

Міністерство освіти і науки України  
Запорізька державна інженерна академія

---



**І.Д. Павлов**  
**М.Д. Терех**  
**Н.О. Данкевич**

## **ДИПЛОМНЕ ПРОЕКТУВАННЯ**

### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ В ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІЙ ЧАСТИНІ**

*для студентів ЗДІА  
напряму 0921 «Будівництво»  
денної і заочної форм навчання*

**Запоріжжя  
2010**

**Дипломне проектування. Методичні вказівки і рекомендації з визначення економічного ефекту в організаційно-технологічній частині** для студентів ЗДІА напрямку 0921 «Будівництво» денної і заочної форм навчання / Укл.: І.Д. Павлов, М.Д. Терех, Н.О. Данкевич.- Запоріжжя, 2010.- 39 с.

Укладачі: *І.Д. Павлов – д.т.н., професор*

*М.Д. Терех – к.т.н., доцент*

*Н.О. Данкевич – ст. викладач*

Відповідальний за випуск : *зав. кафедрою ПЦБ*

*професор, д.т.н. І.Д. Павлов*

## ЗМІСТ

стор.

1. Загальні положення.....	4
2. Значення та зміст організаційно-технічного розвитку (ОТР) будівельного виробництва.....	5
3. Розрахунок ефективності організаційно-технічних заходів (ОТЗ).....	9
4. Вплив структури будівельно-монтажних робіт на розробку організаційно-технічних заходів.....	15
5. Методика формування ОТЗ та розрахунок їх ефективності.....	17
6. Визначення економічної ефективності комплексу заходів для виробничих програм (комплексних проектів) та складних проектів.....	22
7. Рекомендована література.....	34
7.1 Додаткова література.....	37

## 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

В методичних вказівках розглянуті проблеми визначення економічної ефективності в дипломних проектах в частині організаційно-технологічних рішень (ОТР), які виробляються та приймаються як основні. ОТР, як правило, згідно ДБН знаходять своє втілення в технологічних картах, які бувають типовими і в випадку, коли мають справу із складними проектами, а також такими, що потребують індивідуальних підходів потребуються особливі розробки і рішення. В усіх випадках технологічна карта (ТК) обов'язково використовується в якості основного організаційно-технологічного документу і являється структурною складовою ППР (проекту виконання робіт). В дипломних проектах технологічний розділ обов'язково включає ТК і в першу чергу на монтажні роботи як такі, що мають значний об'єм, та значну тривалість виконання, високу трудомісткість, а також пов'язані з вибором методів і схем проведення БМР, з вибором та використанням будівельних машин та механізмів, що обходяться замовнику не дешево.

Такі обставини потребують осмислити всі процеси, що входять до складу ТК, зробити їх аналіз та виявити можливість адекватної заміни на більш прогресивні методи їх виконання. Включення в ТК прогресивної технології принесе економію затрат праці. Для цього виконуються порівняння норм часу на одиницю вимірювання робіт на основі ЄНіР (по проекту), та рекомендованого (студентом) методу. Різниця повинна дати позитивний результат.

Таким чином, в результаті організаційно-технічних заходів, які пропонуються дипломником, маємо сумарну економію (зменшення) трудових затрат по ТК. У вказівках приведена методика визначення економічного ефекту для двох ТК: монтаж каркасу промислової будівлі та на улаштування м'якої покрівлі промислового об'єкту.

Для більш об'ємного обґрунтування економічного ефекту складних проектів або виробничих програм (маються на увазі комплексні проекти) приведена комплексна методика, для чого слід використати економіко-математичні методи і моделі, які сприяють вибору оптимальних об'ємів організаційно-технологічних заходів (ОТЗ) при обмеженнях в інвестуванні ОТР та рівня економії затрат праці і вартості. Для такої задачі використовується симплекс-метод, як універсальна методика оптимального програмування.

## 2. ЗНАЧЕННЯ ТА ЗМІСТ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

*Мета організаційно-технологічних рішень:*

- виявити внутрівиробничі резерви,
- визначити шляхи та засоби підвищення технічного рівня будівельного виробництва,
- удосконалення організації будівництва,
- поліпшення виробничо-господарської діяльності будівельно-монтажних організацій (БМО).

План розвитку будівельно-монтажної організації необхідний для того, щоб встановити завдання з урахуванням використання резервів виробництва, втілення нової техніки, досягнень науки і передового досвіду.

Сприяючи реальному встановленню планових завдань, план ОТР являється необхідною умовою успішного виконання цих завдань, тому що визначає конкретні шляхи і засоби досягнення показників ефективного виконання БМР.

Таким чином, *план ОТР БМО* - це система засобів по підвищенню технічного рівня, вдосконаленню технології та організації будівельного виробництва, виробничо-господарської діяльності, які розробляються та впроваджуються з метою виявлення та використання резервів і успішного виконання завдань.

При розробці плану ОТР необхідно чітко визначити основний його напрямок. ОТР різноманітні та численні, але їх можна згрупувати за напрямками та характером заходів. Напрямки плану ОТР характеризують основні шляхи вдосконалення будівельного виробництва.

Напрямки плану ОТР непотрібно змішувати з формами проявлення ефективності.

Розглянемо деякі **напрямки плану ОТР і форми проявлення їх ефективності.**

✓ **Підвищення ступеня збірності.** Заходи тут діляться на 3 групи:

- розширення сфери використання збірних конструкцій;
- укрупнення збірних конструкцій;
- підвищення заводської готовності.

Більша частина цих заходів залежить не від будівельно-монтажної організації, а від використовуваних проектів та підприємств, що постачають збірні елементи.

✓ **Підвищення рівня механізації будівельно-монтажних робіт.** В цьому напрямку заходи групуються таким чином:

- використання будівельної механізації на найбільш складних та трудомістких роботах;
- перехід до комплексної механізації основних робіт;
- використання найбільш продуктивних та економічних машин.

✓ **Поліпшення (вдосконалення) організації та технології будівельного виробництва.** Заходи цього напрямку діляться на наступні групи:

- своєчасна та комплексна підготовка виробництва, забезпечення доброякісною проектно-кошторисною і технологічною документацією, своєчасний відвід земельної ділянки, інженерна підготовка виробництва, розміщення заявок на обладнання, матеріали, транспорт;
- використання потокових методів виробництва;
- втілення нових технологічних процесів, передових методів виробництва, в т. ч. монтаж з транспортних засобів («з коліс»);
- спеціалізація районування будівельно-монтажній організації.

✓ **Вдосконалення матеріально-технічних заходів.**

- вдосконалення комплектації будівель деталями і конструкціями, забезпечення комплектної поставки матеріалів відповідно графіка;
- вдосконалення форм зв'язку між постачальниками та замовником;

- забезпечення відповідності сортів, марок, розмірів та якості матеріалів проектам, ТУ і стандартам, ДБНам;
- організація поставок на будови матеріалів (метал, скло, шпалери та інше), що не потребують розтину.

Ефективність деяких заходів відмічена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Напрямок плану ОТР та форми проявлення їх ефективності

№ п/п	Напрямок плану	Основні форми проявлення ефективності заходів						
		Скорочення тривалості (Т)	Зменшення трудомісткості (Q)	Зниження собівартості БМР по статтям				
				матеріали	заробітна плата.	експлуатація машин	інші витрати	Загально-виробничі витрати
1	Підвищення збірності	+	+	-	+	-	-	+
2	Підвищення рівня механізації	+	+	-	+	зростає	-	+
3	Вдосконалення рівня організації і технології.	+	+	+	+	+	+	+
4	Вдосконалення матеріально-технічних заходів	+	+	+	-	+	+	+
5	Вдосконалення транспортування будівельних матеріалів	-	-	+	-	-	-	-
6	Вдосконалення використання будівельних машин	+	+	-	-	+	-	+
7	Вдосконалення організації праці і заробітної плати.	+	+	-	-	-	-	+
	Інші ОТЗ							

✓ **Вдосконалення транспортування, складання та збереження матеріальних ресурсів.**

- забезпечення зберігання матеріалів і деталей при транспортуванні шляхом організації та контролю вантажно-розвантажувальних робіт, контейнерне та пакетне перевезення, збереження ресурсів;
- організація прийомки ресурсів по кількості та якості;
- забезпечення збереження в відповідності з установленими умовами.

✓ **Вдосконалення процесів використання будівельних машин.**

Заходи, що сприяють вдосконаленню використання будівельної техніки можна розділити на дві групи:

*Перша група* – це заходи, які забезпечують зростання часу роботи машин та механізмів на протязі планового періоду (перехід на 2-х, 3-х змінну роботу, зменшення термінів монтажу та демонтажу, перебазування, технічного обслуговування та ремонту машин).

