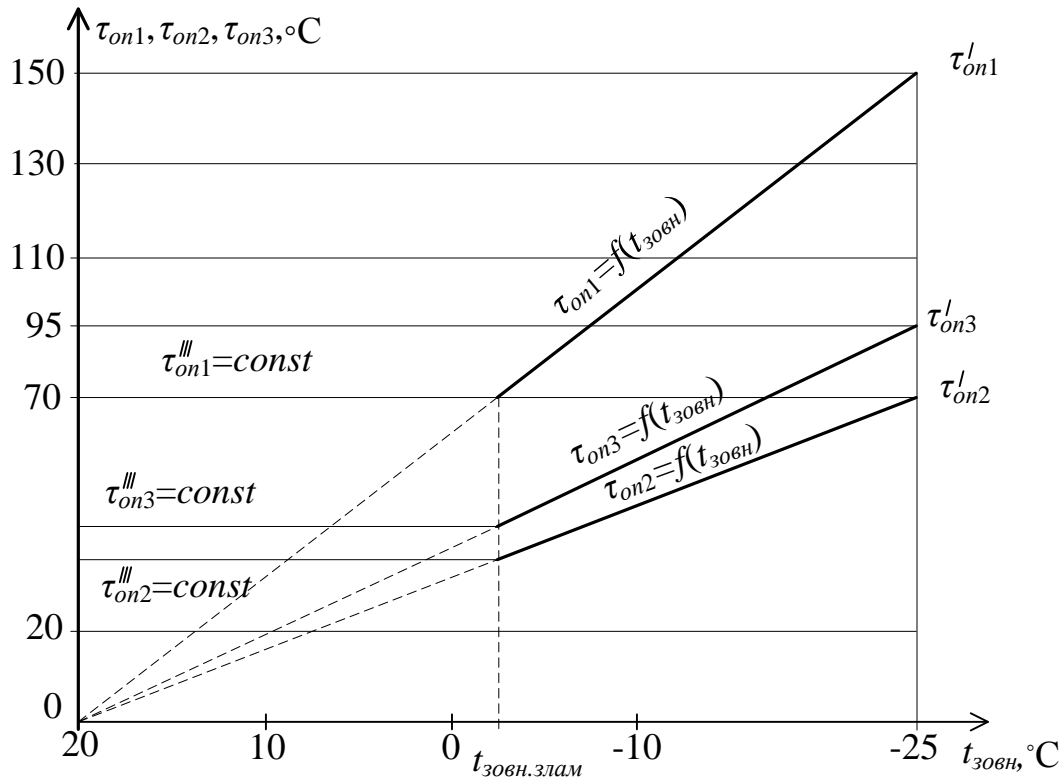


Рисунок 5.3 – Опалювально-побутовий температурний графік центрального кількісно-якісного регулювання за опалювальним тепловим навантаженням

### Розв'язання

Розрахунок здійснимо для співвідношення балансового навантаження ГВП до максимального навантаження  $\rho_{бал} = k_{бал} \bar{\rho} = 1,2 \cdot 0,2 = 0,24$ .

Витрату мережної води  $t_{зовн}$  беремо сталою (незмінною) і рівною витраті води на опалення.

Температуру водопровідної води після підігрівника нижнього ступеня (ПН) визначимо з виразу:

$$t''_н = \tau'''_{on2} - t_{хв} = 41,7 - 5 = 36,7^\circ\text{C}.$$

Сумарний перепад температур мережної води в ПН і підігрівачі верхнього ступеня (ПВ) визначимо за формулою (5.6):

$$\delta = \frac{Q_{зв}^{\delta} (\tau'_{on1} - \tau'_{on1})}{Q_{on.max}} = \rho_{бал} (\tau'_{on1} - \tau'_{on1}) = 0,24 \cdot (50 - 70) = 19,2 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Перепад температури мережної води в ПН і ПВ при  $t_{зовн} = 2,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ :

$$\delta_2''' = \frac{\delta (\tau'_{on1} - t_{xв})}{t_{зв} - t_{xв}} = \frac{19,2 \cdot (6,7 - 5)}{60 - 5} = 11,1 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$\delta_1''' = \delta - \delta_2''' = 19,2 - 11,1 = 8,1 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Температура води у подавальному та зворотному трубопроводах теплової мережі за  $t_{зовн} = t_{зовн.злам.} = 2,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ :

$$\tau_1' = \tau'_{on1} + \delta_1''' = 70 + 8,1 = 78,1 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$\tau_2' = \tau'_{on2} - \delta_2''' = 41,7 - 11,1 = 30,6 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Перепади температури мережної води в нижньому і верхньому ступенях підігрівників ГВП за  $t_{зовн} = -25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ :

$$\delta_2' = \delta_2''' \cdot \frac{\tau'_{on2} - t_{xв}}{\tau''_{on} - t_{xв}} = 11,1 \cdot \frac{70 - 5}{41,7 - 5} = 19,2 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Температура води у подавальному і зворотному трубопроводах  $\tau_1$  і  $\tau_2$  за  $t_{зовн} = -25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ :

$$\tau_1 = \tau'_{on1} + \delta_1' = 150 + 0 = 150 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$\tau_2 = \tau'_{on2} - \delta_2' = 70 - 19,2 = 50,8 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

За даними, отриманими у результаті розрахунків на базі опалювально-побутового графіка будуюмо підвищений температурний графік (рисунок 5.4).



