



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКА ДЕРЖАВНА ІНЖЕНЕРНА  
АКАДЕМІЯ**

Арутюнян І.А.  
Данкевич Н.О.  
Терех М.Д.

# **ДИПЛОМНЕ ПРОЕКТУВАННЯ**

Методичні вказівки  
до виконання варіантного проектування  
для студентів денної та заочної форми навчання спеціальностей  
7.092101 “Промислове та цивільне будівництво”

Запоріжжя  
2007

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКА ДЕРЖАВНА ІНЖЕНЕРНА АКАДЕМІЯ**

**ДИПЛОМНЕ ПРОЕКТУВАННЯ**

Методичні вказівки  
до виконання варіантного проектування  
для студентів денної та заочної форми навчання спеціальностей  
7.092101 “Промислове та цивільне будівництво”

Рекомендовано до видання  
на засіданні кафедри  
“Промислового та цивільного будівництва”  
Протокол № 13 від 15.05.2007 р.

Запоріжжя  
2007

Дипломне проектування. Методичні вказівки до виконання варіантного проектування для студентів денної та заочної форми навчання спеціальностей 7.092101 “Промислове та цивільне будівництво” / Укл. І.А. Арутюнян, Н.О. Данкевич, М.Д. Терех. Запоріжжя. Видавництво ЗДІА, 2007 – 38 с.

Укладачі:

І.А. Арутюнян – канд. тех. наук, доцент

Н.О. Данкевич – асистент

М.Д. Терех - канд. тех. наук, доцент

Відповідальний за випуск –

Завідувач кафедри промислового та цивільного будівництва проф., д.т.н. І.Д. Павлов

## Зміст

Вступ.....	4
<b>1. Техніко-економічне обґрунтування вибору варіанта інженерного рішення.....</b>	<b>5</b>
<b>2. Рекомендації з обґрунтування вибору варіанта.....</b>	<b>6</b>
<b>3. Приклади розрахунків.....</b>	<b>9</b>
<b>3.1. Приклад №1.....</b>	<b>9</b>
<b>3.2. Приклад №2.....</b>	<b>11</b>
<b>3.3. Приклад №3.....</b>	<b>17</b>
<b>4. Вибір комплекту кранів для монтажу конструкцій одноповерхових промислових будівель.....</b>	<b>23</b>
<b>5. Приклад порівняння варіантів теплоізоляції огорожуючи конструкцій житлових і громадських будівель.....</b>	<b>29</b>
Додаток .....	36
Перелік літератури.....	38

## **Вступ.**

Практично у всіх дипломних проектах студентів спеціальності “Промислове і цивільне будівництво”, “Міське будівництво і господарство”, “Водопостачання і водовідведення” проводяться розрахунки техніко-економічних показників і порівняння різних конструктивних рішень і технологій виконання робіт. Крім загальних методів, часто для вибору кращого варіанту потрібен індивідуальний підхід по вирішенню комплексу технічних задач по конструктивним і технологічним питанням.

В зв'язку з дією ринкових умов економіки змінилися економічні показники ефективності в будівництві. Так, замість відомого показника “приведені витрати”, тепер використовують показник “сукупні витрати”, який враховує зміну вартості грошей з часом.

В цих методичних вказівках приведені приклади розрахунку техніко-економічних показників для порівняння варіантів технологій по влаштуванню покрівель, бетонуванню фундаментів, монтажу конструкцій будівель і виконання теплоізоляції огорожуючих конструкцій будівель для підвищення їх термічного опору.

Методичні вказівки призначені для студентів спеціальностей ПЦБ, МБГ для використання при курсовому та дипломному проектуванні.

# 1 Техніко-економічне обґрунтування вибору варіанта інженерного рішення

Обґрунтування вибору варіанта інженерного рішення ставиться до економічного розділу проекту й переважно виконується на початковій стадії проектування. У проектах можуть розглядатися та рівнятися для вибору кращого рішення варіанти:

- архітектурно-планувальних рішень;
- конструктивних рішень (без обліку технологічних методів їхньої реалізації);
- конструктивних рішень із урахуванням використовуваних засобів механізації та методів зведення;
- методів технології при заданому варіанті архітектурно-планувального або конструктивного рішення;
- методів організації будівельного виробництва, що розрізняються технологічною або тимчасовою послідовністю робіт (варіантами календарних планів) або компонуванням тимчасового будівельного господарства (варіантами стройгенпланів).

Вибір кращого варіанта в проекті здійснюється на основі показників, що характеризують комерційний (госпрозрахунковий) ефект підрядника, замовника або спільний (цих основних учасників будівництва), що досягає внаслідок реалізації розглянутих альтернатив інженерних рішень. У якості приватних і загальних критеріальних показників, при виборі, залежно від особливостей порівнюваних варіантів, у загальному випадку можуть розглядатися:

- кошторисна вартість<sup>1</sup>;
- собівартість<sup>2</sup>;
- трудомісткість;
- матеріалоемність;
- енергоемність;

---

<sup>1</sup> Кращим розглядається рішення, характеризуемое екстремальним (і бажаним) значенням критеріального показника.

<sup>2</sup> Може розглядатися неповна (т.зв. порівняльна) собівартість, що не враховує витрати, свідомо однакові по порівнюваних варіантах.

- тривалість (зведення об'єкта або тільки реалізації конкретного рішення);
- наведені витрати та ін.

У процесі вибору (при визначенні техніко-економічних показників варіантів) слід забезпечувати повну порівнянність порівнюваних рішень по тривалості служби; рівню якості (включаючи звуко-, теплоізоляційні та ін. властивості). Із цією метою використовуються різні доступні коефіцієнти приведення до того самого значення розглянутої властивості або безпосередньо враховуються витрати, обумовлені розходженнями в значеннях властивостей.

Як одиниці порівняння прийнятих рішень можуть застосовуватися:

- весь будинок або весь обсяг робіт розглянутого виду (всі конструктивні елементи) по будинку;
- знеособлена одиниця виду робіт (наприклад: 1 м<sup>3</sup>, 10 м<sup>2</sup>, 100 м/п і т.д.);
- натуральна одиниця конструктивного елемента (наприклад, одна вентшахта).

## **2 Рекомендації з обґрунтування вибору варіанта**

Інформаційною основою порівняння, базою для ухвалення рішення служать три альтернативних варіанти розглянутого рішення. Вони повинні ретельно пророблятися з урахуванням даних об'єкта-аналога, а також інформаційно-патентного пошуку. Із представлених пророблень повинне бути очевидно, чим принципово відрізняється один варіант від іншого.

При виборі архітектурно-планувальних і конструктивних рішень (без обліку технологічних методів реалізації) доцільно користуватися кошторисними показниками. Із цією метою по варіантах складаються фрагменти локального кошторису. Один з варіантів, логічно – найкращий, буде представлений у кошторисній частині економічного розділу проекту. Повторно приводити його недоцільно. Досить указати кошторисні показники<sup>3</sup> і позиції локального

---

<sup>3</sup> Маються на увазі: кошторисні витрати на заробітну плату, матеріали, експлуатацію будівельних машин, прямі витрати, а також властиво кошторисна вартість варіанта, що враховує накладні витрати й кошторисний прибуток. Через порівняльний характер розрахунків, що обґрунтовують, кошторисні (як й інші) показники можуть приводитися в базисні (1984 або 1991 р.) або поточних (тобто з урахуванням індексації) цінах.

кошторису, які вони відбивають. При цьому для розрахунку наведених витрат по варіанті можуть знадобитися дані про види застосовуваної будівельної техніки й показників машиноємності. Необхідна інформація приймається по відповідним збірникам елементних кошторисних норм (ЕКН).

Розрахункова тривалість реалізації кожного варіанта визначається виходячи з кошторисних показників трудо- і машиноємності в припущенні однакових по варіантах: однозмінної роботи; одиничного комплекту будівельних машин (ЕКН) або однієї ланки робітників, що рекомендує ЕНІР состава для провідного спеціалізованого процесу в складі комплексного.

Якщо представлені варіанти рішень не можуть бути відзначені за допомогою існуючої кошторисно-нормативної бази (у збірниках ЕНІР відсутні відповідні розцінки, через, наприклад, застосування принципово нових або імпортованих матеріалів, інструмента, засобів механізації та ін.), фрагменти кошторисів доцільно сформувати на основі ресурсного методу, використовуючи нормативні форми ресурсної відомості й локального кошторису. Доцільність такого підходу обумовлена тим, що при цьому можна використати (стосовно) наявні підходящі і ресурсні кошторисні норми, замінюючи в них традиційні (і застарілі) матеріальні та технічні ресурси сучасними. Це виправдано ще й тим, що витрати на матеріальні ресурси становлять у нинішніх умовах до 75% прямих витрат.

Якщо складання фрагментів кошторисів недоцільно (наприклад, варіанти близькі по використовуваним матеріальним ресурсам і порівняння раціонально вести по неповних прямих витратах або неповній собівартості) або варіанти не підлягають осмечиванню (організаційні рішення: календарні графіки або стройгенплані), то по кожному пропонованому варіанті складаються розрахунки (калькуляції) вартості застосовуваних ресурсів. Форма калькуляції трудозатрат і заробітної плати. Нормативною базою таких калькуляцій служать збірники ЕНІР, карт трудових процесів, технологічних карт та ін. Для рішень, що не одержала відбиття в ЕНІР, використовуються дані інших джерел (рекламні буклети інноваційних фірм, технічні журнали, стендова інформація, експозиції та ін.).