*Друга група* – це заходи, які забезпечують зростання продуктивності праці машин в одиницю часу їх роботи (оптимальний розподіл та розстановка по видах та типах споруд(об'єктів), однойменних машин, які мають різні основні параметри – вантажопідйомність, ємкість ковша, виліт стріли і др.), своєчасна підготовка фронту робіт, забезпечення матеріальними ресурсами, транспортом та інше.

✓ **Вдосконалення організації праці та заробітної плати.** Заходи цього напрямку плану ОТР охоплюють наступні групи:

- створення комплексних бригад;
- упровадження акордної системи оплати праці.

Цей напрямок ОТР сприяє зростанню продуктивності праці, скороченню строків будівництва, відносному зменшенню числа виконавців, яких потребує плановий об'єм робіт, зменшення загальновиборничих витрат, пов'язаних з обслуговуванням робітників (житлоком та охорону праці).



### 3. РОЗРАХУНОК ЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ

Розрахунок організаційно-технічних заходів (ОТЗ) по скороченню затрат праці, зростання продуктивності праці планується в відсотках до фактично досягнутого рівня їх за минулий період. Тому і розрахунок ефективності заходів по скороченню (зменшенню, економії) затрат праці проводиться також в порівнянні з фактичним рівнем цих витрат за минулий період (час, термін).

Ефективність кожного ОТЗ необхідно визначати спочатку на одиницю того виду, комплексу робіт або конструктивного елементу об'єкта (споруди), при виконанні якого даний захід планується використати.

Позначимо трудомісткість одиниці даного виду, комплексу робіт або конструктивного елемента об'єкта при виконанні раніше пропонованими методами (до використання проектом даного заходу)  $Q_{пр}$ , а при використанні планового (запропонованого) заходу -  $Q_{пл}$ .

Тоді зменшення трудомісткості одиниці робіт (конструктивного елемента) будівлі, яке досягається в результаті застосування даного заходу,  $E_1$  складає:

$$E_1 = Q_{пр} - Q_{пл} \quad (3.1)$$

Загальне зменшення витрат праці в результаті здійснення даного заходу в плановому періоді  $E_{пл}$  дорівнює добутку цієї величини на плановий об'єм планового заходу, тобто на фізичний об'єм робіт відповідного виду, при виконанні якого планується використати даний захід. Позначимо цей об'єм робіт через  $V_{пл}$ , одержимо

$$E_{пл} = E_1 \times V_{пл}, \quad \text{або} \quad E_{пл} = (Q_{пр} - Q_{пл}) V_{пл} \quad (3.2)$$

Якщо загальний об'єм робіт, що необхідно виконати в плановому році БМО (в млн. грн.), позначимо як  $O_{пл}$  та визначимо економію витрат праці в результаті використання даного заходу в розрахунку на 1 млн. грн. загального об'єму будівельно-монтажній організації, то

$$\frac{E_{пл}}{O_{пл}} = (Q_{пр} - Q_{пл}) \frac{V_{пл}}{O_{пл}} \quad (3.3)$$

Організаційно-технічні заходи, які плануються для реалізації на наступний рік могли в тому чи іншому об'ємі використовуватись в минулому році і забезпечували відповідну економію витрат праці.

Припустимо, що даний захід був реалізований в минулому разі при виконанні об'єму БМР відповідного виду  $V_{пр}$ , та загальною програмою (об'ємом) робіт власними силами (в млн. грн.)  $O_{пр}$ .

Загальна економія витрат праці, одержана в результаті здійснення заходів в минулому році  $E_{пр}$  складає:

$$E_{пр} = (Q_{пр} - Q_{пл}) V_{пр} ,$$

а в розрахунку на 1 млн. грн. об'єму БМР вона виразиться формулою:

$$\frac{E_{пр}}{O_{пр}} = (Q_{пр} - Q_{пл}) \frac{V_{пр}}{O_{пр}} \quad (3.4)$$

Економія витрат праці в плановому році при порівнянні з минулим роком в розрахунку на 1 млн. грн. об'єму БМР складає:

$$(Q_{іө} - Q_{іє}) \left( \frac{V_{іє}}{\hat{I}_{іє}} - \frac{V_{іө}}{Q_{іө}} \right) \hat{I}_{іє} \quad (3.5)$$

Ефективність всього комплексу ОТЗ по скороченню затрат праці  $E_Q$  визначається як сума результатів, одержаних від втілення кожного окремого заходу:

$$E_Q = \sum E_Q^i = \sum_{i=1}^n (Q_{пр} - Q_{пл}) \left( \frac{V_{пл}}{Q_{пл}} - \frac{V_{пр}}{Q_{пр}} \right) O_{пл} . \quad (3.6)$$

В практиці розрахунків ефективності ОТЗ можуть мати місце чотири характерних випадки.

1. Даний ОТЗ в минулому році не використовували (не застосовували), тобто  $V_{пр} = 0$ . В цьому випадку (3.6) прийме вид:

$$E_Q = (Q_{пр} - Q_{пл}) O_{пл}$$

2. Дані ОТЗ використовувались в минулому періоді, але передбачено його використати в плановому періоді в більшому обсязі ( $V_{пл} > V_{пр}$ ), при цьому загальний обсяг робіт БМО залишається сталим ( $O_{пл} = O_{пр}$ ).

Економія затрат праці складе:

$$E_Q = (Q_{\text{пр}} - Q_{\text{пл}})(V_{\text{пл}} - V_{\text{пр}})$$

3. Розмір (об'єм) використання будівельно-технічних заходів та загальний об'єм БМО в плановому році дорівнюють відповідним показникам минулого періоду  $V_{\text{пл}} = V_{\text{пр}}$ ,  $Q_{\text{пл}} = Q_{\text{пр}}$ . При цьому

$$\frac{V_{\text{іє}}}{\hat{I}_{\text{іє}}} = \frac{V_{\text{ію}}}{\hat{I}_{\text{ію}}} \quad \text{і} \quad E_Q = 0.$$

В даному разі в плановому році відсутня економія витрат праці при порівнянні з величиною цих витрат за минулий рік. Це не означає, що даний ОТЗ не дає економії затрат праці. Вона має місце в плановому періоді, але її розмір на 1 млн. грн. БМР (як і на всю виробничу програму) такий же, який мав місце в минулому році. Додаткової економії затрат праці не має.

4. Об'єм використання ОТЗ в плановому році зростає в такій же пропорції (ступені), що й загальний об'єм БМО ( $V_{\text{пл}} > V_{\text{пр}}$ ;  $Q_{\text{пл}} > Q_{\text{пр}}$ ), тобто

$$\frac{V_{\text{іє}}}{V_{\text{ію}}} = \frac{\hat{I}_{\text{іє}}}{\hat{I}_{\text{ію}}}$$

В даному разі  $V_{\text{пл}} \cdot O_{\text{пр}} = V_{\text{пр}} \cdot O_{\text{пл}}$ . Поділивши обидві частини цього рівняння на добуток  $O_{\text{пл}} \cdot O_{\text{пр}}$ , одержимо як у випадку 3

$$\frac{V_{\text{іє}}}{\hat{I}_{\text{іє}}} = \frac{V_{\text{ію}}}{\hat{I}_{\text{ію}}} \quad \text{і} \quad E_Q = 0.$$

Таким чином, зростання об'єму використання того чи іншого ОТЗ в плановому році із порівняння з минулим роком лише в міру зростання загального об'єму робіт БМО дає можливість тільки зберегти продуктивність праці на рівні, досягнутому в минулому році. В цьому випадку виробіток праці не зростає.

**Приклади для розглянутих випадків розрахунку  
ефективності ОТЗ по скороченню затрат праці.**

*Найменування ОТЗ:* комплексна механізація робіт нульового циклу при зведенні житлових будинків.

Затрати праці на комплекс робіт нульового циклу по одному дому в чол. - дн.:

– при проектному методі виробництва (минулому)  $O_{пр} = 280$  чол.-дн.;

– при плановому методі виробництва (з урахуванням ОТЗ)

$O_{пл} = 140$  чол.- дн.;

– економія затрат праці (зменшення) складає

$E_1 = 280 - 140 = 140$  чол.-дн.