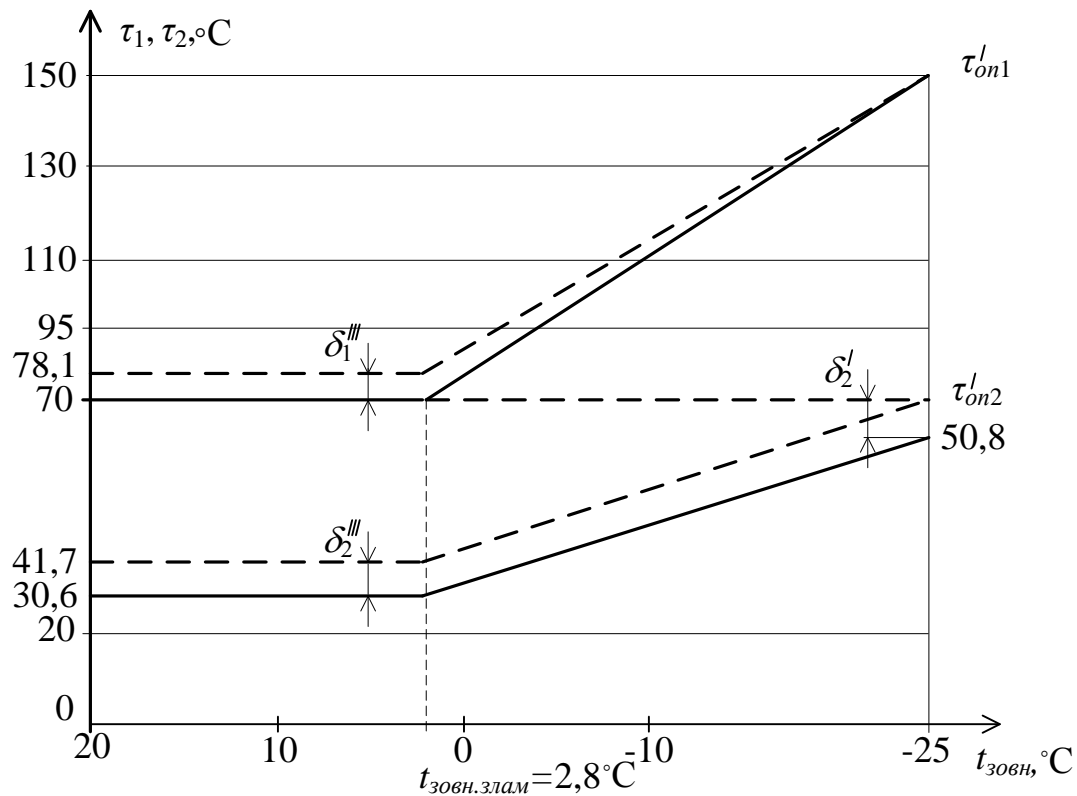


Рисунок 5.4 – Підвищений температурний графік центрального кількісно-якісного регулювання за суміщеним навантаженням ОН і ГВП

### Завдання для самостійної роботи

**Задача 5.2.** Побудувати графік регульовального навантаження для кліматичних умов міста. Місто, у якому реалізують проект тепlopостачання, вибрати з таблиці Б.1 додатка Б. Порядковий номер міста у таблиці відповідає варіанту індивідуального завдання. Характеристики розрахункових режимів наведені у таблиці А.6 додатка А. Вибір варіанта здійснити за порядковим номером у журналі академічної групи.

**Задача 5.3.** Використовуючи результати побудови графіка регулювання опалювального навантаження (задача 5.2), побудувати графік регулювання за сумісним навантаженням опалення і гарячого водopостачання, узявши за температури зовнішнього повітря у точці зламу температур  $t_{зовн.злам}$  (таблиця А.6 додатка А) температуру теплоносія у подавальному трубопроводі теплових мереж  $\tau_1 = 70$  °С, у зворотному  $\tau_2 = 40$  °С. Використовуючи побудований графік, побудувати підвищений графік температур води у тепловій мережі. Тепло-

ві навантаження і величину недогріву води вибрати за варіантами із таблиці А.7 додатка А. Вибір варіанта здійснити за порядковим номером у журналі академічної групи.

### **Контрольні питання**

1. У чому полягає завдання розрахунку центрального регулювання відпуску теплоти споживачам?
2. Охарактеризувати якісного, кількісного, кількісно-якісного методів регулювання.
3. Як здійснюють розрахунок температурного графіка для центрального якісного регулювання опалення і гарячого водопостачання у закритій і відкритій системах тепlopостачання?
4. За якою методою будують графік регулювання за сумісним навантаженням опалення і гарячого водопостачання?
5. Що характеризують розрахункові температури  $\tau_1$  і  $\tau_2$  у тепловій мережі?

## **2 МАТЕРІАЛИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ЗНАНЬ ЗА ТЕМАМИ, ЯКІ ВИКЛАДАЛИСЯ НА ЛЕКЦІЯХ**

### **2.1 Питання для самостійного поглибленого вивчення теми «Оцінювання енергозберігаючих проектів»**

1. Поняття проекту.
2. Ознаки та основні характеристики проекту.
3. Класифікація та структура проектів.
4. Основні принципи оцінювання енергозберігаючих проектів. Технологічні показники проектів.
5. Управління проектами енерговикористання і їх значення у проблемі енергозбереження. Закон України «Про енергозбереження».

### **2.2 Тестові завдання для самоконтролю знань з теми «Оцінка енергозберігаючих проектів»**

1. Мінімальною кількістю зацікавлених осіб проекту є:

- а) 0;
- б) 1;
- в) 2;
- г) 3.

2. Проект відрізняється від поточної діяльності:

- а) відсутністю циклічності;
- б) обсягом ресурсів, що використовуються;
- в) трудомісткістю робіт;
- г) вимогами до кваліфікаційного рівня виконавців.

3. Завданнями доінвестиційної стадії проекту є:

- а) визначення джерел фінансування;
- б) придбання обладнання;
- в) декомпозиція робіт проекту;
- г) формування команди менеджера проекту.

4. Характерною ознакою проекту є:

- а) тривіальність;
- б) унікальність;
- в) ефективність;
- г) часова тривалість.

5. До зацікавлених сторін проекту належать:

- а) бухгалтер;
- б) брокер;
- в) замовник;
- г) інвестор.

6. Необхідними компонентами створення проекту є:

- а) діловий план;
- б) вимоги споживачів;
- в) початок фінансування;
- г) наявність ескізного проекту.

7. За складністю розрізняються проекти:

- а) екологічно–складні;
- б) технічно–складні;
- в) не дуже складні;
- г) організаційно–складні.

8. До стадії життєвого циклу проекту належать:

- а) критична стадія;
- б) завершальна стадія;
- в) вирішальна стадія;
- г) інвестиційна стадія.

9. Практичні дії з реалізації проекту відбуваються на стадії:

- а) початковій;
- б) інвестиційній;
- в) експлуатаційній;
- г) освітній.

10. Основною метою управління проектом є:

- а) забезпечення окупності проекту;
- б) визначення джерел фінансування проекту;
- в) розробка варіантів розв'язання проблеми;
- г) забезпечення реалізації бізнес-плану.

11. До параметрів, які підлягають керуванню у проекті, належить:

- а) ефективність використання позичених коштів;
- б) фінансове та податкове планування;
- в) термін виконання робіт;
- г) якість проектних рішень.

12. До складу процесів проектного менеджменту належить:

- а) планування;
- б) бухгалтерський облік;
- в) маркетинг;
- г) контроль.