Стосовно можуть використатися й дані Енир, а також дані інших наявних нормативів, включаючи різного роду порівняльні коефіцієнти (наприклад, з рекламного буклету треба, що трудомісткість пропонованого методу на 30% нижче існуючих, тобто до 0,7). По кожному альтернативному варіанті складаються також специфікації:

- потреби<sup>4</sup> в основні й допоміжних матеріалах;
- потреби в пристосуваннях і засобах механізації (розглянутих як основні фонди);
- потреби в ручному інструменті та прилади (розглядаються як оборотні фонди).

Калькуляції, що проробляють, можуть сполучатися з розрахунком витрат на матеріально-технічні ресурси, використовувани по варіантах (схема 1).

Ціни на матеріально-технічні ресурси можуть використатися:

- базисні (1984 або 1991 або 2001 р.);
- базисно-індексовані;
- поточні.

---

<sup>4</sup> У тому числі на неповну (порівняльну) потреба.

## Приклади розрахунків

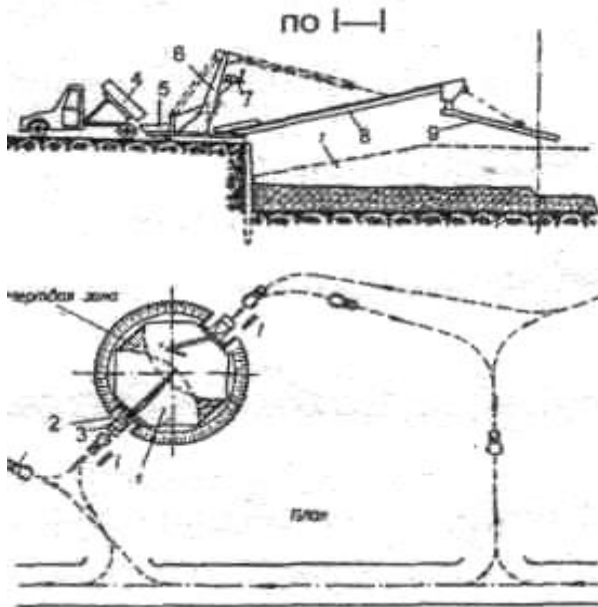
### Приклад №1

#### ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ВАРИАНТУ УСТРОЙСТВА ФУНДАМЕНТІВ

#### I варіант

Рис. 1. Схема подачі бетонної суміші у фундамент:

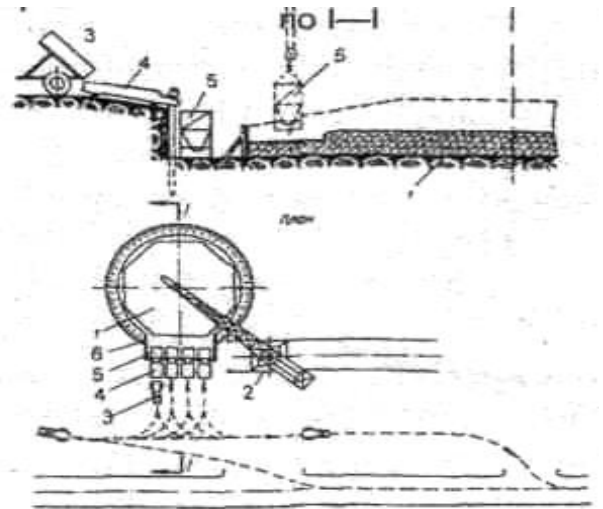
- краном КБ-100.1 1 — фундамент;
- 2 — баштовий кран КБ-100.1;
- 3 — автосамоскид;
- 4 — вібропитатель;
- 5 — живильник ЛБ.0 м<sup>3</sup>;
- 6 — приямок для бункерів



#### III варіант

Рис. 3. Схема подачі бетонної суміші у фундамент за допомогою похилого й радіального транспортерів:

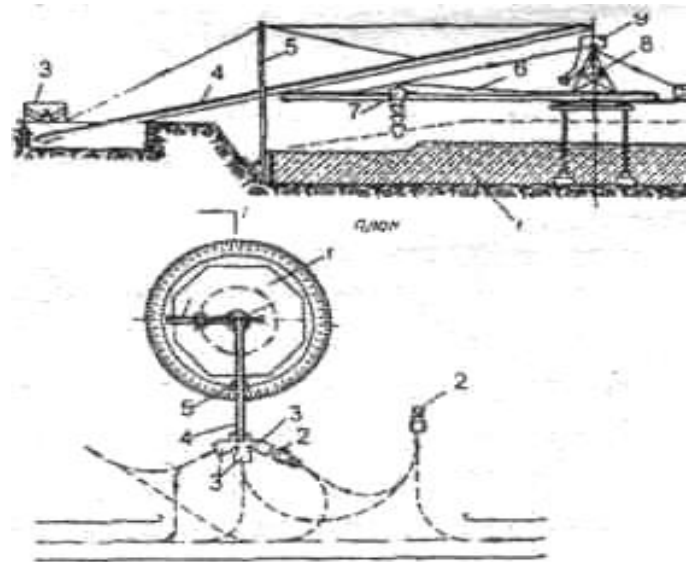
- 1 - фундамент;
- 2 - автосамоскид;
- 3 - вібропитатель;
- 4 - похилий транспортер;
- 5 - опора похилого транспортера;
- 6 - радіальний транспортер;
- 7 - двухбарабанный скидальний візок;
- 8 - поворотна перевантажувальна вежа.



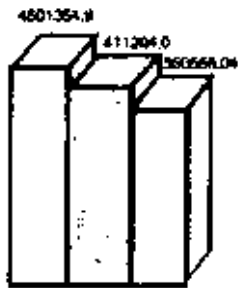
#### II варіант

Рис. 2. Схема подачі бетонної суміші у фундамент за допомогою скіпового перевантажувача:

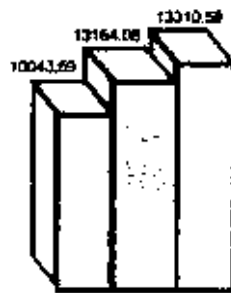
- 1 - фундамент;
- 2 - тимчасове кріплення стін котловану;
- 3 - скіповий перевантажувач;
- 4 - автосамоскид;
- 5 - поворотний автосамоскид;
- 6 - портал скіпа-бункера;
- 7 - лебідка повороту;
- 8 - стрічковий транспортер;
- 9 - вібрлоток



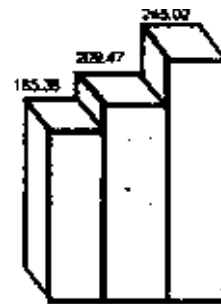
Прямі витрати  
в цінах 04.2007р



Основна зарплата  
в цінах 04.2007



Основна зарплата  
в цінах 04.2007р



### Техніко-економічні показники

Вартість 1м <sup>3</sup> будівлі, тис.грн.	1,09
Трудомісткість будівництва тис. люд. дн.	20,59
Виробіток на 1 працюючого в день, грн.	0,767
Вартість СНР, тис.грн.	1975,15
Коефіцієнт забудови	0,07
Коефіцієнт використання території	1
Механоозброєність	0,46
Енергоозброєність	3,815

## Порівняння варіантів

Найменування варіантів	Од.вим.	Кіл-ть	Прямі витрати, грн		Основна зарплата, грн		Трудомісткість, люд.-дн.		Строк будівництва, рок.
			на один.	всього	на один.	всього	на один.	всього	
I варіант	м <sup>3</sup>	368	70,77	26045,2	2,31	850,08	0,5	185,38	0,356
Ітого по I варіанту	2000р. 04.2007			26045,2 450154		850,08 10043,69		185,38	0,356
II варіант	м <sup>3</sup>	294	81,09	23640,56	3,79	1114,26	0,71	209,47	0,403
Ітого по II варіанту	2000р. 04.2007			23640,56 411294,9		1114,26 13164,98		209,47	0,403
III варіант	м3	288,12	71,64	20640,23	3,91	1126,55	0,85	245,52	0,472
Ітого по III варіанту	2000р. 04.2007			20640,23 350558,4		1126,55 13310,52		245,52	0,472

## Приклад №2

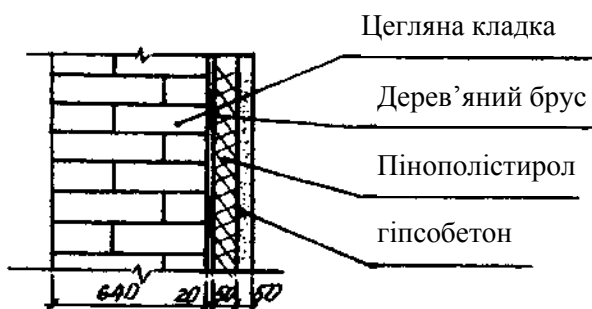
**Техніко-економічне обґрунтування  
вибору варіантів проектних рішень.**

Вихідні дані.