Розрахунки зведені в таблицю 3.1

Таблиця 3.1

Розрахунок економії витрат праці

№ п/п	Об'єм БМР власними силами в млн.грн.		Об'єм ОТЗ		Економія витрат праці		
	в минулому році	в плановому році	в минулому році	в плановому році	в минулому році	в плановому році	в плановому в порівнянні з минулим
1	10,0	10,0	-	15	-	$140 \cdot 15 = 2100$	2100
1а	10,0	12,0	-	15	-	$140 \cdot 15 = 2100$	2100
2	10,0	10,0	5,0	15	$140 \cdot 5 = 700$	$140 \cdot 15 = 2100$	1400
3	10,0	10,0	15,0	15	$140 \cdot 15 = 2100$	$140 \cdot 15 = 2100$	0
4	10,0	12,0	12,5	15	На 1 млн. грн. $\frac{140 \cdot 12,5}{10} = 175$	На 1 млн. грн. $\frac{140 \cdot 15}{12} = 175$	0

Слід відмітити, якщо об'єм використання ОТЗ зростає в меншій мірі, чим загальний об'єм БМР, то рівень продуктивності праці може навіть знизитися, не дивлячись на абсолютне зростання об'єму втілення ОТЗ.

Ефективність всього комплексу ОТЗ по зниженню витрат праці  $E_Q$  визначається як сума результатів, які мають місце від втілення конкретних окремо взятих заходів:

$$E_Q = \sum_{i=1}^n E_{Q_i} = \sum_{i=1}^n (Q_{пр} - Q_{пл}) \left( \frac{V_{пл}}{O_{пл}} - \frac{V_{пр}}{O_{пр}} \right) O_{пл}$$

На основі вище наведеного, розрахунок ефективності ОТЗ по скороченню витрат праці БМР може проводитися за формою, наведеної в таблиці 3.2.

Показники трудовитрат одиниці різного виду робіт при проектних методах виробництва  $Q_{пр}$  і нових методах  $Q_{пл}$  визначаються на основі вибіркових даних по декільком типовим об'єктам. Якщо такі дані відсутні, то економію витрат праці на одиницю робіт ( $Q_{пр} - Q_{пл}$ ) можна визначити приблизно по ЄНіР на БМР або комплексним калькуляціям, при цьому слід враховувати досягнутий рівень їх виконання.

Економія затрат праці, розрахована в плані ОТЗ, використовується для розрахунку показника зростання продуктивності праці, який можливо визначити на основі як абсолютного, так і відносного показника економії витрат праці.

Після встановлення завдання по зростанню продуктивності праці, план ОТЗ приводиться у відповідність із завданням – плановим виробітком  $V_{пл}$ . Економія витрат праці  $E_Q$ , яка повинна забезпечити задане зростання продуктивності праці в результаті реалізації ОТЗ, визначається за формулою:

$$E_Q \geq \frac{\hat{I}_{іє}}{\hat{A}_{іє}} - \frac{\hat{I}_{іє}}{\hat{A}_{іє}}$$

Перша складова відображає витрати праці в чол.-дн., які були би потрібні в минулому році для реалізації  $O_{пл}$ , а в плановому році продуктивність складає  $V_{пл}$  і витрати праці визначаються як  $O_{пл}/V_{пл}$ .

Наприклад, якщо об'єм будівельно-монтажних робіт (БМР) в плановому році встановлений в сумі 30,0 млн. грн., а  $V_{пл} = 220$  грн., а минулому  $V_{пр} = 200$  грн., то економія витрат праці за рахунок ОТЗ повинна скласти не менше  $E_Q = \frac{30.0}{200} - \frac{30.0}{220} = 16636$  чол.-дн.

Таблиця 3.2.

## Розрахунок ефективності ОТЗ по скороченню витрат праці БМР

№ п/п	Найменування ОТЗ	Один. виміру ОТЗ	Витрати праці на один.		Об'єм використаних ОТЗ						Ефективність ОТЗ (зменшення затрат праці)		
			при мину- лому методі	при використа- нні ОТЗ	за минулий		на плановий		зростання		На один. робіт	на 1 млн. грн	Всього гр. 13× об'єм робіт
					Всього	на 1 млн. грн	Всього	на 1 млн. грн	Всього	на 1 млн. грн			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Застосування великорозмірних збірних залізобетонних елементів для підземної частини повнозбірних споруд	компл.	132,9	100	15	0,6	30	1,0	15	0,4	32,9	13,16	395
2	Використання об'ємних санітарно-технічних кабін	шт.	3,2	0,6	500	20	900	30	400	10	2,6	2,6	780
3	Комплексна механізація робіт нульового циклу	тис. м <sup>2</sup> житл. пл.	280	137,2	12,5	0,5	30	1,0	17,5	0,5	142,8	71,4	2142
4	Монтаж надземної частини споруди з транспортних засобів	тис. м <sup>2</sup> житл. пл.	943	660	2,5	0,1	1	0,3	6,5	0,2	283	56,6	1698

Об'єм БМР за минулий рік 25,0 млн. грн.

Об'єм БМР на плановий рік 30,0 млн. грн.

#### 4. ВПЛИВ СТРУКТУРИ БУДІВЕЛЬНО-МОНТАЖНИХ РОБІТ НА РОЗРОБКУ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ.

На трудомісткість праці впливає структура робіт. Розрахунок впливу змін структури робіт на трудомісткість наведена у таблиці 4.1

Таблиця 4.1

Вплив змін структури робіт на трудомісткість

№ п/п	Види робіт	За (базовий) минулий рік			На плановий рік		
		Об'єм викон. робіт тис.грн.	Затрати праці		Об'єм робіт в тис. грн.	Затрати праці при трудовитратах минулого року	Виробіток 1 чол.-дн.
			Всього в тис. чол.-дн.	На 1 тис.грн об'єму чол.-дн			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	55,0	0,230	4,18	35,0	0,146	240
2	2	210,0	0,808	3,85	220,0	0,847	260
3	3	50,0	0,156	3,12	60,0	0,187	320
4	4	80,0	0,444	5,55	100,0	0,55	180
Всього		395,0	1,638	4,147	415,0	1,7352	241,15

Середній виробіток в базовому (минулому) році

$$\Delta B_{\text{пр}} = 395000 : 1638 = 241,15 \text{ грн./1 чол.-дн.}$$

Середній виробіток в плановому році

$$\Delta B_{\text{пл}} = 415000 : 1735,2 = 239,17 \text{ грн./1 чол.-дн.}$$

Затрати праці на одиницю об'єму минулого року

$$\Delta Q_{\text{пр}} = 1638 : 395 = 4,147 \text{ чол.-дн./тис.грн.}$$

Затрати праці на одиницю об'єму планового року

$$\Delta Q_{\text{пл}} = 1735,2 : 415 = 4,181 \text{ чол.-дн./тис.грн.}$$

Економія трудовитрат

$$\Delta Q = (\Delta Q_{\text{пр}} - \Delta Q_{\text{пл}})O_{\text{пл}} = (4,147 - 4,181) \cdot 415 = -14,1 \text{ чол.-дн.}$$

Якщо на плановий рік зростання продуктивності праці (виробітку) становить  $\Delta B_{\text{т}} = 241,15 \cdot 1,03 = 248,385$  грн.

$$E_Q = \left( \frac{415000}{241,15} - \frac{415000}{248,385} \right) = 1720,9 - 1670,8 = 50,1 \text{ грн./чол.-дн}$$

Для забезпечення зростання продуктивності праці від  $\Delta B_{\text{пр}}$  до  $\Delta B_{\text{пл}}$  (від 241,15 до 248,38 грн.) потрібно розробити ОТЗ, що дають економію затрат праці  $E_Q = 50,1$  грн., але структура робіт помінялась в несприятливий бік, а тому загальний результат складає  $E = 50,1 - (-14,1) = 64,2$  грн., якщо в результаті розрахунку  $\Delta Q$  має не від'ємний знак, то на значення  $\Delta Q$ , отримане значення  $E_Q$  зменшується, тобто автоматично структура сприяє чи не сприяє економії праці.

Такий результат дає можливість оцінити внесок в якість виконання виробничої програми підрозділами любых систем, ділові сторони менеджерів різних рангів. Таким чином, структура виробничих програм може значно сприяти зростанню продуктивності праці, а може потребувати додаткових зусиль в розробленні ОТЗ для компенсації негативних наслідків.

По результатам ОТЗ розраховують можливе зростання продуктивності праці робітників на основі таких міркувань.