13. До складу функцій проектного менеджменту належить:

- а) управління часом у проекті;
- б) управління технічним розвитком;
- в) управління якістю;
- г) управління фінансами.

14. Методологічним підґрунтям проектного менеджменту є:

- а) теорія конвергенції;
- б) теорія мережного моделювання;
- в) теорія відносності;
- г) теорія монетаризму.

### **2.3 Питання для самостійного поглибленого вивчення теми «Економічні показники проектів»**

1. Аналіз економічного положення підприємства.
2. Оцінювання економічних показників енергозберігаючих проектів.
3. Економічні показники проектів, що реалізуються енергосервісними компаніями.
4. Проектне фінансування.

### **2.4 Тестові завдання для самоконтролю знань з теми «Економічні показники проектів»**

1. Елементами процесу планування у проектному менеджменті є:
  - а) фінансове планування;
  - б) планування обсягів виробництва;
  - в) декомпозиція;
  - г) завдання послідовності робіт.
2. Планування змісту проекту означає:
  - а) обґрунтування напрямів реалізації бізнес-ідеї;
  - б) декомпозицію робіт з реалізації бізнес-плану;
  - в) планування якісних характеристик продукту;
  - г) планування складу проектних робіт.
3. До типу «керованих» належать роботи, у яких:

- а) відсутня залежність між тривалістю і обсягом ресурсів;
- б) є залежність між тривалістю і обсягом ресурсів;
- в) можливі зміни залежно від порядку виконання проекту;
- г) неможливі зміни залежно від порядку виконання проекту.

4. До типу «некерованих» відносяться роботи, в яких:

- а) відсутня залежність між тривалістю і обсягом ресурсів;
- б) є залежність між тривалістю і обсягом ресурсів;
- в) можливі зміни залежно від порядку виконання проекту;
- г) неможливі зміни залежно від порядку виконання проекту.

5. Відповідальні за якість проектних рішень визначаються:

- а) статутом проекту;
- б) наказом замовника проекту;
- в) процесами планування;
- г) домовленістю зацікавлених сторін проекту.

6. Поділ основних компонентів проекту на елементарні роботи має назву:

- а) структура поділу робіт;
- б) декомпозиція;
- в) розподіл майна;
- г) ресурсне планування.

7. Чинники, які визначають межі вибору варіантів вирішення конкретного питання, мають назву:

- а) допущення;
- б) обмеження;
- в) параметри проекту;
- г) декомпозиція.

8. Метод оцінювання тривалості та вартості робіт на підставі попереднього досвіду має назву:

- а) експертний;
- б) на підставі аналогів;
- в) «Монте-Карло»;

г) нормативний.

9. Результатами з планування ресурсів є:

а) визначення бюджету проекту;

б) формування змісту проекту;

в) формування вимог до ресурсів;

г) визначення інвестиційних ресурсів.

## **2.5 Питання для самостійного поглибленого вивчення теми «Бізнес-планування на підприємстві»**

1. Основні завдання бізнес-плану.

2. План виробництва, маркетинговий та фінансовий плани.

3. Бізнес-план інвестиційного проекту.

4. Засади календарного планування.

5. Мережне моделювання.

## **2.6 Тестові завдання для самоконтролю знань з теми «Бізнес-планування на підприємстві»**

1. До методів «стиснення тривалості» належать:

а) «Стиснення на злам»;

б) «Стиснення бюджету»;

в) «Швидке відстежування»;

г) «Монте-Карло».

2. Елементами бази для розробки календарного плану є:

а) склад інвестиційних витрат;

б) склад операційних витрат;

в) визначення змісту проекту;

г) визначення рівня прибутковості проекту.

3. На підставі розрахунків ранніх і пізніх дат початку (завершення) проектних робіт визначають:

а) повний резерв;

б) термін виконання проекту;

в) відповідальних виконавців;

г) дату початку фінансування.

4. До типів проектних робіт у середовищі ST належать:

а) критична;

б) некритична;

в) залежна;

г) незалежна.

5. Стиснення тривалості припускає:

а) зміну змісту проекту;

б) збільшення ресурсів проекту;

в) зменшення ресурсів проекту;

г) перерозподіл ресурсів проекту.

## **2.7 Питання для самостійного поглибленого вивчення теми «Аналіз інвестиційних проектів»**

1. Інвестиції, інвестиційний проект, інвестиційний процес.

2. Джерела інвестицій.

3. Показники оцінювання ефективності інвестиційного проекту.

4. Аналіз чутливості, сталості та ризиків інвестиційних проектів.

## **2.8 Тестові завдання для самоконтролю знань з теми «Аналіз інвестиційних проектів»**

1. Виберіть правильний варіант взаємозалежності показників (записаних умовними позначками) за умов оцінювання ефективності одного інвестиційного проекту. Якщо  $NPV > 0$ , то:

а)  $PI > 1$ ,  $IRP < r$ ;

б)  $PI < 1$ ,  $IRP < r$ ;

в)  $PI > 1$ ,  $IRP > r$ ;

г)  $PI > 0$ ,  $IRP = rPI$ .

2. Індекс прибутковості інвестицій розраховують за допомогою:

а) розподілу вартості первісних вкладень на чисту приведену вартість проекту;

б) вирахування з дисконтованого грошового потоку суми інвестицій;



в) відношення чистих приведених надходжень від проекту на вартість первісних вкладень;

г) усі відповіді вірні.

3. Критерієм ефективності інвестиційних проектів, що не враховує ризик втрати купівельної спроможності грошей, є:

а) чиста теперішня вартість проекту;

б) індекс прибутковості;

в) дисконтований період окупності;

г) середньорічний дохід.

4. Розмір вартості грошей залежить від:

а) величини ставки дисконту;

б) прибутковості підприємства;

в) рівня конкуренції на фондовому ринку;

г) кількості платіжних періодів.

5. Узагальнювальним показником ефективності інвестиційного проекту не може бути:

а) чиста приведена вартість;

б) внутрішня норма рентабельності;

в) коефіцієнт «вигоди/витрати»;

г) прибуток першого року реалізації проекту.

6. Між критеріями ефективності окремого інвестиційного проекту існує взаємозв'язок, а саме:

а)  $PI > 1$ ,  $NPV > 0$ ,  $IRP > r$ ;

б)  $PI = 1$ ,  $NPV = 0$ ,  $IRP < r$ ;

в)  $PI < 1$ ,  $NPV < 0$ ,  $IRP = r$ ;

г)  $PI = 1$ ,  $NPV > 0$ ,  $IRP = r$ .