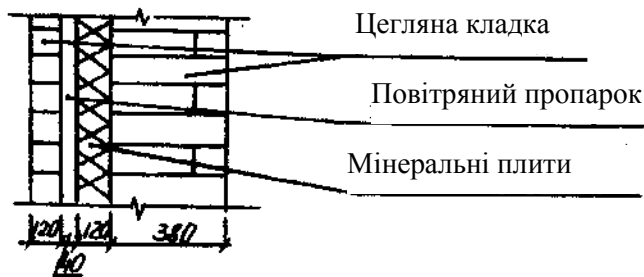
П'ятиповерхова споруда дитячої поліклініки у м. Запоріжжі проектується в розмірах у плані 60,4 x 36,4, позначка верху – 20,41 м.

Конструкції зовнішніх стін можуть бути вирішені у 3-х варіантах:

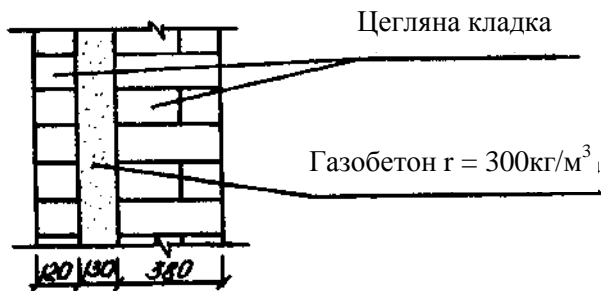
**1 варіант:** Стіни цегляні товщиною 640 мм з плитним утеплювачем з пінополістиролу з захисним пластом з гіпсобетону.



**2 варіант:** Стіни цегляні з утепленням мінераловатними плитами, що встановлюються з повітряним прошарком.



**3 варіант:** Стіни цегляні з заповненням пустот кладки газобетоном  $\gamma = 300 \text{ кг/м}^3$ .



Обсяги робіт визначені у відповідності з конструктивними рішеннями. Витрата матеріалів прийнята за даними проектних організацій.

Відомості про собівартість та трудомісткість монтажу конструкцій прийняті за цінниками кошторисних цін, ЕРЕРам (з врахуванням загальновиробничих витрат). Можливо використовувати для розрахунку програмні комплекси для розрахунку кошторисної вартості ТЕНДЕР КОНТРАКТ та АВК-3. Отримані дані зводимо у таблицю 1.

Кошторисна собівартість варіантів конструктивних рішень з врахуванням місця будівництва.

$$C = C_c \times K_1 \times K_2$$

де  $C_c$  - кошторисна вартість грн;

$K_1 = 1,05$  - поправочний коефіцієнт територіального поясу (2 пояс для м. Запоріжжя)

$K_2 = 0,92$  - поправочний коефіцієнт кліматичного району (3 район для м. Запоріжжя).

$$C_1 = 563182 \times 1,05 \times 0,92 = 544034 \text{ грн}$$

$$C_2 = 49197 \times 1,05 \times 0,92 = 47524,6 \text{ грн}$$

$$C_3 = 33859,8 \times 1,05 \times 0,92 = 32708,6 \text{ грн}$$

Знаходимо витрати матеріалів на  $1 \text{ м}^3$  кладки зовнішніх стін.

### Витрати матеріалів по варіантам

Таблиця 2

№ п/п	Будівельні матеріали	Одиниця виміру	1	2	3
1	Цеглі силікатна	1000 шт/м <sup>3</sup>	0,292	0,292	0,207
2	Гіпсобетон	м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	1,562		
3	Пінополістирол	т/м <sup>3</sup>	0,03		
4	Мінераловатні плити	м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>		0,182	
5	Газобетон	м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>			0,245

Розраховуємо довжину монтажу конструкцій. При розрахунку не враховуємо трудомісткість монтажу рихтування, бо вона не впливає на протяжність робіт по зведенню конструкцій.

Для монтажу приймаємо 2 крани (КБ-160.2) по всім варіантам.

Тривалість зведення конструкцій

$$t = \frac{m}{N \times n \times s}$$

де  $t$  - трудомісткість зведення конструкцій, людино-днів;

$N$  - кількість бригад, що приймають участь у зведенні конструкцій ( $N = 2$  - по кількості бригад);

$S$  - кількість змін роботи за добу;

$n = 7$  - кількість людей в бригаді.

$$t = \frac{11968}{2 \times 7 \times 2} = 427,45 \text{ днів} = 1,7 \text{ року},$$

$$t = \frac{15118,74}{2 \times 7 \times 2} = 539,96 \text{ дн} = 2,14 \text{ року};$$

$$t = \frac{8046,5}{2 \times 7 \times 2} = 287,38 \text{ дн} = 1,14 \text{ року};$$

Визначимо величину основних виробничих фондів .

З основних виробничих фондів умовно враховуємо тільки ті машини, які приймають участь в процесі зведення конструкцій.

Спочатку підбираємо кран виходячи з маси найтяжчого елемента та габаритних розмірів будинку, який проектуємо. Приймаємо два баштових крани КБ-160.2 - 37711 грн.

Вартість основних фондів, що приймають участь у монтажі конструкцій

$$\Phi_{np} = \frac{k \times t}{T}$$

де  $k$ - вартість крану, грн.;

$t$ - час роботи крану на будівельному майданчику, рік.

$T$  - срок служби крану.

$$\Phi_{np1} = \frac{37711 \times 2 \times 1,7}{10} = 12821,74 \text{ грн}$$

$$\Phi_{np2} = \frac{37711 \times 2 \times 2,14}{10} = 16140,31 \text{ грн}$$

$$\Phi_{np3} = \frac{37711 \times 2 \times 1,14}{10} = 8598,11 \text{ грн}$$

Визначаємо величину оборотних засобів, які приймають участь у процесі зведення конструкцій з врахуванням показника обертаємості.

Середньорічна величина оборотних засобів будівельної організації.

$$\Phi_{об} = \frac{1,06 \times C}{t \times n}$$

де 1,06 - коефіцієнт переходу від кошторисної собівартості до кошторисної вартості;

$n$ - коефіцієнт обертаємості;

$$\Phi_{об1} = \frac{1,06 \times 54403,4}{1,7 \times 3} = 11307,37 \text{ грн}$$

$$\Phi_{об2} = \frac{1,06 \times 47224,7}{2,14 \times 3} = 7846,76 \text{ грн}$$

$$\Phi_{об3} = \frac{1,06 \times 32708,6}{1,14 \times 3} = 10137,78 \text{ грн}$$

Коефіцієнт врахування зміни ороку служби нового плачу споруди у порівнянні з базовим

$$\frac{P_1 + E_n}{P_2 + E_n}$$

де  $P_1$  та  $P_2$  - долі кошторисної вартості будівництва конструкцій в розрахунку на один рік їхньої служби по варіантам, що порівнюються

$$t_1=10 \quad \varphi = 0,0452;$$

$$t_2=11 \quad \varphi = 0,0416;$$

$$t_3 = 12 \quad \varphi = 0,0387;$$

Приведені затрати по варіантам, що порівнюються, конструктивного рішення

$$\Pi = [C + E_n(\Phi_{np} + \Phi_{об})] \times \varphi + 1,06 \times \frac{1}{E_{np}} \times \left( P \times \frac{C}{100} \right)$$

$E_n=12$  - нормативний коефіцієнт економічної ефективності в будівництві;

$E_{np}=0,08$  - нормативний коефіцієнт приведення наступних затрат.

$P=0.7$  - відчислення на ремонт та утримання конструкцій у відсотках від кошторисної вартості

$$\Pi_1 = [544034 + 0,12(1282174 + 11307,37)] \times 0,0452 + 1,06 \times \frac{1}{0,08} \times \left( 0,7 \times \frac{544034}{100} \right) = 7635,83 \text{ грн}$$

$$\Pi_2 = [475247 + 0,12(1614031 + 7846,76)] \times 0,0416 + 1,06 \times \frac{1}{0,08} \times \left( 0,7 \times \frac{475247}{100} \right) = 7635,83 \text{ грн}$$

$$\Pi_3 = [3270,6 + 0,12(859811 + 10137,75)] \times 0,0387 + 1,06 \times \frac{1}{0,08} \times \left( 0,7 \times \frac{32708,6}{100} \right) = 7635,83 \text{ грн}$$



Основні техніко-економічні показники

Таблиця 3.

№ п/п	Назва показника	одиниця	Варіанти		
			1	2	3
1	2	3	4	5	6
1	Кошторисна вартість зведення зовнішніх стін	грн.	54403,4	53723,7	32708,6
2	Трудомісткість зведення зовнішніх стін	люд.- змін	11968,7	16811,24	8046,5
3	Тривалість зведення зовнішніх стін	дні	427,45	600,40	278,38
4	Витрати матеріалів на 1 м <sup>3</sup> кладки:	тис.шт/м <sup>3</sup>	0,292	0,292	0,207
	а) цегли силікатної				
	б) гіпсобетону	м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	1,562		
	в) пінополістиролу	т/м <sup>3</sup>	0,003		
	г) мінераловатних плит	м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>		0,182	
	д) газобетону	м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>			0,245
5	Річні приведені витрати	грн.	7635,83	6504,69	4386,56

**Аналіз проектних рішень**

Порівняння кошторисної собівартості виконання зовнішніх стін з утеплювачем в різних матеріалів вказує на те, що 3 варіант має меншу собівартість у порівнянні з 1 та 2 на 21,7 тис. крб. відповідно, внаслідок застосування більш прогресивних матеріалів. Трудомісткість введення зовнішніх стін зменшилася на 3922,2 люд.-змін у порівнянні з 1 варіантом та на 7072,2 люд.-змін у порівнянні з 2 варіантом.