Продуктивність праці  $B$  (виробіток) вимірюється числом одиниць продукції, створюваної робітником в одиницю часу. Ця кількість дорівнює частці від ділення одиниці часу на кількість часу, що потребується для вироблення одиниці продукції, тобто на трудомісткість одиниці продукції  $Q$ , виражену в долях одиниці часу:

$$B = \frac{1}{Q} \quad (4.1)$$

Позначимо виробіток і трудомісткість за минулий рік відповідно через  $B_{\text{пр}}$ ,  $Q_{\text{пр}}$ , а на плановий рік – через  $B_{\text{пл}}$ ,  $Q_{\text{пл}}$ . Тоді

$$B_{\text{пр}} = \frac{1}{Q_{\text{пр}}}; \quad B_{\text{пл}} = \frac{1}{Q_{\text{пл}}}; \Rightarrow \frac{B_{\text{пл}}}{B_{\text{пр}}} = \frac{1}{Q_{\text{пл}}} : \frac{1}{Q_{\text{пр}}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{Q_{\text{пл}}} \Rightarrow B_{\text{пл}} = B_{\text{пр}} \frac{Q_{\text{пр}}}{Q_{\text{пл}}}. \quad (4.2)$$

Зростання продуктивності праці  $\Delta B$  в плановому році в порівнянні з її рівнем в минулому році складе:

за абсолютною величиною:

$$\Delta B = B_{\text{пл}} - B_{\text{пр}} = B_{\text{пр}} \frac{Q_{\text{пр}}}{Q_{\text{пл}}} - B_{\text{пр}} = B_{\text{пр}} \left( \frac{Q_{\text{пр}}}{Q_{\text{пл}}} - 1 \right) = \frac{B_{\text{пр}} (Q_{\text{пр}} - Q_{\text{пл}})}{Q_{\text{пл}}}, \quad (4.3)$$

а у відсотках:



$$\Delta B = \frac{B_{пл} - B_{пр}}{B_{пр}} \cdot 100 = \frac{Q_{пр} - Q_{пл}}{Q_{пл}} \cdot 100. \quad (4.3)$$

Якщо  $Q_{пр} = 100$ , і відсоток зменшення трудомісткості виразимо через  $\Delta Q$ , то  $Q_{пл} = 100 - \Delta Q$ , а

$$\Delta B = \frac{100 - (100 - \Delta Q)}{100 - \Delta Q} \cdot 100 = \frac{100 - 100 + \Delta Q}{100 - \Delta Q} \cdot 100 \Rightarrow$$

$$\Delta B = \frac{100\Delta Q}{100 - \Delta Q}, \quad (4.4)$$

де  $\Delta B$  та  $\Delta Q$  в %.

Якщо  $O_{пл} = 4,0$  млн. грн., середній денний виробіток  $B_{ср} = 250$  грн. в базовому році, то для виконання робіт потрібно  $4000000:250=16000$  чол.-дн., а ОТЗ дають 1050 чол.-дн., то планова економія затрат праці буде дорівнювати  $\Delta Q = 1050:16000=0,068$ , або 6,6%, а зростання виробітку

$$\Delta \hat{A} = \frac{100 \cdot \Delta Q}{100 - \Delta Q} = \frac{100 \cdot 6,6}{100 - 6,6} = 7,07\%$$

Таким чином, якщо відомі відсотки економії праці  $\Delta Q$ , то завжди є можливість визначити зростання продуктивності праці.

Можливе і зворотне твердження. При заданому відсотку виробітку (продуктивності праці), можна визначити відсоток зменшення трудомісткості за формулою:

$$\Delta Q = \frac{100 \cdot \Delta B}{100 + \Delta B}. \quad (4.5)$$

Наприклад, при зростанні  $\Delta B=7\%$  трудомісткість зменшується на  $\Delta Q = \frac{100 \cdot 7}{100 + 7} = 6,54\%$ . Тобто це повинна бути та величина економії праці, яка забезпечує необхідне зростання  $\Delta B$ .

Покажемо механізм реалізації методики на конкретних технологічних картах (ТК). Взагалі люба конкретна ТК складається із встановлених операцій, що мають об'єми робіт, нормативну трудомісткість.

Суть ОТЗ полягає в тому, що вони на основі заміни технології виконання складових процесів ТК в сумі дають економію затрат праці  $\Delta Q$ , яку можливо оцінити через її продуктивність -  $\Delta B$ .

## **5. МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІНИХ ЗАХОДІВ І РОЗРАХУНОК ЇХ ЕФЕКТИВНОСТІ**

Розглянемо методику формування та розрахунку ефективності від втілення ОТЗ для конкретної ТК. Вихідні дані та розрахунок наведені в таблицях 5.1 і 5.2. ТК на покрівельні роботи включає десять процесів і розрахунок впроваджень на одну захватку промислового одноповерхового об'єкта. На основі аналізу процесів та технологічних, технічних можливостей по виконанню операцій іншими (конкурентними) методами запропоновано шість операцій, для яких змінилися умови їх виконання, тому і трудомісткість для них стала іншою, згідно з ЄНіР. Всі розрахунки наведені в таблиці 5.1.

В наступній ТК наведені дані, що стосуються монтажних робіт одноповерхової промислової будівлі. В даному разі запропоновано замість традиційних (типових) операцій використати широко використовуваний в практиці будівництва монтаж із транспортних засобів («з коліс»), тому всі розвантажувальні операції запропоновано ліквідувати, це 1,4,9,13,16.

Крім того, операцію № 2 запропоновано виконувати з використанням кондуктора. Розрахунок показав, що економія затрат праці порівняно з типовим рішенням ТК становить 994 чол.-годин. Використовуючи наведені формули, визначаємо зростання продуктивності праці, що становить 34,4 %.

Аналогічно визначається ефективність ОТР проектних рішень для інших видів робіт: «нульовий» цикл, монтаж фундаментів, улаштування підлог, опоряджувальні роботи і інші. Але найбільш особливо відповідальні та об'ємні як по вартості, так і по значенню – це монтажні роботи. Вони пов'язані з розрахунками та техніко-економічним порівнянням різних варіантів вибору монтажних кранів та організаційно-технологічних підходів до виконання відповідних операцій ТК. Вибір схем монтажу, розміщення кранів є найбільш відповідальними рішеннями, що призводять до ефекту або збитку.

Тому дипломники повинні показати вміння вибору ОТР, що відповідають специфіці об'єкта і одержати ТЕП проекту відповідно ДБН, БНіП та існуючим умовам проектного будівництва.

Таблиця 5.1

Калькуляція трудових витрат та заробітної плати на виконання покрівельних робіт на одну захватку для промислової споруди.

№ п/п	Найменування (назва) робіт	§ ЄНіР	Норма часу чол-год	Роз-цінка,	Один. виміру	Об'єм робіт	Трудо-місткість чол.-зм.	Заро-бітня платня, грн.	Склад ланки по нормам		Запропоновані ОТЗ	
									професія	кільк.	Норма часу, чол-год	Трудо-місткість чол.-зм.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Очищення основи від сміття вручну	7-4	1,05	0-28	100 м <sup>2</sup>	47,1	6,03	24-02	Покрів. 3р 2р.	1 1		
	Запропоновано очищення механізоване						2,3				0,41	2,3
2	Просушування вологи місць основи – 100%	7-4	8,6	6-79	100 м <sup>2</sup>	47,1	49,4	319-81	Покрів. 3р 2р.	1 1		
	Запропоновано лише 30%						14,8				16,5	14,8
3	Улаштування пароізоляції із рулонних матеріалів	7-13	6,7	4-41	100 м <sup>2</sup>	47,1	38,5	20-50	Ізол. 3р 2р.	1 1		
	Пропонується мастична						22,4				3,9	22,4
4	Улаштування теплоізоляції із пінобетонних блоків.	7-14	25	16-75	100 м <sup>2</sup>	47,1	143,6	788-92	Ізол. 3р 2р.	1 1		
	Пропонується із мінераловатних плит						43,7				7,6	43,7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	Улаштування цементної стяжки	7-15	7,4	5-85	100 м <sup>2</sup>	47,1	42,5	275-53	Ізол. 4р. 3р 2р	1 1 1		
6	Ґрунтовка основи вручну бітумною мастикою	7-4	4,2	2-07	100 м <sup>2</sup>	47,1	24,12	97-50	Покрів. 4р	1		
	Пропонується механізованим способом						3,7				0,65	3,7
7	Улаштування рулонної покрівлі наплавл. рубер.	7-2	4,8	3-58	100 м <sup>2</sup>	141,3	82,7	505-85	Покрів. 4р 3р	1 1		
	Пропонується розрідження						48,2				4,2	48,2
8	Обробка водостічних труб	7-4	1,4	0-98	шт.	12	2	11-76	Покрів. 5р	1		
9	Улаштування захисного шару із гравію на бітумі	7-4	13,4	7-44	100 м <sup>2</sup>	47,1	77	42-73	Покрів. 4р. 3р 2р	1 1 1		
10	Оброблення примикань	7-4	0,105	0-58	шт.	288	3,7	2-03	Покрів. 4р 3р	1 1		
<b>Всього:</b>							<b>469,6</b>	<b>2279-65</b>				<b>135,1</b>

ОТЗ забезпечили економію затрат праці  $\Delta Q = 135,1$  чол.-зм., а у відсотковому відношенні

$$\Delta Q = (135,1 : 469,6) \cdot 100 \approx 29\%$$

Розрахована економія затрат праці забезпечить зростання продуктивності праці

$$\Delta B = (100 \cdot \Delta Q) : (100 - \Delta Q) = (100 \cdot 29) : (100 - 29) = 40,8\%$$

Таким чином, ОТЗ, що рекомендовані в ТК (табл.5.1), забезпечують як економію (зменшення) витрат праці, але в більший мірі зростання виробітку ( $\Delta B$ ).