7. Ризик інвестиційного проекту – це:

а) імовірність того, що проект буде реалізовано;

б) значення NPV проекту;

- в) ступінь невизначеності одержання очікуваного рівня доходності під час реалізації даного проекту;
- г) ступінь очікуваного рівня доходності проекту.

### **3 ОПРАЦЮВАННЯ ОКРЕМИХ РОЗДІЛІВ, ЯКІ НЕ ВИКЛАДАЮТЬ НА ЛЕКЦІЯХ**

#### **3.1 Питання для самостійного вивчення теми «Основні форми організаційних структур проектів»**

Під час самостійної роботи кожен студент повинен самостійно вивчити тему «Основні форми організаційних структур проектів» за планом:

- 1) організаційні основи керування проектами і загальні принципи побудови організаційної структури проекту;
- 2) види організаційних структур у керуванні проектами;
- 3) вимоги до формування команди менеджера проекту;
- 4) статут проекту.

Цей розділ достатньо викладений у [2, С. 105; 7, С. 98]. Під час вивчення цього матеріалу варто звернути увагу на принципи побудови організаційної структури проекту, функціональні ролі членів команди менеджера проекту, характерні риси лідера проекту, статут проекту.

#### **Контрольні питання**

1. Пояснити суть організаційної структури проекту?
2. Наведіть приклади вертикальних і горизонтальних зв'язків в управлінні проектами.
3. Назвіть елементи побудови організаційної структури проекту.
4. Назвіть загальні принципи побудови організаційної структури проекту.
5. Які структури розрізняють відносно змісту проекту?
6. Які структури розрізняють відносно взаємин учасників проекту?
7. У чому полягає сутність функціональної організаційної структури проекту?

8. У чому полягає сутність матричної організаційної структури проекту?
9. Назвіть функції команди менеджера проекту.
10. Охарактеризуйте основні ролі в КМП.
11. Назвіть основні параметри статуту проекту.

### **3.2 Тестові завдання для самоконтролю знань з теми «Основні форми організаційних структур проектів»**

1. Під організаційною структурою слід розуміти:

- а) сукупність елементів організації та зв'язків між ними;
- б) тип форми власності організації;
- в) склад функціональних підрозділів компанії;
- г) стиль керівництва фірмою.

2. Зв'язки, які забезпечують проходження адміністративних процесів прийняття управлінських рішень, мають назву:

- а) вертикальні;
- в) горизонтальні;
- в) перпендикулярні;
- г) паралельні.

3. Зв'язки, які забезпечують процеси безпосереднього виконання робіт, мають назву:

- а) вертикальні;
- б) горизонтальні;
- в) перпендикулярні;
- г) паралельні.

4. Якщо у системі управління поєднані централізована координація та контроль діяльності й децентралізоване управління, то вона є:

- а) лінійною;
- б) лінійно-штабною;
- в) дивізійною;
- г) адаптивною.

5. Якщо до переваг структури управління належать ..., то вона є проектною структурою управління. Укажіть пропущене.

- а) висока гнучкість;
- б) краща орієнтація на проектну мету і попит;
- в) поліпшення контролю за окремими завданнями проекту або цільової програми;
- г) скорочення чисельності управлінського персоналу.

6. Перевагами лінійної структури є:

- а) яскраво виражена відповідальність;
- б) більш тісний зв'язок виробництва зі споживачами;
- в) деяке розвантаження вищих керівників;
- г) більш ефективне поточне управління, можливість зниження витрат і підвищення ефективності використання ресурсів.

7. Перевагами лінійно-штабної структури є:

- а) ясно виражена відповідальність;
- б) більш тісний зв'язок виробництва зі споживачами;
- в) деяке розвантаження вищих керівників;
- г) більш ефективне поточне управління, можливість зниження витрат і підвищення ефективності використання ресурсів.

8. Перевагами дивізійної структури є:

- а) яскраво виражена відповідальність;
- б) більш тісний зв'язок виробництва зі споживачами;
- в) деяке розвантаження вищих керівників;
- г) більш ефективне поточне управління, можливість зниження витрат і підвищення ефективності використання ресурсів.

9. До адаптивних структур управління належать:

- а) дивізійні;
- б) матричні;
- в) функціональні;
- г) проектні.

10. Основним принципом побудови проектної структури є:

- а) відповідність організаційної структури вимогам ефективності проекту;
- б) відповідність організаційної структури якості проектних рішень;
- в) відповідність організаційної структури концепції проекту;
- г) відповідність організаційної структури вимогам законодавства України.

11. Проблеми з розподілом повноважень функціональних керівників є недоліком:

- а) лінійної структури;
- б) дивізійної структури;
- в) матричної структури;
- г) проектної структури.

### **3.3 Питання для самостійного вивчення теми «Програмне забезпечення процесу управління проектами»**

Під час самостійної роботи кожен студент повинен самостійно вивчити тему «Програмне забезпечення процесу управління проектами» за планом:

- 1) завдання та етапи календарного планування в управлінні проектами;
- 2) загальна характеристика програмних продуктів, які використовуються під час укладання календарного плану;
- 3) завдання і методи стиснення тривалості.

Цей розділ достатньо викладений у [2, С. 212; 4; 7, С. 559]. Під час вивчення цього матеріалу варто звернути увагу на програмні продукти відомих фірм Microsoft, Primavera, процедуру «стиснення тривалості».

#### **Контрольні питання**

1. Назвіть основні елементи бази для створення календарного плану проекту.
2. Назвіть основні етапи побудови календарного плану проекту.
3. В чому полягає призначення матриці відповідальності?
4. В чому полягає суть визначення ранніх і пізніх дат початку й завершення проектних робіт?
5. Що таке повний резерв?

6. Що таке вільний резерв?

7. Які програмні продукти, що забезпечують потреби процесів планування управління проектами, існують на ринку?

8. Які дані потрібні для впорядкування календарного плану в середовищі ST?

9. Який порядок укладання календарного плану в середовищі ST?

10. Який порядок заповнювання словників робіт?

11. Надайте визначення терміна «стиснення тривалості»?

12. Які існують методи стиснення тривалості?

### **3.4 Питання для самостійного вивчення теми «Виявлення і оцінка ризику в проекті»**

Під час самостійної роботи кожен студент повинен самостійно вивчити тему «Виявлення і оцінка ризику в проекті» за планом:

1) виявлення, аналіз і оцінювання ризику в проекті;

2) реакція на ризик у проекті;

3) планування і створення резервів на випадок непередбачених обставин.