Витрата силікатної цегли на 1м<sup>3</sup> кладки зменшилась у порівнянні з 1 та 2 варіантом відповідно на 0,085 тис. шт.

Зменшилися річні приведені затрати по 3 варіанту.

Економічні ефекти від застосування 3 варіанту.

$$E = 7,636 - 4,387 = 2,98 \text{ тис. грн}$$

Приймаємо до проектування 3 варіант конструктивних рішень - стіни з силікатної цегли з заповненням пустот кладки газобетоном ( $\gamma=300\text{кг/м}^3$ ) товщиною 630 мм.

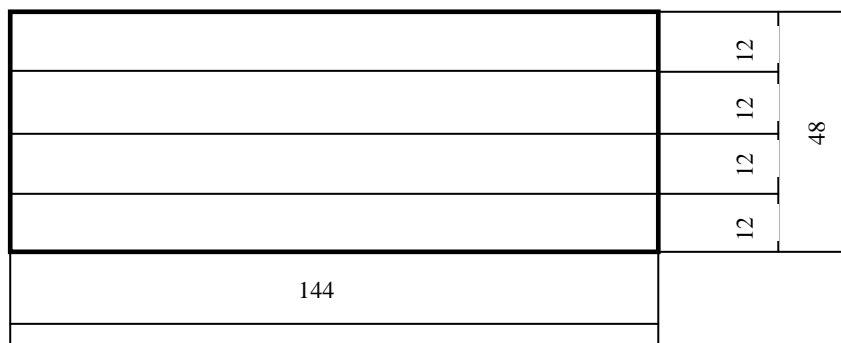
### Приклад №3

#### Приклад розрахунку порівняльної економічної ефективності варіантів об'ємно - планувальних рішень

**Вихідні данні:** одноповерхове збірна залізобетонна промислова будівля з розміром в плані 144 x 48 м., висотою – 10 м. Можу бути вирішено в трьох.

Місто будівництва – м. Запоріжжя. Необхідно вибрати економічно доцільний варіант.

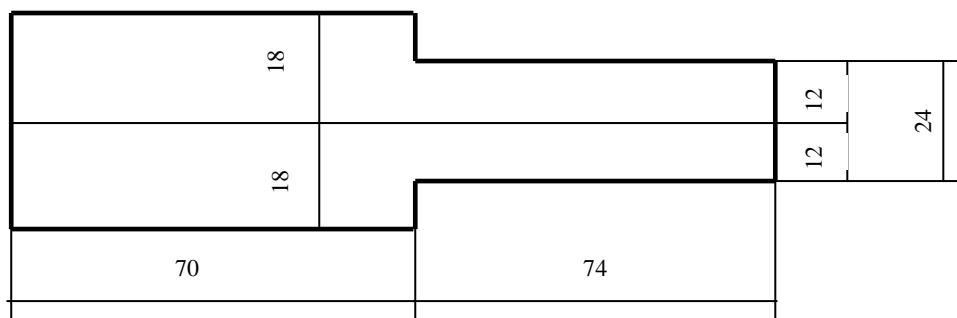
1 варіант:



$$Q_1 = 69120 \text{ м}^3$$
$$C_1 = 520 \text{ тис./ грн}$$
$$S_1 = 6912 \text{ м}^2$$

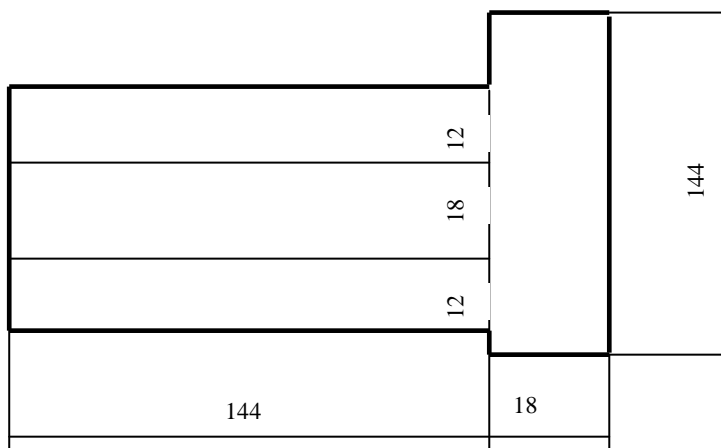
2 варіант

$$Q_2 = 42960 \text{ м}^3$$



3 варіант

$$Q_3 = 63240 \text{ м}^3$$



### Рішення:

1. Визначимо кошторисну вартість еталонного варіанту, об'єм будівлі, площу, вартість 1 м<sup>2</sup> площі будівлі, вартість 1 м<sup>3</sup> об'єму будівлі.

2. Визначимо основні техніко-економічні показники:

- корегуємо об'єм будівлі по варіанту з більшим об'ємом згідно слідуєючі формул:

$$n = \frac{Q_2}{Q_1},$$

де  $Q_2$  - більший об'єм будівлі, м<sup>3</sup>;  $Q_1$  - еталонний об'єм будівлі, м<sup>3</sup>.

$$Q_1 = 69120 \text{ м}^3; \quad Q_2 = 42960 \text{ м}^3; \quad Q_3 = 63240 \text{ м}^3$$

$$n_1 = \frac{69120}{42960} = 1,6; \quad n_2 = \frac{69120}{63240} = 109;$$

$$n_1' = \frac{42960}{69120} = 0,62; \quad n_2' = \frac{63240}{69120} = 0,91;$$

корегуємо кошторисну вартість згідно варіантів:  $C_1 = 520$  тис. грн.

$$C_2 = C_1 \times n_1' = 520 \times 0,62 = 322,4 \text{ тис. грн.};$$

де  $C_2$  - скорегована кошторисна вартість будівлі з меншим об'ємом, тис. грн.;

$C_1$  - кошторисна вартість будівлі з більшим об'ємом, тис. грн.

Корегування можна виконувати по площі будівлі, методика розрахунку відповідно вище названою, тільки замість об'єму беруть площу будівлі:

Коефіцієнт корегування визначається згідно формулі:

$$n = \frac{S_2}{S_1}$$

де  $S_1$  – площа будівлі (еталонного варіанту),  $m^2$ ;  $S_2$  – площа будівлі (рекомендованого варіанту),  $m^2$ ;  $K_1$  – кошторисна вартість будівлі з меншим об'ємом, або з меншою площею будівлі.

Корегування кошторисної вартості визначається згідно формулі:

$$K_{кв} = \frac{S_2}{S_1} K_1$$

Вартість 1  $m^2$  площі будівлі розраховується згідно формулі:

$$B_1 = \frac{C_1}{S} = \frac{520}{69.12} = 7.52 \text{ грн}/m^2; B_2 = \frac{C_2}{S_2} = \frac{322.4}{42.96} = 7.5 \text{ грн}/m^2$$

$$B_3 = \frac{C_3}{S_3} = \frac{473.3}{63.24} = 7.48 \text{ грн}/m^2$$

Вартість 1  $m^3$  будівлі розраховується згідно формулі:

$$B_1 = \frac{C_1}{Q_1} = \frac{520}{6.912} = 75.20 \text{ грн}/m^3; B_2 = \frac{C_2}{Q_2} = \frac{322.4}{4.296} = 75.0 \text{ грн}/m^3; B_3 = \frac{C_3}{Q_3} = \frac{473.2}{6.324} = 74.8 \text{ грн}/m^3$$

Одержані данні зводимо у таблицю 4.

Таблиця 4

Результати розрахунку

№ п/п	Варіант	Об'єм будівлі, $m^3$	Площа будівлі, $m^2$	Кошторисна вартість, тис. грн.	Вартість, грн.		Трудомісткість, люд. - змін	Витрати матеріалу	
					1 $m^2$	1 $m^3$		Бетону, $m^3$	Сталі, т
1	I	69120	6912	520	75,20	7,52	3905,2	1451,5	82,7
2	II	42960	4296	322,4	75	7,5	2950	1116,9	53,7
3	III	63240	6324	473,2	74,8	7,48	3549	1138,3	82,2

Кошторисна вартість по варіантам об'ємно-планувальних рішень (з урахуванням району будівництва – м. Запоріжжя):  $k_1=1.05$ ;  $k_2 = 0.97$

(поправочний коефіцієнт залежний від територіальних поясів і кліматичних районів).

$$K_{61} = 520 \times 1,05 \times 0,97 = 529,6 \text{ тис. грн.}$$

$$K_{62} = 322,4 \times 1,05 \times 0,97 = 328,36 \text{ тис. грн.}$$

$$K_{63} = 473,2 \times 1,05 \times 0,97 = 481,95 \text{ тис. грн.}$$

Витрати матеріалів на 1 м<sup>2</sup> площі будівлі визначається:

$$m = \frac{M}{S},$$

де M – загальні витрати матеріалу на будівлю, ; S – площа будівлі, м<sup>2</sup>.

Одержані данні зводимо у таблицю 5.