Тому студентам рекомендується на основі використання типових ТК розробити і запропонувати не традиційні рішення, а таких, що забезпечать одержання ефекту, а з іншого боку це засвідчить вміння шукати і знаходити рішення більш прогресивні та економічні.

Таблиця 5.2

Калькуляція трудових витрат на монтажні роботи для однієї захватки промислової будівлі.

№ п/п	Найменування (назва) робіт	§ ЄНіР	Од. виміру	Норма часу		Об'єм робіт	Трудомісткість		Склад ланки по нормі, профес. разряд	Запропоновані ОТЗ	
				чол-год	маш.-год		чол-год	маш.-год		Норма часу	Зменшення трудомісткості ΔQ, чол-год.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Розвантаження з/б колон m=5т.	25-14	шт.	1	0,5	140	140	70	такел. – 2 чол. маш. – 1 чол.	-	140
2	Установка з/б колон m=5т без кондукторів.	4-1-4	шт.	5,5	1,1	140	770	154	монт. – 4 чол. маш. – 1 чол.		
	з кондуктором			3,7	0,74		518	103,6		3,7	252
3	Замонолічування стиків бетонною сумішшю	4-1-25	стик	0,81	-	140	113,4	-	монт. – 2 чол.		
4	Розвантаження з/б ригелів m=5т.	25-14	шт.	1	0,5	216	216	108	такел. – 2 чол. маш. – 1 чол.	-	216
5	Монтаж ригелів	4-1-6	шт.	2,4	0,48	216	518,4	103,7	монт. – 5 чол. маш. – 1 чол.		
6	Зварювання ригелів	22-1-1	п.м.	0,37	-	216	71,9	-	ел./звар. – 1 чол.		
7	Антикорозійний захист	4-1-22	10 ст.	0,64	-	21,6	13,8	-	монт. – 1 чол.		
8	Замонолічування стиків	4-1-22	1 вузол	1,95	-	216	421,2	-	монт. – 2 чол. плотн. – 2 чол.		
9	Розвантаження з/б плит покриття	25-14	шт.	0,58	0,29	672	289,8	194,9	такел. – 2 чол. маш. – 1 чол.	-	289,8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10	Монтаж плит покриття.	4-1-7	шт.	0,72	0,18	672	483,8	120,9	монт. – 4 чол. маш. – 1 чол		
11	Зварювання плит	22-1-1	п.м.	0,37	-	336	124,3	-	ел./звар. – 1чол		
12	Заливка швів плит механізованим способом	4-1-26	100 м	4	-	50,4	201,6	-	монт. – 2 чол.		
13	Розвантаження перегородок	25-14	шт.	0,58	0,29	139	80,6	40,3	такел. – 2 чол. маш. – 1 чол	-	80,6
14	Монтаж перегородок	4-1-6	шт.	1	0,25	139	139	34,8	монт. – 4 чол. маш. – 1 чол		
15	Закріплення перегородок	4-1-24	1 ск	0,24	-	556	133,4	-	монт. – 1 чол.		
16	Розвантаження сходової площадки	25-14	шт.	1	0,5	16	16	8	такел. – 2 чол. маш. – 1 чол	-	16
17	Монтаж сходів	4-1-10	шт.	2,2	0,55	32	70,4	17,6	монт. – 4 чол. маш. – 1 чол		
18	Зварювання стиків	22-1-1	п.м.	0,37	-	18,5	6,8	-	ел./звар. – 1чол		
Запропоновано монтаж проводити з транспортних засобів «з коліс», при якому п. 1,4,9,13,16 відсутні							3883	843,4			994 чол-ч.

ОТЗ забезпечили економію затрат праці  $\Delta Q = 994$  чол-год. = 25,6 %,

$$\Delta B = \frac{100 \cdot 25,6}{100 - 25,6} = 34,4\%$$

## 6. ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПЛЕКСУ ЗАХОДІВ ДЛЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОГРАМ (КОМПЛЕКСНИХ ПРОЕКТІВ) ТА СКЛАДНИХ ПРОЕКТІВ

### 1. Визначення об'ємів системи розробок, що забезпечують задане зростання продуктивності праці і зниження собівартості робіт, що мінімізують зусилля реалізації

Основні напрями програми технічного розвитку дуже багатобразні, а форми прояву їх ефективності зводяться до скорочення трудовитрат, зниження собівартості БМР і скороченню термінів будівництва. Зниження собівартості проходить в частині статей прямих та загальновиробничих витрат. Окрім того будівництво впливає на відповідні статті фактичної собівартості.

Моделювання організаційно-технічного розвитку зводиться до визначення об'ємів реалізації заходів щодо їх напрямів і усередині кожного з них. Для постановки задачі використовуємо сітьову структуру моделі і умови доповнюючої нежорсткості. Хай  $\mathbf{G}(\mathbf{U}, \mathbf{A})$  – орієнтована сітьова модель, а  $\mathbf{F}_{ij}$  – пропускна спроможність дуги  $(i, j) \in \mathbf{A}$ . Цілочисельна функція  $\mathbf{V}$ , визначена на безлічі  $\mathbf{A}$ , називається потоком в сіті при певних обмеженнях. Значення  $\sum \mathbf{f}_{1j} = \sum \mathbf{f}_{jn} = \mathbf{V}$  називається величиною потоку. Задача про максимальний потік полягає у визначенні максимально допустимої величини  $\mathbf{V}$  і формується таким чином. Максимізувати  $\mathbf{V}$  за умови, що

$$\sum \mathbf{f}_{ij} - \sum \mathbf{f}_{ji} = \begin{cases} \mathbf{V} & i = 1 \\ 0 & i \neq 1, i \neq n \\ -\mathbf{V} & i = n \end{cases} \quad (6.1)$$

$$0 \leq \mathbf{f}_{ij} \leq \mathbf{F}_{ij} \quad (6.2)$$

При цілочисельних дугових параметрах  $\mathbf{F}_{ij}$  модель є абсолютно унімодулярною і тому оптимальне рішення  $\mathbf{f}_{ij}$  також є цілочисельним. Дана задача вирішується методами лінійного програмування. Використовуючи сітьову структуру і її процедуру кодування подій, будується зростаюча послідовність потоків, останнім результатом якої є максимальний потік -  $\mathbf{V}$ .

Для  $(i, j) \in A$  введемо  $C_{ij}$  і, окрім верхнього обмеження на потік введемо нижнє значення обмеження –  $L_{ij}$ . Задача пошуку потоку мінімальної вартості може бути зведена до пошуку таких цілочисельних дугових потоків  $f_{ij}$ , які є рішенням наступної задачі. Мінімізувати цільову функцію

$$Z(f) = \sum C_{ij} f_{ij} \rightarrow \min \quad (6.3)$$

при обмеженнях на пропускні спроможності дуг

$$\begin{aligned} L_{ij} &\leq f_{ij} \leq F_{ij} \quad (i, j) \in A, \\ \sum f_{ij} - \sum f_{ji} &= 0 \quad i \in U, \quad i \neq j, \\ f_{ji} &\geq 0 \quad (i, j) \in A \end{aligned} \quad (6.4)$$

Перепишемо (3) в зручнішій формі

$$Z(f) = \sum - C_{ij} f_{ij} \rightarrow \max \quad (6.5)$$

при обмеженнях  $\sum f_{ij} - \sum f_{ji} = 0$

$$+ f_{ij} \leq + F_{ij} \quad (6.6)$$

$$- f_{ij} \leq - L_{ij}, \quad f_{ij} \geq 0$$

$$\text{Двоїста задача має вид } L(x) = \sum F_{ij} \alpha_{ij} - \sum L_{ij} \delta_{ij} \rightarrow \min \quad (6.7)$$

$$\text{при обмеженнях } \pi_i - \pi_j + \alpha_{ij} - \delta_{ij} \geq C_{ij}, \quad \alpha_{ij}, \delta_{ij} \geq 0 \quad (6.8)$$

Приведена задача вирішується на основі потокового алгоритму виключення дефекту (АВД). Новизна використання АВД полягає в розробці структури сітьової моделі, адекватної напрямам програми технічного розвитку. В результаті рішення задачі визначаються невідомі  $x_{ij}$ ,  $f_{ij}$ , що максимізують потік в сіті або мінімізують вартість сумарного потоку.