Відповідальність за проектні ризики;

4) сучасна концепція управління якістю.

Цей розділ достатньо викладений у [3, С. 163; 7, С. 414, 514]. Під час вивчення даного матеріалу варто звернути увагу на основні складові процесу управління ризиком, виокремлення принципів, покладених в основу загального управління якістю Total Quality Management (TQM).

#### **Контрольні питання**

1. Надати визначення поняття «проектні ризики».

2. Назвати основні складові процесу управління ризиком.

3. Які є види рішень відповіді на ризик?

4. Пояснити, яка різниця між кошторисними резервами і резервами управління.

5. Надайте визначення поняття «якість».

6. Наведіть чотири ключових аспекти якості.

7. Перелічити основні принципи сучасної концепції менеджменту якості.

#### 4 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ

Оцінювання навчальних здобутків студента здійснюють за 100-бальною шкалою. Відповідність акумульованих під час навчання балів до національної шкали та ECTS наведено у таблиці.

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		Для іспиту, курсового проекту (роботи), практики	Для заліку
90–100	<b>A</b>	Відмінно	Зараховано
82–89	<b>B</b>	Добре	
74–81	<b>C</b>		
64–73	<b>D</b>	Задовільно	
60–63	<b>E</b>		
35–59	<b>FX</b>	Незадовільно з можливістю повторного складання	Не зараховано з можливістю повторного складання
0–34	<b>F</b>	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням навчальної дисципліни	Не зараховано з обов'язковим повторним вивченням навчальної дисципліни

#### Аудиторна робота на лекції

Оцінювання аудиторної роботи студента на лекції здійснюють за формулою:

$$B_L = \left[ \alpha_1 \frac{\sum_{i=1}^{0,5G_{NP}^L} a_i K_i^L}{0,5G_{NP}^L} + \alpha_2 K_{konsp}^L \right] B_{\Sigma 1},$$

де  $\sum_{i=1}^{0,5G_{NP}^L} a_i K_i^L$  – кількість відвіданих лекцій, на яких студент виявляв доцільну

активність;  $K_{konsp}^L = 0 \dots 1$  – коефіцієнт, який враховує повноту роботи студента

з конспектом, до того ж  $K_{konsp}^L = 1$  відповідає повному якісному конспекту;  $G_{NP}^L$  – кількість годин, які відводяться на лекцію (передбачена навчальним планом);  $B_{\Sigma 1} = 10$  – максимальна кількість балів, яку студент може отримати за накопичувальною системою за цією формою оцінювання роботи;  $\alpha_1, \alpha_2$  – коефіцієнти, які враховують значущість фактів відвідання лекції студентом, доцільної активності на занятті та наявності конспекту. При цьому необхідне дотримання умови  $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$ . Ступінь доцільної активності студента на поточній лекції враховує коефіцієнт  $a_i$ , який набуває максимального значення  $a_i = 1$  і може бути знижений у разі невчасного або неповного відвідання лекції або виявлення недоцільної активності, не спрямованої на опанування матеріалу.

Під час оцінювання аудиторної роботи студентів на лекції частка оцінки за якісний повний конспект складає 20 % ( $\alpha_2 = 0,2$ ), а результат поточного контролю може акумулювати максимум 8 балів у разі активної роботи на лекції та 2 бали за повний якісний конспект. Перевірка якості конспекту викладачем може здійснюватись або в поточному режимі, або з досягненням студентом певних визначених викладачем контрольних точок.

Ураховуючи, що згідно з чинним навчальним планом навчальної дисципліни «Управління проектами енерговикористання»  $G_{NP}^L = 30$ , максимальна оцінка, яку може акумулювати студент за одну лекцію у разі активної роботи складає:

$$0,8 \cdot \frac{1}{0,5G_{NP}^L} = 0,8 \cdot \frac{1}{15} \cdot 10 \approx 0,531 \text{ бали.}$$

Аудиторну роботу студента на практичних та лабораторних заняттях оцінюють за формулою:

$$B_{PZ+LR} = \left[ \beta_1 \frac{\sum_{i=1}^{0,5G_{NP}^L} a_i K_i^{PZ}}{0,5(G_{NP}^{PZ} + G_{NP}^{LR})} + \beta_2 \frac{\sum_{i=1}^{0,5G_{NP}^L} a_i K_i^{LR}}{0,5(G_{NP}^{PZ} + G_{NP}^{LR})} \right] B_{\Sigma 2},$$



де  $K_i^{PZ}$  – кількість відвіданих практичних занять;  $K_i^{LR}$  – кількість відвіданих лабораторних занять;  $G_{NP}^{PZ}$ ,  $G_{NP}^{LR}$  – кількість годин, передбачена навчальним планом, які відводяться на практичні та лабораторні заняття відповідно;  $B_{\Sigma 2} = 20$  – максимальна кількість балів, яку студент може отримати згідно з накопичувальною системою за цією формою оцінювання роботи;  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  – коефіцієнти, які враховують значущість фактів відвідання студентом занять цієї форми. При цьому необхідне дотримання умови:  $\beta_1 + \beta_2 = 1$ . Ступінь доцільної активності студента на поточній лекції враховує коефіцієнт  $a_i$ , який набуває максимального значення  $a_i = 1$  та може бути знижений у разі невчасного або неповного відвідання заняття; виявлення недоцільної активності, не спрямованої на опанування матеріалу.

Для чинного навчального плану навчальної дисципліни «Управління проектами енерговикористання»  $G_{NP}^{PZ} = 20$ ,  $G_{NP}^{LR} = 20$ . Зважаючи на рівноцінність практичних і лабораторних занять,  $\beta_1 = \beta_2 = 0,5$ . При цьому максимальна кількість балів, яку студент може отримати згідно з накопичувальною системою за відвідання практичних і лабораторних занять, складе  $10 + 10 = 20$  балів; максимальна оцінка, яку може акумулювати студент за відвідання одного практичного або лабораторного заняття у разі активної роботи, складає відповідно:

$$B_{PZ} = 0,5 \cdot \frac{1}{10} \cdot 20 = 1 \text{ бал};$$

$$B_{LR} = 0,5 \cdot \frac{1}{10} \cdot 20 = 1 \text{ бал}.$$

### **Поточний контроль**

На оцінювання поточної успішності відводять  $B_{\Sigma 3} = 70$  балів. До цієї форми контролю належать:

- оцінка за самостійні (контрольні) роботи;
- оцінка за захист лабораторних робіт;
- оцінка за змістовий модуль (проміжний контроль).