Таблиця 5

Результати розрахунку

Витрати матеріалу	Варіанти		
	I	II	III
Бетон, м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup>	0,210	0,260	0,180
Сталь, кг/м <sup>2</sup>	11,9	12,5	13,0

3. Визначаємо тривалість будівництва:

$$t = \frac{Q}{N \times n},$$

де Q – трудомісткість, люд.-змін; N – кількість людей, зайнятих на будівництві; n – кількість змін.

$$t_1 = \frac{3905}{25 \times 2} = 78,1 \text{ день, або } \frac{78,1}{260} = 0,3 \text{ року;}$$

$$t_2 = \frac{2900}{25 \times 2} = 59,0 \text{ день, або } \frac{59,0}{260} = 0,23 \text{ року;}$$

$$t_3 = \frac{3549}{25 \times 2} = 71,0 \text{ день, або } \frac{71,0}{260} = 0,27 \text{ року;}$$

4. Визначимо величину основних виробничих фондів и оборотних засобів.

Для всіх варіантів вибираємо гусеничний кран марки СКГ-30. Вартість крану – 30400 грн.

Вартість основних фондів, які приймають участь у процесі будівельно-монтажних робіт, визначається за формулою:

$$\Phi = \frac{K \times t}{T},$$

де  $k$  – вартість крану або іншого механізму;  $t$  – тривалість зведення;  $T$  – строк служби крану.

$$\Phi_1 = \frac{30400 \times 0,3}{10} = 912 \text{ грн.}; \quad \Phi_2 = \frac{30400 \times 0,23}{10} = 699,2 \text{ грн.}$$

$$\Phi_3 = \frac{30400 \times 0,27}{10} = 820 \text{ грн.}$$

Середньорічний розмір оборотних засобів будівельної організації визначається за формулою:

$$\Phi_{об} = \frac{K_e}{3 \times t};$$

$$\Phi_{об1} = \frac{529,6}{3 \times 0,3} = 588,4 \text{ тис. грн.}; \quad \Phi_{об2} = \frac{328,36}{3 \times 0,23} = 475,9 \text{ тис. грн.}$$

$$\Phi_{об3} = \frac{481,9}{3 \times 0,27} = 594,9 \text{ тис. грн.}$$

#### 5. Визначаємо експлуатаційні витрати.

Відрахування на ремонт та обслуговування приймаються у залежності від матеріалу конструкцій, %

- збірні залізобетонні конструкції (крім стінових панелей) – 0,7;
- теж и стінові панелі – 0,84;
- сталеві конструкції – 1,2;
- дерев'яні конструкції – 1,5

Для збірних конструкцій відрахування на їх обслуговування і ремонт приймається - 0,7 % кошторисної вартості:

$$B_e = \frac{K_{e1} \times 0,7}{100} = \frac{522 \times 0,7}{100} = 3,64 \text{ тис. грн.}; \quad B_{e2} = \frac{K_{e2} \times 0,7}{100} = \frac{328,36 \times 0,7}{100} = 2,29 \text{ тис. грн.}$$

$$B_{e3} = \frac{K_{e3} \times 0,7}{100} = \frac{481,95 \times 0,7}{100} = 3,37 \text{ тис. грн}$$

6. Визначаємо коефіцієнт врахування зміни строку служби нового плану споруди у порівнянні з базовим:

$$\varphi = \frac{P_1 + E_n}{P_2 + E_n}$$

строк служби для всіх варіантів об'ємно-планувальних рішень буде однаковим, рівний 40 років, тому

$$P_1 + E_n = 0,156; \quad \frac{1}{P_2 + E_n} = 6,4062; \quad \varphi = \frac{P_1 + E_n}{P_2 + E_n} = \frac{0,1561}{6,4062} = 0,0243$$

7. Визначимо приведені витрати по варіантам згідно формули:

$$\Pi = [K_e + E_n \sum \Phi] \varphi + 1,08 \frac{1}{E_{np}} \sum \frac{B_e \times P}{100}$$

$$\Pi_1 = (529,6 - 529,6 \times 0,08) + 0,15 \times (0,912 + 588,4) \times 0,0243 + 3,64 = 15,44 \text{ тис. грн}$$

$$\Pi_2 = (328,36 - 328,36 \times 0,08) + 0,15 \times (0,699 + 475,9) \times 0,0243 + 2,29 = 11,36 \text{ тис. грн}$$

$$\Pi_3 = (481,95 - 481,95 \times 0,08) + 0,15 \times (0,82 + 594,9) \times 0,0243 + 3,37 = 16,31 \text{ тис. грн}$$

Економічний ефект:

$$E = \Pi_{\max} - \Pi_{\min} = 16,31 - 11,36 = 4,95 \text{ тис. грн}$$

Таблиця 6

Основні техніко-економічні показники  
по варіантам об'ємно-планувальних рішень

№ п/п	Найменування показників	Варіанти		
		I	II	III
1	Кошторисна вартість зведення споруди, тис. грн.	529,6	328,3	481,9
	В т.ч. кошторисна собівартість, тис. грн.	487,2	302,0	443,3
2	Витрати праці, люд.-змін.	3905,2	2950	3549
3	Тривалість будівництва, день	78	59	71
4	Витрати матеріалів на 1 м <sup>2</sup> площі будівлі:			
	а) бетону, м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> ;	0,21	0,26	0,18
	б) сталі, кг/м <sup>2</sup>	11,9	12,5	13,0
5	Річні приведені витрати, тис. грн.	15,4	11,4	16,3
6	Економічний ефект, тис. грн.	-	4,95	-

## Аналіз об'ємно-планувальних рішень

Кошторисна вартість по варіанту II менш чим по варіантам I и III відносно на 185,2 тис. грн. и на 141,3 тис. грн. За рахунок більш раціонального планування і зменшення об'єму будівлі. Тому витрати праці на зведення скоротилися на 955,2 и на 599 люд.-змін відносно варіантів. Отже, тривалість зведення будівлі скоротилося на 19 днів, що дало економічний ефект по варіанту II – 4,95 тис. грн.

### **4. ВИБІР КОМПЛЕКТУ КРАНІВ ДЛЯ МОНТАЖУ КОНСТРУКЦІЙ ОДНОПОВЕРХОВИХ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ**

У задачах, що увійшли до цього розділу, по вибору методів монтажу конструкцій одноповерхових промислових будівель і монтажних кранів методика розрахунку приведених витрат разом із статтями і елементами витрат, що традиційно враховуються, включає також визначення і облік економічних оцінок наслідків рішень.

Зокрема, в ній враховуються економічні оцінки зміни об'ємів монтажу і витрати будівельних матеріалів, трудомісткості робіт і числа робітників, фондомісткості монтажу і об'єму незавершеного будівництва, тривалості монтажних робіт і термінів введення в дію об'єктів, що будуються (пускових комплексів).

Однією із задач є задача по вибору оптимального комплекту кранів для монтажу конструкцій одноповерхових промислових будівель. Методика рішення цієї задачі може бути використана при з'ясуванні питання про доцільність виділення допоміжного крана на додаток до основного. В цьому випадку згідно запропонованої методики слід порівнювати варіанти монтажу одним основним (варіант I) або основним і допоміжним кранами (варіант II).

Характерна особливість будівництва одноповерхових промислових будівель полягає в тому, що звичайно завжди є можливість ведення робіт на широкому фронті, одночасно в декількох прольотах будівлі. Монтаж конструкцій таких будівель можливо проводити одним або декількома



одночасно працюючими кранами. Це дозволяє скоротити терміни монтажу конструкцій Проте відразу збільшується загальне число працюючих на монтажі і зростають витрати по доставці кранів на будмайданчик.

Конструкції одноповерхових промислових будівель, як правило, можна монтувати кранами різних типів. Тому при розгляді різних схем організації монтажу звичайно можна намітити велике число варіантів, відмінних як числом, так і типорозмірами кранів, що використовуються. Число варіантів різко зростає при варіюванні умовами виробництва робіт, такими, як послідовність монтажу прольотів, напрям ведення монтажних робіт та ін.

Таким чином, задача вибору комплекту кранів є багатоваріантною задачею комбінаторного типу. Методи рішення задач такого роду в загальному вигляді ще не створені.

У той же час для умов будівництва конкретних об'єктів характерна порівняно невелика свобода вибору умов виробництва робіт. При проектуванні виробництва робіт на конкретних об'єктах послідовність і напрям монтажу конструкцій зумовлюються загальним планом організації будівництва.

Число і типорозміри кранів, які має в своєму розпорядженні конкретна будівельна організація, звичайно також обмежено. Тому при проектуванні виробництва робіт на конкретному об'єкті будівництва кількість можливих варіантів порівняно невелика. Це дозволяє вирішувати задачу, розглядаючи всі можливі варіанти.

**Постановка задачі.** Заданий об'єкт будівництва — одноповерхова промислова будівля. Монтаж конструкцій будівлі може проводитися одним або декількома кранами. Відомі об'єми монтажних робіт, кількісний склад бригад робітників і середньогодинна продуктивність кожного монтажного крана.

Необхідно вибрати комплект кранів, що забезпечує монтаж конструкцій з найменшими приведеними витратами.

**Математична модель задачі.** Математичну модель задачі можна скласти, написавши рівняння для розрахунку приведених витрат на монтаж конструкцій комплектом кранів.