Головне питання – це проблема моделювання, що зачіпає об'єктивний опис реальних систем за допомогою потокових моделей. Вибір конкретної моделі визначає набір методів, що існують для вирішення відповідної задачі. Для задач великої розмірності від вибору відповідної моделі істотно залежить як час обчислень, так і граничні її розміри.

Алгоритми потокового програмування призначені для вирішення задач таких розмірів, для яких методи ручного рахунку вже не підходять. Сітьова модель в порівнянні з іншими аналогами володіє істотною перевагою. Вона



полягає в можливостях її агрегування (укрупнення), що не змінюючи адекватності і інформативності системи, зменшує розмір задачі.

Сітьова структура може бути використана на різних рівнях управління технічним розвитком – від стратегічного до оперативного. При цьому зберігається умова спадкоємності (стиковки моделей), інформаційна, логічна, математична сумісність, чого немає в традиційних підходах розробки організаційно-технічного розвитку.

## 2. Метод розв'язання задачі на основі універсального алгоритму лінійного програмування (ЛП) і порівняння результатів, отриманих в сітьовій інтерпретації

Мета рішення задачі полягає у визначенні об'ємів впровадження ОТЗ, (організаційно-технічних заходів) виходячи з умов зниження витрат праці –  $\Delta Q$ , зниження собівартості БМР –  $\Delta C$ . Для реалізації ОТЗ необхідні додаткові капіталовкладення  $\Delta K$ , питомий розмір яких на одиницю вимірювання упроваджуваних ОТЗ приведений в таблиці 6.1.

Результат гр.5 визначений для рядка 1 таким чином:

$$E = (\Delta C_1 - E_n \Delta K_1) = (\Delta C_1 - 0,15 \Delta K_1) = (80 - 0,15 \cdot 120) = 62.$$

Складемо систему обмежень на основі вихідних даних табл.6.1. Цільова функція задачі, яка має вигляд

$$L(X) = 62 \cdot 80 X_1 + 2 \cdot 20 X_2 + 43 \cdot 50 X_3 + 31 \cdot 40 X_4 \rightarrow \max$$

Таблиця 6.1

Програма пропонованих ОТЗ

ОТЗ	Один. виміру	Зниження $\Delta C$ , грн.	Зниження $\Delta Q$ , чол.-дн.	Народногосподарський ефект, грн.	Додаткові капіталовкладення $\Delta K$ , грн.	Максимальний об'єм ОТЗ	Зниження		Додаткові вкладення, грн.
							$\Delta C$ , грн.	$\Delta Q$ , чол.-дн.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	100 м	80	5	62	120	80	6400	400	9600
2	шт	26	18	2	160	20	520	360	3200
3	1000 м	55	12	43	80	50	2750	600	4000
4	100 шт	40	15	31	60	40	1600	600	2400
							<b>11270</b>	<b>1960</b>	<b>19200</b>

Тут через  $X_1, X_2, X_3, X_4$  позначені об'єми ОТЗ, що забезпечують задану ефективність виробництва. Обмеження (6.4) мають вигляд:

$$80 \cdot X_1 + 26 \cdot X_2 + 55 \cdot X_3 + 40 \cdot X_4 \geq 10000,$$

$$5 \cdot X_1 + 18 \cdot X_2 + 12 \cdot X_3 + 15 \cdot X_4 \geq 1500,$$

$$120 \cdot X_1 + 160 \cdot X_2 + 80 \cdot X_3 + 60 \cdot X_4 \leq 15000,$$

$$1 \cdot X_1 + 0 \cdot X_2 + 0 \cdot X_3 + 0 \cdot X_4 = 1,$$

$$0 \cdot X_1 + 1 \cdot X_2 + 0 \cdot X_3 + 0 \cdot X_4 = 1,$$

$$0 \cdot X_1 + 0 \cdot X_2 + 1 \cdot X_3 + 0 \cdot X_4 = 1,$$

$$0 \cdot X_1 + 0 \cdot X_2 + 0 \cdot X_3 + 1 \cdot X_4 = 1.$$

$$X_i \geq 0, \quad i = 1, 2, 3, 4.$$

Згідно умовам, потрібне зниження трудовитрат  $\Delta Q = 1500$  чол.-дн., зниження собівартості  $\Delta C = 10000$  грн., граничні витрати капвкладень можливі в межах  $\Delta K = 15000$  грн.

Задачу можливо вирішити шляхом введення штучних невідомих  $M$  або двоїтим сімплекс-методом. Вирішимо  $M$ -задачу. Цільова функція має вигляд:

$$\begin{aligned} L(X) = & 49,6 \cdot X_1 + 0,4 X_2 + 21,5 \cdot X_3 + 12,4 \cdot X_4 - M X_6 - M \cdot X_8 \rightarrow \max \\ & 64 \cdot X_1 + 5,2 \cdot X_2 + 27,5 X_3 + 16 X_4 - 1 X_5 + 1 X_6 + 0 X_7 + 0 X_8 + \\ & + 0 \cdot X_9 + 0 X_{10} + 0 \cdot X_{11} + 0 \cdot X_{12} + 0 \cdot X_{13} = 10000, \\ & 4 \cdot X_1 + 3,6 \cdot X_2 + 6 X_3 + 6 X_4 + 0 X_5 + 0 X_6 - 1 X_7 + 1 \cdot X_8 + 0 \cdot X_9 + \\ & + 0 \cdot X_{10} + 0 \cdot X_{11} + 0 X_{12} + 0 X_{13} = 1500, \\ & 96 \cdot X_1 + 32 \cdot X_2 + 40 X_3 + 24 X_4 + 0 X_5 + 0 X_6 + 0 X_7 + 0 X_8 + \\ & + 1 \cdot X_9 + 0 \cdot X_{10} + 0 X_{11} + 0 X_{12} + 0 X_{13} = 15000, \\ & 1 \cdot X_1 + 0 \cdot X_2 + 0 X_3 + 0 X_4 + 0 X_5 + 0 X_6 + 0 X_7 + 0 X_8 + 0 X_9 + \\ & + 1 \cdot X_{10} + 0 \cdot X_{11} + 0 \cdot X_{12} + 0 X_{13} = 1, \\ & 0 \cdot X_1 + 1 \cdot X_2 + 0 X_3 + 0 X_4 + 0 X_5 + 0 X_6 + 0 X_7 + 0 X_8 + 0 X_9 + \\ & + 0 \cdot X_{10} + 1 \cdot X_{11} + 0 X_{12} + 0 X_{13} = 1, \\ & 0 \cdot X_1 + 0 \cdot X_2 + 1 \cdot X_3 + 0 \cdot X_4 + 0 \cdot X_5 + 0 \cdot X_6 + 0 \cdot X_7 + 0 \cdot X_8 + 0 \cdot X_9 + \\ & + 0 \cdot X_{10} + 0 \cdot X_{11} + 1 \cdot X_{12} + 0 \cdot X_{13} = 1, \\ & 0 \cdot X_1 + 0 \cdot X_2 + 0 \cdot X_3 + 1 \cdot X_4 + 0 \cdot X_5 + 0 \cdot X_6 + 0 \cdot X_7 + 0 \cdot X_8 + 0 \cdot X_9 + \\ & + 0 \cdot X_{10} + 0 \cdot X_{11} + 0 \cdot X_{12} + 1 \cdot X_{13} = 1 \end{aligned}$$

Складемо сімлекс-таблицю 6.2. В результаті шести ітерацій отриманий результат, в якому  $L(x) = 78,33$ . Початкова сімлекс-таблиця для двоїстого методу представлена в таблиці 6.2.

При рішенні задачі в першому випадку (М-задача) значення цільової функції при сімлексному перетворенні

$$L(X) = 77,67 - 1,25(-0,775) / 1,5 = 78,32.$$

Інша перевірка  $L(X) = 12,4 \cdot 0,882 + 49,6 \cdot 0,925 + 21,5 \cdot 1 = 78,32$ .

Цільова функція двоїстої задачі  $Z(Y) = 0,516 \cdot 150 + 0,816 \cdot 1 = 78,22$ .

Таким чином, можливі перевірки по всіх значеннях співпали.

При розв'язання задачі двоїстим сімлекс-методом значення цільової функції дорівнює  $L(X) = 77,687 - 1,25(-0,775) / 1,5 = 78,32$ .

Інша перевірка  $L(X) = 12,4 \cdot 0,583 + 49,6 \cdot 1 + 21,5 \cdot 1 = 78,33$ .