Сумарне оцінювання здійснюють за формулою:

$$B_{kontr} = \frac{1}{5} \left( \lambda_1 \bar{O}_{KRR} + \lambda_2 \bar{O}_{ZLR} + \lambda_3 \bar{O}_{TMK} \right) \in \mathbb{B}_{\Sigma 3},$$

де  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  – вагові коефіцієнти форм контролю, до того ж  $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 = 1$ ;  $\bar{O}_{KRR}, \bar{O}_{ZLR}, \bar{O}_{TMK}$  – середньоарифметичне значення, отримане в результаті оцінювання виконання контрольних (самостійних робіт), захисту лабораторних робіт, точок змістовно–модульного контролю. Сумарна оцінка приведена до максимальної оцінки класичної шкали. Оцінювання поточного контролю здійснюють за національною (чотирибальною системою). Розрахунок середньоарифметичних оцінок за кожен з названих показників здійснюють за формулами:

$$\bar{O}_{KRR} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{KRR}} O_i^{KRR}}{N_{KRR}};$$

$$\bar{O}_{ZLR} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{ZLR}} O_i^{ZLR}}{N_{ZLR}};$$

$$\bar{O}_{TMK} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{TMK}} O_i^{TMK}}{N_{TMK}},$$

де  $O_i^{KRR}, O_i^{ZLR}, O_i^{TMK}$  – оцінки за виконанні  $i$ -ті контрольні або самостійні роботи, захищені лабораторні роботи, точки модульного контролю;  $N_{KRR}, N_{ZLR}, N_{TMK}$  – кількість контрольних робіт, які необхідно виконати, та лабораторних робіт, які необхідно захистити, точок модульного контролю.

Кількість лабораторних робіт визначається навчальною програмою навчальної дисципліни. Кількість поточних контрольних робіт визначається кількістю тем практичних занять; кількість точок модульного контролю – кількістю змістових модулів програми навчальної дисципліни.

Для чинного навчального плану навчальної дисципліни «Управління проектами енерговикористання» передбачено рівновагомість однієї захищеної лабораторної роботи та однієї точки модульного контролю ( $\lambda_2 = \lambda_3 = 0,4$ ). Ваговий коефіцієнт оцінки поточної контрольної роботи складає  $\lambda_1 = 0,2$ . Кількість

тем практичних занять (кількість контрольних робіт)  $N_{KRR} = 5$ ; кількість лабораторних робіт, які необхідно захистити  $N_{ZLR} = 5$ ; кількість точок модульного контролю  $N_{TMK} = 4$ .

Отже:

– максимальна кількість балів, яку може акумулювати студент за всі виконані контрольні роботи, становить 14 балів, до того ж за виконану одну контрольну роботу максимально акумулюється:

$$B_{kontr}^{KKR} = \frac{1}{5} \cdot 0,2 \cdot \frac{5}{5} \cdot 70 = 2,8 \text{ бали};$$

– максимальна кількість балів, яку може отримати студент за захист всіх лабораторних робіт складає 28 балів, при чому за захист однієї лабораторної роботи максимально акумулюється:

$$B_{kontr}^{ZLR} = \frac{1}{5} \cdot 0,4 \cdot \frac{5}{5} \cdot 70 = 5,6 \text{ балів};$$

– максимальна кількість балів, яку може акумулювати студент за результатами модульного контролю, складає 28 балів, при чому за одну точку модульного контролю можливо максимально отримати:

$$B_{kontr}^{TMK} = \frac{1}{5} \cdot 0,4 \cdot \frac{5}{4} \cdot 70 = 7 \text{ балів}.$$

### **Підсумковий контроль**

У результаті сумарно за семестр студент акумулює оцінку  $B_A$ , яка обчислюється за формулою:

$$B_A = B_L + B_{PZ} + B_{kontr}.$$

У разі, якщо студент повністю виконав навчальний план і згоден із акумульованою оцінкою (за умови, якщо вона не менша, ніж 60 балів), її переносять до залікової книжки та відомості успішності та вважають остаточною.

У разі незгоди студента, якщо він бажає підвищити свою оцінку, студентові потрібно перездати точки поточного контролю. При цьому остаточна оцінка збільшується на різницю між новою оцінкою за поточний контроль і оцінкою, отриманою раніше.

У разі, якщо студент накопичив оцінку в інтервалі  $35 \leq B_A \leq 59$ , оцінку заносять до залікової книжки і відомості успішності та надають студентові можливість підвищити свою оцінку за алгоритмом, описаним у попередньому абзаці.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Тарасюк Г. М. Управління проектами: навчальний посібник. / Г. М. Тарасюк. – К. : Каравела, 2004. – 344 с.
2. Все про проектний менеджмент: збірник навчальної літератури, методичних вказівок та програмних продуктів Українського відділення IPMA на компакт – диску.
3. Кучеренко В. Р. Управління діловими проектами: навчальний посібник для студ. вузів / В. Р. Кучеренко. – К. : ЦНЛ, 2005. – 280 с.
4. Грей Ф. Клиффурд Управление проектами: практическое руководство / Клиффурд Ф. Грей, Зрик У. Ларсен // Пер. с англ. – М. : «Дело и сервис», 2003. – 528с.
5. Мельник Л. Г. Економіка енергетики: навчальний посібник. / Л. Г. Мельник, О. І. Карінцева, І. М. Сотник – Суми : ВТД «Університетська книга», 2006.
6. Праховник А. В. Энергетический менеджмент. / А. В. Праховник, А. И. Соловей, В. В. Прокопенко. – К. : НТУУ КПИ, 2001. – 472с.
7. Бакалін Ю. І. Енергозбереження та енергетичний менеджмент. Навч. посібник для ВНЗ / Харк. Інститут управління. – 2 вид.– Харків : ХТУ, 2002. – 199 с.
8. Шульга М. О. Теплопостачання та гаряче водопостачання: навчальний посібник. / М. О. Шульга, О. О. Алексахін. – Харків : ХНАМГ, 2004. – 229 с.
9. Алексахін О. О. Приклади й розрахунки з теплопостачання та опалення: навч. посібник. / О. О. Алексахін, О. М. Герасимова О.М. – Харків, ХДАМГ, 2002. – 206с.
10. Прядко М. О. Теплові мережі: навчальний посібник. / М. О. Прядко, В. І. Павелко, С. М. Василенко. – К.: Алерта, 2005. – 227с.