Рівняння для розрахунку приведених витрат по варіанту можна представити в наступному вигляді:

$$Z_j = E_j + Z_{kj} + Z_{p,j} + Z_{н.сj} + H_j + \Delta D_j, \quad (4.1)$$

де  $Z_j$  – приведені витрати, грн.;

$E_j$  – одноразові витрати з доставки кранів на будмайданчик і створенню умов для їх роботи, грн.;

$Z_{kj}$  – приведені витрати з експлуатації комплекту кранів, грн.;

$Z_{p,j}$  – загальна витрата заробітної платні основних виробничих робітників на монтаж конструкцій, грн.;

$H_j$  – частина накладних витрат, що змінюється, на прямі витрати при виробництві робіт, грн.;

$Z_{н.сj}$  – приведені витрати по незавершеному будівництву за період монтажу конструкцій будівлі, грн.;

$\Delta D_j$  – економічна оцінка трудомісткості робіт на основі розрахунку змін прибутку (додатковий прибуток при меншій трудомісткості робіт і втрачений при більшій), грн.

Одноразові витрати по варіанту  $j$  дорівнюють сумі одноразових витрат по всіх кранах, що входять до комплекту:

$$E_j = \sum_{i=1}^n E_i, \quad (4.2)$$

де  $E_i$  – одноразові витрати по  $i$ -му крану ( $i = 1, 2 \dots, n$ ).

Приведені витрати по експлуатації комплекту кранів (без одноразових витрат по доставці кранів на майданчик, їх монтажу і демонтажу) можуть бути визначені за рівнянням:

$$Z_{kj} = \sum_{i=1}^n \sum_{s=1}^m Z_{ki} \frac{W_{jis}}{\Pi_{is}}, \quad (4.3)$$

де  $Z_{ki}$  – приведені витрати по експлуатації  $i$ -того крана, грн./год.;

$W_{jis}$  – об'єм робіт за варіантом, який виконується  $i$ -тим краном при монтажі конструкцій  $s$ -го виду ( $s = 1, 2 \dots, m$ );

$\Pi_{is}$  – середньогодинна продуктивність  $i$ -го крана при монтажі конструкцій  $s$ -го виду в тих же одиницях вимірювання, в яких виражений об'єм робіт.

Величина  $Z_{ki}$  розраховується за наступною формулою:

$$Z_{ki} = \frac{\Phi_i(a_i + E_n)}{T_{ri}} + C_{pi}, \quad (4.4)$$

де  $\Phi_i$  – балансова або інвентарно-розрахункова вартість  $i$ -того крана, грн;

$a_i$  – норматив амортизаційних відрахувань по крану  $i$  в частках одиниці;

$E_n$  – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;

$T_{ri}$  – розрахункове число годин роботи в році  $i$ -того крана;

$C_{pi}$  – поточні експлуатаційні витрати по крану  $i$ , грн./год.

Загальна витрата заробітної платні основних виробничих робітників на монтаж конструкцій по варіанту  $i$  підраховується за формулою:

$$Z_{p,j} = T_j \cdot Z_r, \quad (4.5)$$

де  $T_j$  – трудомісткість монтажних робіт по варіанту  $j$ , чол.-год.;

$Z_r$  – середньогодинна заробітна платня одного робітника-монтажника, грн.

Трудомісткість монтажних робіт визначається виходячи з об'ємів монтажу, продуктивності монтажних кранів й числа робочих, зайнятих на монтажі:

$$T_j = \sum_{i=1}^n \sum_{s=1}^m \frac{W_{jis}}{\Pi_{is}} n_{is}, \quad (4.6)$$

де  $n_{is}$  – число робітників в ланці, яка працює з  $i$ -тим краном при монтажі конструкцій  $s$ -го виду.

Частину накладних витрат, яка змінюється по варіантам, з урахуванням уточнення методики розрахунку економії умовно-постійних накладних витрат, можна визначити за формулою:

$$H_j = \frac{\beta C_m H T_j}{(1 + H)(1 + \Pi) T_{cm}} + \psi Z_{p,j} + \phi T_j, \quad (4.7)$$

де  $\beta$  – частка умовно-постійних накладних витрат в загальній їх величині;

$C_m$  – кошторисна вартість робіт по монтажу конструкцій, грн.

$H$  – норматив накладних витрат на прямі витрати, що використовується при визначенні кошторисної вартості монтажу будівельних конструкцій, в частках одиниці;

$T_{cm}$  – трудовитрати на монтаж конструкцій, підраховані по кошторисних нормах, чол.-год;

$\psi$  – коефіцієнт для підрахування частини накладних витрат, що змінюються пропорційно основній заробітній платні робітників;

$\phi$  – розмір накладних витрат, які доводяться на 1 чол.-год. трудовитрат, грн.

Приведені витрати по незавершеному будівництву можуть бути визначені виходячи з кошторисної вартості монтажних робіт та їх тривалості:

$$Z_{н.с.і} = \frac{0,5C_M E_H}{365\mu} t_{mj}, \quad (4.8)$$

де  $\mu$  – співвідношення числа робочих і календарних днів в році;

$t_{mj}$  – тривалість монтажу конструкцій по варіанту  $j$  в робочих днях.

Тривалість монтажу встановлюється на основі побудови графіка виробництва робіт комплектом кранів.

При монтажі всіх конструкцій одним краном в потоці і  $N$  паралельних потоках тривалість робіт можна також визначити за формулою:

$$t_{mj1} = \frac{1}{NK_{cm} t_{cm}} \sum_{s=1}^m \frac{W_{jis}}{\Pi_{is}}, \quad (4.9)$$

де  $K_{cm}$  – коефіцієнт змінності робіт;

$t_{cm}$  – середня тривалість однієї робочої зміни, год.

У всій решті випадків (за наявності в потоці декількох кранів) орієнтовне значення тривалості робіт з точністю, достатньою для розрахунку приведених витрат за формулою (3.8), можна розрахувати за рівнянням:

$$t_{mj} \approx k \cdot t_{mjis}^{\max} \quad (4.10)$$

де  $t_{mjis}^{\max}$  – тривалість роботи лімітуючого монтажного крана (в даній схемі);

$k$  – коефіцієнт, що враховує час роботи решти кранів, що не суміщається з часом роботи лімітуючого крана (відношення загальної тривалості монтажу до тривалості роботи лімітуючого монтажного крана).

При розрахунку за формулою (3.9) в якості лімітуючого приймається кран, зайнятий на монтажі найбільший час.

Аналіз проектів виробництва робіт показує, що  $k$  при монтажі конструкцій (рядів колон і підкранових балок) одним краном, а покриття будівлі — іншим для попередніх розрахунків може бути прийнятий рівним 1,1; при веденні монтажу трьома і більш кранами 1,2. При більш точних розрахунках  $k$  слід визначати шляхом ескізних побудов графіків роботи кранів.

Тривалість роботи лімітуючого крана можна визначити шляхом розрахунку і порівняння між собою тривалостей роботи кожного з кранів:

$$t_{mjis}^{\max} = \max t_{mjis} = \frac{1}{K_{cm} t_{cm}} \sum_{s=1}^m \frac{W_{jis}}{\Pi_{is}}, \quad (4.11)$$

Нарешті, величина  $\Delta D_j$ , що входить у формулу (3.1), може бути підрахована за формулою:

$$\Delta D_j = (T_j - T_{jmin})(1 - C_\phi) B_\phi, \quad (4.12)$$

де  $T_{jmin}$  — трудомісткість монтажу по варіанту, в якому вона мінімальна, чол.— год.

$C_\phi$  — середній рівень собівартості будівельно-монтажних робіт в організації, що проводить монтаж конструкцій (відношення собівартості робіт до кошторисної вартості);

$B_\phi$  — середній виробіток одного робітника в тій же організації грн./год.

**Методика вирішення задачі.** Рішення даної задачі виконується в такій послідовності:

намічаються варіанти організації монтажу і підбираються відповідні комплекти кранів;

визначаються показники, необхідні для розрахунків за формулами (4.1) – (4.12): об'єми робіт, виконувані кожним з кранів по кожному з даних варіантів організації монтажу; середньогодинна продуктивність кожного крана в кожному з варіантів організації монтажу; число робітників при кожному крані та ін.;

за формулами (4.2) – (4.12) розраховуються величини  $E_j$ ,  $Z_{kj}$ ,  $Z_{p,j}$ ,  $Z_{n,cj}$ ,  $H_j$ ,  $\Delta D_j$  а потім за формулою (4.1) – приведені витрати  $Z_j$ ;

за найменшою величиною приведених витрат  $Z_j$  вибираються найекономічніший варіант організації монтажу і відповідний йому комплект монтажних кранів.

## 5. Приклад порівняння варіантів теплоізоляції огорожуючих конструкцій житлових і громадських будівель.

Актуальним питанням сучасного етапу будівництва є підвищення термічного опору огорожуючих конструкцій житлових і громадських будівель з метою зменшення витрат на опалення і раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів. На сьогодні існує велика кількість вітчизняних та закордонних систем теплоізоляції та теплоізолюючих матеріалів, параметри яких наведені в табл.5.1, табл. 5.2. Вибір тієї чи іншої системи теплоізоляції огорожуючих конструкцій повинен опиратися на техніко-економічні показники як самої системи, так і технології улаштування теплоізоляції.