Подвійна цільова функція  $Z(Y) = 150 \cdot 0,517 + 0,834 \cdot 1 = 78,38$ .

Таким чином, виконане абсолютно різними методами рішення дало результат, в якому значення цільових функцій прямої і двоїстої задач співпадають. Рішення вірне. Аналіз його зводиться до наступного. Невідома  $X_2 = 0$  і, таким чином, не увійшла до оптимальної змішаної стратегії, це означає, що дане ОТЗ не слід упроваджувати. Загальний народногосподарський ефект складає в першому випадку (М-задача):  $12,4 \cdot 0,882 + 49,6 \cdot 0,925 + 21,5 = 78,32$ .

Двоїстий сімлекс-метод:  $12,4 \cdot 0,583 + 49,6 \cdot 1 + 21,5 \cdot 1 = 78,32$ .

З результатів виходить, що об'єми впровадження по різних методах оптимізації вийшли різні, але значення функціоналів співпадають. У цьому немає нічого особливого, оскільки в оптимальному рішенні змінні в різних варіантах можуть бути різними, а значення екстремуму одне. Подальший аналіз рішення приводить до результату.

Економія від зниження собівартості:

$$6400 \cdot 0,925 + 520 \cdot 0 + 2750 \cdot 1 + 1600 \cdot 0,882 = 10081 > 10000$$

$$\text{або по іншому варіанту } 6400 \cdot 1 + 520 \cdot 0 + 2750 \cdot 1 + 1600 \cdot 0,583 = 10082$$

Зниження витрат праці:  $400 \cdot 0,925 + 360 \cdot 0 + 600 \cdot 1 + 600 \cdot 0,882 = 1499$  чол.-дн.

Використання капітальних вкладень по варіантах

$9600 \cdot 1 + 3200 \cdot 0 + 4000 \cdot 1 + 2400 \cdot 0,583 = 14999$  грн.

$9600 \cdot 0,925 + 3200 \cdot 0 + 4000 \cdot 1 + 2400 \cdot 0,882 = 14997$  грн.

Таким чином, задача вирішена методами лінійного програмування. Тепер вирішимо її в сітьовій структурі. Початковий модуль представлений в табл. 6.3. Результат роботи програми ПОТІК представлений в табл. 6.4 Відзначимо, що оптимальне рішення має негативну вартість. Це означає, що при оптимальній організації процесу розробки ОТЗ прибуток збільшуватиметься, оскільки витрати позитивні, а ціни негативні. Значення цільової функції  **$L(x)=1556000$** .



## Продовження таблиці .6.2

## Передостання ітерація (п'ята)

$z_j$	$P_0$	$X_0$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$
12,4	$X_4$	0,8935	0	0,655		1	0,013	-0,013	-0,2	0,2				0,86	
0	$X_{10}$	0,0906	0	0,082			0,019	-0,019	-0,05	0,05		1		0,216	
0	$X_9$	1,25		24,2			1,5	-1,5			1			1,25	
49,6	$X_1$	0,9094	1	-0,082			-0,019	0,019	0,05	-0,05				-0,216	
0	$X_{11}$	1		1									1		
21,5	$X_3$	1			1									1	
0	$X_{13}$	0,107		-0,655			-0,013		0,2	-0,2				0,856	1
	M	77,67	0	0			M	0	M					0	
				3,63			-0,77							0,17	

## Остаточне вирішення M - задачі

$z_j$	$P_0$	$X_0$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$
21,4	$X_4$	0,882													
0	$X_{10}$	0,075													
0	$X_9$	0,833													
49,6	$X_1$	0,925													
0	$X_{11}$	1													
21,5	$X_3$	1													
0	$X_{13}$	0,1182													
	M	78,32	0	16,13	0	0	0	1,14	0		0,51	0	0	0,816	0

Таблиця 6.3

## Рішення задачі двоїтим симплекс-методом

$Z_j$	$P_0$	$X_0$	49,6 $X_1$	0,4 $X_2$	21,5 $X_3$	12,4 $X_4$	0 $X_5$	0 $X_6$	0 $X_7$	0 $X_8$	0 $X_9$	0 $X_{10}$	0 $X_{11}$
0	$X_5$	- 100	- 64	- 5,2	- 27,5	- 16	1						
0	$X_6$	- 15	- 4	- 3,6	- 6	- 6		1					
0	$X_7$	150	96	32	40	24			1				
0	$X_8$	1	1							1			
0	$X_9$	1		1							1		
0	$X_{10}$	1			1							1	
0	$X_{11}$	1				1							1
		0	- 49,6	- 0,4	- 21,5	- 12,4	0	0	0	0	0	0	0

## Оптимальне рішення двоїтим симплекс-методом

$Z_j$	$P_0$	$X_0$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$	$X_{11}$
21,4	$X_4$	0,583											
0	$X_6$	1,496											
0	$X_5$	0,883											
49,6	$X_1$	1											
0	$X_9$	1											
21,5	$X_3$	1											
0	$X_{11}$	0,416											
		78,32	0	18,82	0	0	0	0	0,517	0	0	0,834	0

Таблиця 6.4

## Початкові дані для використання АВД

Кількість вузлів = 10

Кількість дуг = 25

<b>М</b>	<b>i - j</b>	<b>HI</b>	<b>LO</b>	<b>FLOW</b>
1	1 - 2	9600	0	0
2	1 - 3	3200	0	0
3	1 - 4	4000	0	0
4	1 - 5	2400	0	0
5	2 - 6	М	0	- 120
6	2 - 7	М	0	- 160
7	2 - 8	М	0	- 80
8	2 - 9	М	0	- 60
9	3 - 6	М	0	- 120
10	3 - 7	М	0	- 160
11	3 - 8	М	0	- 80
12	3 - 9	М	0	- 60
13	4 - 6	М	0	- 120
14	4 - 7	М	0	- 160
15	4 - 8	М	0	- 80
16	4 - 9	М	0	- 60
17	5 - 6	М	0	- 120
18	5 - 7	М	0	- 160
19	5 - 8	М	0	- 80
20	5 - 9	М	0	- 60
21	6 - 10	М	9600	0
22	7 - 10	М	0	0
23	8 - 10	М	4000	0
24	9 - 10	М	1400	0
25	10 - 1	15000	15000	0



Таблиця 6.5

Аналіз результатів розрахунку за програмою ПОТІК

<b>M</b>	<b>i - j</b>	<b>HI</b>	<b>LO</b>	<b>FLOW</b>	<b>COST</b>
1	1 - 2	9600	0	9600	0
2	1 - 3	3200	0	3200	0
3	1 - 4	4000	0	2200	0
5	2 - 6	9999999	0	4200	- 120
7	2 - 8	M	0	4000	- 80
8	2 - 9	M	0	1400	- 60
9	3 - 6	M	0	3200	- 120
13	4 - 6	M	0	2200	- 120
21	6 - 10	M	9600	9600	0
23	8 - 10	M	4000	4000	0
24	9 - 10	M	1400	1400	0
25	10 - 1	15000	15000	15000	0

Цільова функція прямої задачі визначено наступним чином

$$Z(f) = \sum C_{ij} f_{ij} = 4200 \cdot (-120) + 4000 (-80) + 1400 (-60) + 3200 \cdot (-120) + 2200 (-120) = - 1556000$$

Дані для визначення  $Z(f)$  взято із табл. 6.5, графи FLOW і COST

Визначимо цільову функцію  $Z(x)$  двоїстої задачі, при цьому вони визначаються наступним чином.

$$\text{Двоїсті змінні для } F_{ij} - \alpha_{ij} = \max(0, \pi_j - \pi_i - C_{ij}) = 0.$$

$$\text{Для } L_{ij} - \delta_{ij} = \max(0, \pi_i - \pi_j + C_{ij}), \delta_{6-10} = (0, 40 - 0 - 0) = 40$$

$$\delta_{8-10} = (0, 80 - 0 - 0) = 80, \delta_{9-10} = (0, 100 - 0 - 0) = 100$$

$$\delta_{10-1} = (0, 0 - 100 - 0) = - 100.$$

Цільова функція двоїстої задачі визначиться таким чином

$$Z(x) = \sum F_{ij} \alpha_{ij} - \sum L_{ij} \delta_{ij} = 0 - (40 \cdot 9600 + 80 \cdot 4000 + 100 \cdot 1400) - 160 \cdot 15000 = 2400000 - 844000 = 1556000.$$

Результати рішення співпадають.

Слід зазначити, що проблемі моделювання таких процесів не приділено належної уваги, і вона залишається важко вирішуваною. Тут труднощі полягають в різній розмірності показників, а задача має сенс тільки як однопродуктова.