Таблиця А.1 – Вихідні дані до задачі 1.3

Варіант	Проект	Техніко-економічні показники проектів			
		Термін експлуатації, років	Капітальні витрати, тис. грн	Річні експлуатаційні витрати, тис. грн/рік	Ставка дисконту, %
1	А	9	77	12	10
	Б	10	77	9	10
2	А	11	64	9	9
	Б	12	68	10	10
3	А	9	61	9	11
	Б	11	56	9	12
4	А	10	61	12	10
	Б	12	51	10	13
5	А	11	73	10	9
	Б	12	78	10	11
6	А	9	75	10	11
	Б	10	71	10	12
7	А	9	61	9	10
	Б	11	78	11	10
8	А	10	75	9	12
	Б	10	70	10	10
9	А	12	75	10	12
	Б	9	68	12	11
10	А	10	65	9	9
	Б	11	70	11	10
11	А	12	63	10	11
	Б	12	72	12	12
12	А	11	77	11	11
	Б	9	76	9	10
13	А	10	75	12	13
	Б	12	67	12	9
14	А	10	70	10	13
	Б	11	69	11	10
15	А	12	71	9	12
	Б	10	73	12	10

Таблиця А.2 – Вихідні дані до задачі 1.4

Варіант	Проект	Час життя проекту, років	Капітальні витрати, тис. грн	Щорічні експлуатаційні витрати, тис. грн/рік	Вигоди, тис. грн	Ставка дисконту, %	Бюджет, тис. грн
1	2	3	4	5	6	7	8
1	А	12	102	12,2	56,78	9	304,5
	Б	7	120	8,45	36,43		
	В	10	178	9,03	37,41		
	Г	7	209	26,61	120,51		
2	А	8	198	26,42	122,17	11	325,5
	Б	11	149	18,21	84,25		
	В	11	200	23,96	100,3		
	Г	12	104	9,89	39,9		
3	А	7	144	20,58	89,57	11	249,5
	Б	12	158	16,63	68,99		
	В	9	44	4,64	27,72		
	Г	9	153	8,46	49,11		
4	А	9	126	16,3	71,44	9	288
	Б	10	187	17,89	77,39		
	В	10	219	18,84	82,67		
	Г	12	44	6,53	28,2		
5	А	7	190	16,59	76,27	11	294
	Б	9	137	16,96	78,02		
	В	10	229	30,15	141,75		
	Г	8	32	2,18	11,61		
6	А	7	199	11,79	63,26	10	289
	Б	8	114	6,95	31,51		
	В	11	192	11,37	77,58		
	Г	8	73	4,66	20,56		
7	А	7	217	13,54	70,16	13	346
	Б	8	195	18,93	82,93		
	В	11	206	15,03	73,1		
	Г	11	74	8,49	40,35		
8	А	9	30	2,37	11,81	12	221
	Б	8	208	20,29	83,18		
	В	11	96	8,79	41,95		
	Г	10	108	7,55	33,53		

Продовження таблиці А.2

1	2	3	4	5	6	7	8
9	А	8	83	9,9	43,94	13	214,5
	Б	9	185	19,21	77,97		
	В	7	67	7,04	30,68		
	Г	10	94	9,84	44,2		
10	А	8	103	13,98	56,88	10	304,5
	Б	12	161	9,39	43,89		
	В	9	184	12,73	52,69		
	Г	9	161	17,58	72,82		
11	А	8	151	10,33	48,65	9	287
	Б	12	79	6,32	31,66		
	В	8	128	8,17	34,67		
	Г	11	216	11,25	47,33		
12	А	9	159	20,64	96,44	10	316,5
	Б	11	223	24,47	99,09		
	В	7	176	11,72	50,17		
	Г	11	75	9,7	42,88		
13	А	8	203	25,86	113,75	13	318,5
	Б	7	176	13,2	55,23		
	В	11	174	11,86	63,1		
	Г	10	84	9,54	46,48		
14	А	11	68	7,06	29,09	11	228,5
	Б	8	95	13,37	55,58		
	В	10	170	15,26	63,71		
	Г	10	124	14,35	57,61		
15	А	12	106	15,79	63,98	10	158
	Б	11	30	4	17,73		
	В	11	83	6,86	30,86		
	Г	11	97	13,49	62,04		

Таблиця А.3 – Вихідні дані до задачі 2.2

Варіант	Проект	Капітальні витрати, тис. грн	Щорічні експлуатаційні витрати, тис.грн/рік	Вигоди, тис.грн/рік	Ставка дисконту, %
1	2	3	4	5	6
1	А	113	8	40	9
	Б	76	13	48	
	В	49	16	31	
2	А	109	8	42	8
	Б	79	12	50	
	В	50	13	29	



Продовження таблиці А.3

1	2	3	4	5	6
3	А	116	9	41	10
	Б	80	13	49	
	В	51	16	31	
4	А	101	10	39	9
	Б	76	12	48	
	В	51	15	31	
5	А	120	9	41	9
	Б	78	12	47	
	В	48	16	30	
6	А	109	10	41	9
	Б	79	11	47	
	В	48	14	29	
7	А	118	9	41	9
	Б	79	13	50	
	В	50	16	31	
8	А	101	9	42	11
	Б	78	12	51	
	В	49	13	30	
9	А	103	10	42	9
	Б	77	13	50	
	В	48	15	31	
10	А	110	8	40	11
	Б	82	13	50	
	В	50	14	29	
11	А	102	8	39	9
	Б	80	13	51	
	В	50	14	30	
12	А	111	9	38	9
	Б	81	12	47	
	В	52	15	30	
1	2	3	4	5	6
13	А	109	8	39	8
	Б	84	11	49	
	В	51	14	30	
14	А	105	8	38	11
	Б	76	11	45	
	В	49	14	29	
15	А	113	9	41	12
	Б	82	11	47	
	В	52	14	30	

Таблиця А.4 – Вихідні дані до задачі 3.2

Варіанти	Геометричні розміри, м								
	$h_1 = h_4$	$h_2$	$h_3$	$b_1 = b_2$	$b_3 = b_4$	1-2	2-3	3-4	4-5
1	200	200	300	300	200	100	300	150	1500
2	300	200	350	400	300	200	400	200	1700
3	400	300	450	600	300	200	500	300	2000
4	500	300	500	800	400	250	650	400	2300
5	600	300	600	800	400	250	700	400	2500
6	300	200	200	200	300	300	100	150	1500
7	350	300	200	300	400	400	200	200	1700
8	450	400	300	300	600	500	200	300	2000
9	500	500	300	400	800	650	250	400	2300
10	600	600	300	400	800	700	250	400	2500
11	200	200	200	100	300	200	300	100	1500
12	200	300	200	200	400	300	400	200	1700
13	300	400	300	200	600	300	500	200	2000
14	300	500	300	250	800	400	650	250	2300
15	300	600	300	250	800	400	700	250	2500