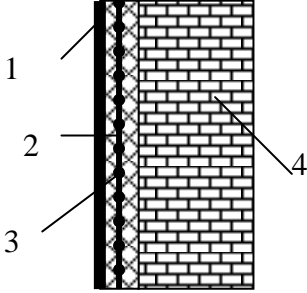
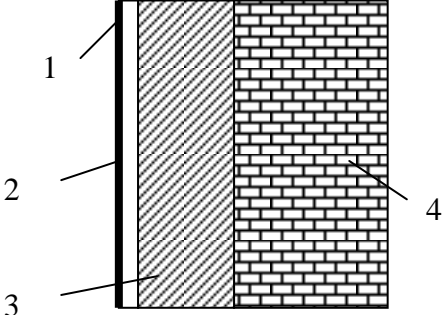
Для порівняння вибрано житловий будинок з площею огорожуючих конструкцій –  $1500 \text{ м}^2$  і термічним опором  $R_0=0,9 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$ .

Вартість матеріалів і робіт дається приблизною і при практичних розрахунках можуть бути змінені. Трудомісткість робіт можна отримати з додатку №1.

Таблиця 5.1

### Системи теплоізоляції зовнішніх стін.

№	Конструктивна схема	Склад	Термічний опір R, $\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$
1	2	3	4
1.	Системи з фасадом, що вентильовується	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. кольорові облицьовувальні панелі з бетону</li> <li>2. монтажний профіль</li> <li>3. прямуюча</li> <li>4. повітряний прошарок</li> <li>5. кронштейн</li> <li>6. утеплювач</li> <li>7. розпірний анкер</li> <li>8. стіна</li> </ol>	2,5 – 2,7

1	2	3	4
2.	Системи мокрого типу	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. фінішне фактурне покриття з мінеральної або акрилової штукатурки</li> <li>2. шар ґрунтівки</li> <li>3. скловолокниста армувальна сітка на клею</li> <li>4. утеплювач на клею</li> <li>5. дюбеля</li> <li>6. стіна</li> </ol>	2,5 – 3,2
3	Напилення пінополіуретанів 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. перхлорвінілова фарба</li> <li>2. напилений пінополіуретан</li> <li>3. армувальна стальна сітка</li> <li>4. стіна</li> </ol>	1,9 – 2,7
4	Застосування блоків з газобетону 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. кремнійорганічна фарба</li> <li>2. гідрофобізована штукатурка</li> <li>3. дрібні стінові блоки з газобетону</li> <li>4. стіна</li> </ol>	1,7-2,9

Таблиця 5.2

## Теплотехнічні показники теплоізолюючих матеріалів

№	Матеріал	Щільність матеріалу в сухому стані $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Розрахункові коефіцієнти		
			тепло-провідності $\lambda$ , Вт/(м*°С)	тепло-засвоєння $S_2$ , Вт/(м <sup>2</sup> *°С)	паропроникності $\mu$ , мг/(м*год*Па)
1	Газобетон	700	0,18	4,14	0,155
2	- // -	600	0,14	3,36	0,17
3	- // -	500	0,12	2,77	0,2
4	- // -	400	0,1	2,19	0,23
5	Плита мінераловатна	120	0,038	0,42	0,53
6	Пінополістирол	40	0,04	0,41	0,05
7	Пінополіуретан	60	0,03	0,4	0,5

1. Системи з фасадом, що вентилюється. (табл.5.1., п.1)

В якості утеплювача, як правило, використовується мінеральна вата, яка кріпиться до стіни. Між утеплювачем та зовнішнім облицюванням утворюється повітряний прошарок, що вентилюється. В якості зовнішнього облицювання можуть використовуватися кольорові пластикові або жерстяні панелі в вигляді “вагонки”, які кріпляться до дерев’яних або металевих рейок; кольорові панелі з бетону, які навішуються на спеціальний зубчатий (монтажний) профіль, який в свою чергу кріпиться до дерев’яних рейок або металевих підконструкцій; кольорові жорсткі пінополіуретанові панелі, покриті алюмінієвою жерстю, які монтуються за принципом “вагонки”; кольорові облицювальні панелі з волокнистого цементу (без асбесту) на дерев’яних або металевих підконструкціях; гранітокерамічні плитки на металевій підконструкції.

Таблиця 5.3

Калькуляція трудовитрат та вартості улаштування теплоізоляції фасадів,  
що вентилюється ( $R=2,9 \frac{M^2 * ^\circ C}{Вт}$ )

№	Найменування витрат	Назва нормативу	Одиниця виміру	Об’єм робіт	Трудо-місткість, чол.-год		Прямі витрати, грн.		Вартість матеріалів, грн.	
					на од.	на весь V	на од.	на весь V	на од.	на весь V
1	Прикріплення мінераловатних плит	11-41	1м <sup>2</sup>	1500	0,34	510	8	12000	-	-
	Вартість мінераловатних плит		1м <sup>2</sup>	1500	-	-	-	-	20	30000
2	Улаштування металевої підконструкції		100м <sup>2</sup>	15	212	3180	200	3000	-	-
3	Навішування панелей з бетону	4-1-9	1м <sup>2</sup>	1500	0,75	1125	1,46	2190	-	-
4	Вартість комплекту матеріалів		1м <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	140	210000

Всього трудових витрат: 4815чол.-год.

Собівартість робіт: 257190грн.



## 2. Системи мокрого типу. (табл.5.1., п.2).

В основі лежить принцип наклеювання пінополістирольних або мінераловатних плит на фасад будівлі, потім армування скловолокнистою сіткою і нанесення декоративної штукатурки (мінеральної або акрилової).

Таблиця 5.4

Калькуляція трудовитрат та вартості улаштування теплоізоляції системи

$$\text{мокрого типу } (R=3,2 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт})$$

№	Найменування витрат	Назва нормативу	Одиниця виміру	Об'єм робіт	Трудо-місткість, чол.-год		Прямі витрати, грн.		Вартість матеріалів, грн.	
					на од.	на весь V	на од.	на весь V	на од.	на весь V
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Приклеювання пінополістирольних плит	11-43 ЕРУ-97	1м <sup>2</sup> 100м <sup>2</sup>	1500 15	0,45 -	675 -	- 650	- 9750	- -	- -
	Вартість пінополістирольних плит		1м <sup>3</sup>	120	-	-	-	-	250	30000
	Вартість клею		1кг	7500	-	-	-	-	25	18750
2	Улаштування кріпильних дюбелей	20-1-217	100от в.	60	9,8	588	12,5	750	-	-
	Вартість дюбелей		1шт	6000	-	-	-	-	2,2	13200
3	Приклеювання склосітки	11-34	1м <sup>2</sup>	1500	0,57	855	2,3	3450	-	-
	Вартість склосітки		1м <sup>2</sup>	1650	-	-	-	-	5	8250
	Вартість клею		1кг	7500	-	-	-	-	25	18750
4	Грунтування фасаду	ЕРУ-97 15-234	100м <sup>2</sup>	15	61,1	916,5	104,8	1572	-	-
	Вартість ґрунтівкі		1кг	450	-	-	-	-	3	1350
5	Декоративна штукатурка фасаду	ЕРУ-97 15-257	100м <sup>2</sup>	15	143	1845	234	2502	-	-
	Вартість мінеральної штукатурки		1кг	6000	-	-	-	-	10	60000

Всього трудових витрат: 4879,5чол.-год.

Собівартість робіт: 168324грн.

## 3. Нанесення пінополіуретанів. (табл.5.1., п.3).

На очищену поверхню фасаду пошарово напиляють пінополіуретан, який при твердінні збільшується в об'ємі до десяти раз. Після напилення теплоізоляційного шару з пінополіуретану на зовнішній поверхні утепленої

огороджуючої конструкції необхідно провести фарбування (перхлорвінілові фарби, цементно-перхлорвінілові, цементні, полістирольні, силікатні фарбувальні суміші та інші), пінополіуретану для захисту його від впливу ультрафіолетових промінів.

Таблиця 5.5

Калькуляція трудовитрат та вартості улаштування теплоізоляції

напиленням пінополіуретану ( $R=2,3 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$ )

№	Найменування витрат	Назва нормативу	Одиниця виміру	Об'єм робіт	Трудо-місткість, чол.-год		Прямі витрати, грн.		Вартість матеріалів, грн.	
					на од.	на весь V	на од.	на весь V	на од.	на весь V
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Підготовка поверхні	ЕРУ-97 15-328	100м <sup>2</sup>	15	29,4	441	151	2265	-	-
2	Улаштування сталльної сітки Вартість сітки		1сітка	750	0,36	270	0,88	660	-	-
			1сітка	750	-	-	-	-	75	56250
3	Напилення 1 шару пінополіуретану Вартість пінополіуретану		100м <sup>2</sup>	90	4,4	396	102	9018	-	-
			1м <sup>2</sup>	1500	-	-	-	-	20	30000
4	Фарбування фасаду перхлорвініловими фарбами	ЕРУ-97 15-458	100м <sup>2</sup>	15	19,8	297	65,7	985,5	-	-

Всього трудових витрат: 1404чол.-год.

Собівартість робіт: 98518,5грн.

4.Застосування блоків з газобетону. (табл.5.1., п.4).

В якості утеплювача використовують дрібні стінові блоки з газобетону, кладку яких ведуть з використанням клею та дрібнозернистого розчину. Після укладання поверхню газобетону шпаклюють гідрофобним розчином та фарбують кремнійорганічним складом.