Таблиця А.5 – Вихідні дані до задач 4.2, 4.3

Варіант	$t_{зов},$ °C	$t_{внут},$ °C	$Q'_{оп},$ МДж/с	$Q_{газу},$ МДж/м <sup>3</sup>	Поверховість
1	2	3	4	5	6
1	-15	+19	15	33,5	2
2	-10	+20	9	35	3
3	-12	+20	7	37	4
4	-14	+21	25	39	4
5	-18	+19	17	41	5
6	-24	+20	21	43	5
7	-10	+23	4	45	6
8	-13	+17	11	47	7
9	-21	+19	30	49	8
10	-18	+20	17	50,2	9
11	-10	+16	11	37	9
12	-15	+17	15	39	3
13	-11	+17	8	33,5	5
14	-23	+20	20	35	5
15	-19	+19	27	50,2	5

Таблиця А.6 – Вихідні дані до задач 5.2, 5.3

Варіант	Температура						
	$t_{внут},$ °C	$\tau_1^p,$ °C	$\tau_2^p,$ °C	$\tau_3^p,$ °C	$t_{зов},$ °C	$\tau_1,$ °C	$t_{зовн.злам},$ °C
1	21	150	70	95	8	80	0,5
2	20	150	77	105	5	80	1,0
3	19	135	70	95	0	80	1,5
4	18	135	60	95	-5	80	2,0
5	16	110	60	95	-8	90	2,5
6	15	105	60	95	-10	100	3,0
7	15	95	60	95	-15	110	3,0
8	17	140	70	105	-18	120	3,0
9	18	145	70	95	-20	130	3,5
10	16	120	70	105	-22	120	3,5
11	17	90	60	95	-15	110	4,0
12	18	95	60	95	-17	100	2,0
13	19	110	60	105	-13	95	2,5
14	20	100	70	105	3	105	3,0
15	21	105	60	105	2	100	1,5

Таблиця А.7 – Вихідні дані до задачі 5.3

Варіант	$Q_{оп.мах},$ кВт	$\bar{Q}_{зв},$ кВт	$\Delta t_n,$ °C	Варіант	$Q_{оп.мах},$ кВт	$\bar{Q}_{зв},$ кВт	$\Delta t_n,$ °C
1	1000	500	10	9	2000	500	8
2	1000	400	9	10	3000	400	6
3	1000	300	8	11	1000	700	7
4	1000	200	7	12	2000	600	8
5	2000	300	6	13	3000	700	9
6	2000	400	5	14	3000	800	7
7	<u>2000</u>	<u>700</u>	<u>6</u>	<u>15</u>	<u>2000</u>	<u>500</u>	<u>6</u>
8	3000	600	7	–	–	–	–

Таблиця Б.1 – Основні кліматичні характеристики деяких міст

Місто	Температура зовнішнього повітря			Тривалість опалювального періоду $N_{on}$ , діб
	розрахункова для		середня за опалювальний період $\bar{t}_{on}$ , °С	
	опалення $t_{p.on}$ , °С	вентиляції $t_{p.вен}$ , °С		
1. Вінниця	-21	-10	-1,1	189
2. Дніпро	-24	-9	-1,0	175
3. Запоріжжя	-23	-9	-0,7	175
4. Київ	-21	-10	-1,1	187
5. Львів	-19	-7	0,3	189
6. Миколаїв	-19	-7	0,4	168
7. Одеса	-18	-6	0,8	168
8. Рівне	-21	-9	-0,5	191
9. Севастополь	-11	0	4,4	137
10. Сімферополь	-16	-4	1,9	158
11. Тернопіль	-21	-9	-0,5	190
12. Ужгород	-18	-6	1,6	162
13. Харків	-23	-11	-2,1	189
14. Херсон	-18	-7	0,6	167
15. Чернігів	-22	-10	-1,7	191
16. Полтава	-22	-11	-1,9	187

Таблиця Б.2 – Укрупнений показник максимальних витрат теплоти на опалення житлових будівель  $q_{on}$ , Вт/м<sup>2</sup>

Етажність забудови	Розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування опалення $t_{p.on}$ , °С					
	-5	-10	-15	-20	-25	-30
3-4	90	97	103	111	119	128
≤5	65	69	73	75	82	88

Таблиця Б3 – Щільність житлового фонду

Етажність забудови	5	9	12
Щільність житлового фонду, $d$ , м <sup>2</sup> /га	3100	3700	4800

Таблиця В.1 – Норми витрати гарячої води за температури 55<sup>0</sup> С на гаряче водопостачання (ГВ) житлових і громадських будівель

Споживачі		Розмірність	Норма витрати, л/добу
1	Житлові будинки квартирної типу:	1 мешка- нець	
	– з централізованим гарячим водопостачанням, обладнані умивальниками, мийками та душем;		85
	– з сидячими ваннами, обладнаними душем;		90
	– з ваннами, довжиною від 1,5 до 1,7 м, обладнаними душами;		105
	– висотою понад 12 поверхів з централізованими ГВ та підвищеними вимогами до благоустрою		115
2	Готелі й пансіонати:	1 місце	
	– із загальними душами та ваннами;		70
	– з душами в усіх номерах		140
3	Лікарні:	1 ліжко	
	– із загальними ваннами та душами; – з санвузлами, наближеними до палатних		75 90
4	Магазини:	1 працюючий в зміну	
	– продовольчі;		95
	– промтоварні		5

Методичні вказівки щодо виконання практичних робіт і самостійної роботи з навчальної дисципліни «Управління проектами енерговикористання» для студентів денної та заочної форм навчання за освітньою програмою «Енергетичний менеджмент» зі спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» другого (магістерського) освітнього рівня

Укладачі: асист. Богодист К. П.,  
к.т. н. доц. С. М. Якимець

Відповідальний за випуск в. о. зав. кафедри систем електроспоживання та енергетичного менеджменту О. В. Бялобржеський

Підп. до др. 08.02.19 Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Папір тип. Друк ризографія.  
Ум. друк. арк. 3,08. Наклад 5 прим. Зам. № 19167. Безкоштовно.

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