## Калькуляція трудовитрат та вартості улаштування теплоізоляції з

використанням газобетону ( $R=2,3 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$ )

№	Найменування витрат	Назва нормативу	Одиниця виміру	Об'єм робіт	Трудо-місткість, чол.-год		Прямі витрати, грн.		Вартість матеріалів, грн.	
					на од.	на весь V	на од.	на весь V	на од.	на весь V
1	Кладка блоків з газобетону Вартість газобетону Вартість клею	11-43	1м <sup>2</sup>	1500	0,45	675	-	-	-	-
			100м <sup>2</sup>	15	-	-	429	6435	-	-
			1м <sup>3</sup>	225	-	-	-	-	171	38475
			1кг	5400	-	-	-	-	1,4	7560
2	Штукатурка фасаду	ЕРУ-97 15-241	100м <sup>2</sup>	15	123	1845	166, 8	2502	-	-
3	Фарбування фасаду кремнійорганічним складом	ЕРУ-97 15-459	100м <sup>2</sup>	15	19,9	298	115, 79	1736, 85	-	-

Всього трудових витрат: 2518чол.-год.

Собівартість робіт: 56708,9грн.

Щорічні експлуатаційні витрати на опалення оцінюються за формулою:

$$E = \frac{S \cdot (t_{в} - t_{оп.пер.}) \cdot Z_{оп.пер.} \cdot 24 \cdot m \cdot l_m}{1.16 \cdot 10^6 \cdot R} \cdot C_m,$$

де S – площа зовнішньої огорожуючої конструкції, м<sup>2</sup>; t<sub>в</sub>, t<sub>оп.пер.</sub> – температура повітря в помешканні та середня температура зовнішнього повітря опалювального періоду, °С; Z – тривалість опалювального періоду, діб; m – коефіцієнт, що враховує тепловитрати на інфільтрацію повітря; l<sub>т</sub> – коефіцієнт, що враховує майбутнє подорожчання теплової енергії, С<sub>т</sub> – вартість теплової енергії, грн./Гкал; R – термічний опір огорожуючої конструкції після теплоізоляції,  $\frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$ .

Порівняння розглянутих вище варіантів теплоізоляції проводиться з урахуванням дисконтування поточних витрат та майбутніх експлуатаційних

витрат. Економічно доцільним буде той варіант, у якого сукупні витрати будуть мінімальними:

$$Z_i = K + E \cdot \frac{1 - (1+r)^{-T}}{r},$$

де  $r$  – ставка дисконтування,  $T$  – тривалість розрахункового періоду (строк експлуатації будівлі з теплоізованими огорожуючими конструкціями),  $K$  – капітальні витрати на улаштування додаткової теплоізоляції.

Прирівнюючи капітальні витрати і економію витрат на опалення, знаходимо строк окупності капітальних витрат:

$$T_{ок} = \frac{\ln E^o - \ln(E^o - K \cdot r)}{\ln(1+r)},$$

де  $E^o$  – щорічна економія витрат на опалення від збільшення термічного опору огорожуючих конструкцій оцінюється за формулою:

$$E^o = \frac{S \cdot (t_{в} - t_{он.пер.}) \cdot Z_{он.пер.} \cdot 24 \cdot m \cdot l_m \cdot C_m}{1.16 \cdot 10^6} \cdot \left( \frac{1}{R_o} - \frac{1}{R} \right),$$

де  $R_o$  - термічний опір огорожуючої конструкції до теплоізоляції,  $\frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$ .

Результати розрахунків  $Z_i$  і строку окупності при  $r=0,10$ ;  $T=30$  років,  $C_T=100$ грн/Гкал зводимо в таблицю 5.7.

Таблиця 5.7.

Техніко-економічні показники варіантів теплоізоляції.

№	Термічний опір, $\frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$	Трудо-місткість, чол.-год	Капітальні витрати К, грн.	Експлуатаційні витрати Е, грн/рік	Сукупні витрати $Z_i$ , грн.	Економія витрат на опалення $E^o$ , грн/рік	Строк окупності $T_{ок}$ , років
1.	2,9	4815	257190	4847	302885	10772	$\infty$
2.	3,2	4880	168324	4392	209735	11226	$\infty$
3.	2,3	1404	98518	6112	156325	9507	29,8
4.	2,3	2518	56709	6112	114325	9507	9,6

За техніко-економічними показниками приймаємо варіант №4 – теплоізоляція зовнішніх стін дрібними стіновими блоками з газобетону - , як варіант з мінімальними сукупними витратами=114325 грн.

**Поправочний коефіцієнт ( $K_1$ ) для визначення кошторисної вартості будівель і споруд згідно територіальних поясів.**

Для спрощення розрахунку кошторисної вартості у різних територіальних поясах приймають слідуєчі поправочні коефіцієнти.

Територіальний пояс	Поправочні коефіцієнти
1	1,0
2	1,05
3	1,1
4	1,15
5	1,25
6	1,30
7	1,40
8	1,50
9	1,60

**Поправочні коефіцієнти ( $K_2$ ) вартості будівельних робіт по кліматичним районам**

№ п/п	Найменування будівельних об'єктів	Коефіцієнти по кліматичним районам			
		I	II	III	IV
1	Будівлі і споруди підприємств чорної металургії	1,02	1,0	0,97	0,97
2	Будівлі і споруди підприємств кольорової металургії	1,02	1,0	0,97	0,97
3	Будівлі електричних станцій	1,10	1,0	0,92	0,9
4	Споруди електричних станцій і теплових мереж	1,05	1,0	0,99	0,98
5	Будівлі і споруди хімічної промисловості	1,09	1,0	0,98	0,97
6	Будівлі цехів машинобудівельної галузі	1,08	1,0	0,97	0,94
7	Будівлі і споруди промислових будівельних матеріалів: Отапливаемі неотапливаемі	1,10	1,0	0,96	0,94
		1,05	1,0	0,97	0,98
8	Будівлі і споруди лісної, паперової, деревообробленої та лісохімічної промисловості: Будівлі споруди	1,12	1,0	0,92	0,90
		1,04	1,0	0,99	0,97
9	Допоміжні виробничі будівлі і споруди	1,14	1,0	0,92	0,90
10	Будівлі і споруди внутрізаводських, автомобільних залізних доріг, трубопроводів.	1,04	1,0	0,99	0,97
11	Будівлі і споруди зовнішнього водопостачання і каналізації	1,08	1,0	0,97	0,95

## Коефіцієнти реновації

$T_0$	$P$	$P+E_H$	$\frac{1}{P+E_H}$
1	1,0000	1,1500	0,8696
2	0,4762	0,6262	1,5969
3	0,3021	0,4521	2,2119
4	0,2155	0,3655	2,7360
5	0,1638	0,3138	3,1867
6	0,1296	0,2796	3,5765
7	0,1054	0,2554	3,9154
8	0,0874	0,2374	4,2123
9	0,0736	0,2236	4,4723
10	0,0627	0,2127	4,7015
11	0,0540	0,2040	4,9020
12	0,0468	0,1968	5,0813
13	0,0408	0,1908	5,2411
14	0,0357	0,1857	5,3850
15	0,0315	0,1815	5,5096
20	0,0175	0,1675	5,9701
25	0,0102	0,1602	6,2422
30	0,0061	0,1561	6,4062
40	0,00226	0,15226	6,5677
50	0,00086	1,15086	6,6287

## Література

1. Державні будівельні норми України. ДБН Д.1.1-1-2000 “Правила определения стоимости строительства” с изменением №2, утвержденным приказом Госстроя Украины от 17.06.2003 № 85.
2. Закон України «Про інвестиційну діяльність».
3. Кавторєва Я. Будівництво: особливості бухгалтерського та податкового обліку.- 2-ге вид., перероб. і допов. – Х.: Фактор, 2002.-516 с.
4. Макконел К.Р., Брю С.Я. Экономикс: Принципы, проблемы и политика. В 2 т.: Пер. с англ.-М.:Республика, 1992.
5. Педан М.П., Рогожин П.С., Скурский М.А. Управление экономикой строительства.- К.: Вища школа, 1990.
6. Рогожин П.С., Гойко А.Ф. Економіка будівельних організацій.-К.: Видавничий дім “Скарби”, 2001. – 448.
7. Рогожин П.С. Справочник экономиста-строителя. –К.: Будівельник, 1980.
8. Экономика строительства: Учебник / Под общей ред. И.С. Степанова. – 3 – е изд., доп., и перераб. – М.: Юрайт-Издат, 2005. – 620 с.
9. Экономика строительства: Учебник / Под общей ред. И.С. Степанов – М.: Юрайт-Издат, 2000. – 416 с.
- 10.Притула С.Ф., Терех М.Д. Нові технології ізоляційних і оздоблювальних робіт в будівництві. – Запоріжжя: 2000. – 76 с.
- 11.Архітектурно-будівельна фізика. Теплотехніка огорожуючих конструкцій будинків. Навч. посібник / О.В. Сергейчук. – К.: Такі справи, 1999. – 156 с.
- 12.Богословский В.Н. и др. Отопление и вентиляция: Учебник для вузов/ 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1980. – 295 с.
- 13.Ковалев В.В. Финансовый анализ: Управление капиталом. Выбор инвестиций. Анализ отчетности. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 1997. – 512 с.
- 14.Монастырев П.В. Технология устройства дополнительной теплозащиты стен жилых зданий: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2000. – 160с.