## 7. ЛІТЕРАТУРА

1. Абрамов Л. И., Манаенкова Э. А. Организация и планирование строительного производства. Управление строительной организацией: Учебник для вузов. - М.: Стройиздат, 1990. - 400 с.: ил.
2. Атаев С. С., Золотницкий Н. Д., Бондарик В. А.,.Технология строительного производства: Учебник для вузов / Ред. Атаев С - 2-е изд., доп. -М.: Стройиздат, 1977. – 384 с.: ил
3. Афанасьев А. А., Арутюнов С. Г., Афонин И. А., Вильман Ю. А., Технология возведения полносборных зданий: Учебник для вузов / Ред. Афанасьев А. - М.: АСВ, 2002. - 359 с.: ил.
4. Атаев С. С., Данилов Н. Н., Прыкин Б. В. Технология строительного производства: Учебник для вузов / М.: Стройиздат, 1984. - 559 с.: ил.
5. Белецкий Б. Ф.Технология строительных и монтажных работ: Учебник для вузов. - М.: Высшая школа , 1986. - 384 с.: ил.
6. Варезкин В. А., Нанасов П. С., Нижниковский Г. С., Ред. Варезкин В. А. Организация, планирование и управление проектированием и строительством: Учебник для вузов М.: Стройиздат, 1980. - 215 с.
7. Губень П.І. Проблеми ціноутворення в умовах ринкових відносин та шляхи їх подолання. – „Вісник Академії будівництва України”. 2000, № 8. с.19-22.
8. Дикман Л.Г. Организация и планирование строительного производства. – М.: Высшая школа, 1988. – 559 с.
9. Зарецкая В.Г. Современные проблемы управления оборотными средствами строительной организации – „Экономика строительства”, 2000, № 7. с.2-10
- 10.Канторер С. Е., Луцкий С. Я., Поршев А. Г., Ред. Атаев С. С.,Канторер С. Е. Технология и механизация строительного производства. В 2 ч.: Учебник для вузов /. - М.: Высшая школа , 1983. - Ч.1 312 с; - Ч.2 - 359 с.

11. Кирнос В. М. и др. Организация строительства: Учеб. пособие / Кирнос В. М., Залунин В. Ф., Дадиверина Л. Н. - Дн-вск: Пороги, 2005. - 309 с.:
12. Кузнецов Ю.П., Б.В. Прыкин, И.Г. Резниченко. Проектирование земляных и монтажных работ. Киев –Донецк, «Вища школа», 1981.
13. Косоруков И. И. и др. Проектирование организации производства строительно-монтажных работ в гражданском строительстве: Учеб. пособие для вузов / Косоруков И. И., Райхенберг С. М., Клименко С. Д., Ред. Косоруков И. И. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1980. - 264 с.: ил
14. Марионков К. С. Основы проектирования производства строительных работ: Учеб. пособие для вузов. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: Стройиздат, 1980. - 231 с.: ил.
15. Нижниковский Г. С., Резниченко П. Т. Технология монтажа металлических конструкций: Учебник для вузов. - К.: Вища школа, 1981. - 232 с.: ил.
16. Никонов Н. Н. Большепролетные покрытия. Анализ и оценка: Учеб. пособие для вузов. - М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 1998. - 432 с.: ил.
17. Организация, планирование и управление строительным производством./ под ред. проф. И. Г. Галкина. – М.: Высшая школа, 1988. – 496 с.
18. Организация и планирование строительства. Учебник./ Под ред. Ушацкого С. А. – К.: Урожай, 1993. – 432 с.
19. Організація зведення та реконструкції будівель і споруд. Навч. посібник./ За ред. С.А. Ушацького. – К.: Вища школа, 1992.- 183с.
20. Отсочная З. В., Матузенко Е. В. Организация капитального строительства: Учеб. пособие. - М.: Информационно-внедренческий центр "Маркетинг", 2000. - 136 с.
21. Организация, экономика и управление строительством : (Специальный курс): Учеб. пособие / Ред. Цай Т. Н. - М.: Стройиздат, 1984. - 367 с.

22. Педан М. П. и др. Управление экономикой строительства: Справочник / Педан М. П., Рогожин П. С., Скурский Н. А. - К.: Выща школа, 1990. - 534 с.
23. Притула С. Ф. Технологія будівельних процесів: Навч. посібник / Міністерство освіти України; ЗДІА. - К.: ІЗМН, 1996. - 140 с.: іл.
24. Пищаленко Ю. А. Технология возведения зданий и сооружений: Учебник для вузов. - К.: Вища школа, 1982. - 192 с.: ил.
25. Радкевич А.В., Павлов І.Д. Багатоцільові моделі організації капітального відновлення об'єктів: Монографія. – Дніпропетровськ, 2003. – 225 с.
26. Снежко А. П., Батура Г. М. Технология строительного производства: Курсовое и дипломное проектирование: Учеб. пособие для вузов. - К.: Выща школа, 1991. - 199 с.: ил.
27. Сытник И. П. Организация, планирование и управление строительством: Учебник для вузов. - К.: Вища школа, 1978. - 375 с.: ил.
28. Технологія будівельного виробництва: Підручник / В.К. Черненко та ін.; За ред. В.К. Черненка, М.Г. Ярмоленка. – К.: Вища школа, 2002. – 430 с.
29. Технологія будівельного виробництва: Підручник /М.Г. Ярмоленко, В.І. Терновий, М.А. Скрипник та ін.; - К.: Вища шк., 1993. – 303 с.
30. Технология строительных процессов; учеб /А.И. Афанасьев, Н.Н. Данилов, В.Д. Копылов и др.; под ред. Н.Н. Данилова, О.М. Терентьева- 2-е изд. Перер – М. Высш. Шк., 2000 – 464 с.: ил.
31. Технология строительного производства курсовое и дипломное проектирование. Учеб. Пособие для строительных спец. Вузов С.К. Хамзин, А.К. Карасев /- М. Высш. Шк.- 1989 – 216 с.: ил.
32. Технологія будівельного виробництва: Підручник для студ. внз /. Ред. Ярмоленко М. Г. - 2-ге вид., перероб. і доп. - К.: Вища школа, 2005. - 341 с.: іл.
33. Технология возведения зданий и сооружений: Учебник для вузов / Ред. Теличенко В. И., Лapidус А. А., Терентьев О. М. - (Строительные технологии). М.: Высшая школа, 2001. - 320 с.: ил.

- 34.Технология строительного производства: Учебник для вузов / Ред. Бадьин Г. М.,Мещанинов А. В.- 4-е изд. - Л.: Стройиздат, 1987. - 605 с.: ил.
- 35.Технология строительного производства: Учебник для вузов / Ред. Литвинов О. О.,Беляков Ю. И. К.: Вища школа, 1985. - 479 с.
- 36.Технология, механизация и автоматизация строительства: Учебник для вузов / - Ред. Атаев С. С. М.: Высшая школа , 1990. - 591 с.: ил.
- 37.Технология и организация строительного производства: Учебник для вузов / Ред. Галкин И. Г. -М.: Высшая школа , 1981. - 488 с.: ил
- 38.. Трушкевич А. И. Организация и управление строительством: Учеб. пособие для вузов. -Мн.: Высшая школа, 1989. - 269 с.: ил
- 39.Чистов Л. М.Экономика строительства: Учеб. пособие. - (Ключевые вопросы).СПб.: Питер, 2002. - 252 с.: ил. -
- 40.Швиденко В. И. Монтаж строительных конструкций: Учеб.пособие для вузов. - (ПГС: Промышленное и гражданское стр-во). М.: Высшая школа , 1987. - 423 с.: ил
- 41.Шрейбер А. К., Абрамова Л. И., Гусаков А. А. Организация и планирование строительного производства: Учебник для вузов / Ред. Шрейбер А. К. М.: Высшая школа , 1987. - 367 с.: ил.
- 42.Экономика строительства: Учебник / Под общей ред. И.С. Степанова. – 3 – е изд., доп., и перераб. – М.: Юрайт-Издат, 2005. – 620 с.

## 7.1 ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Арутюнян І.А, Н.О. Данкевич. «Економіка будівництва». Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. Запоріжжя, 2006.
2. .Арутюнян І.А, Н.О. Данкевич. «Економіка будівництва». Конспект лекцій. Запоріжжя, 2006.
3. .Арутюнян І.А, Н.О. Данкевич. «Економічна діяльність будівельних організацій» Конспект лекцій. Запоріжжя, 2007.

4. .Арутюнян І.А, Н.О. Данкевич. «Дипломне проектування». Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломного проекту. Запоріжжя, 2005.
5. ДБН А.3.1-5-96. Організація будівельного виробництва. – К.: Держ. Комітет України справах., 1996.
6. ДБН Д.2.2.-99. Ресурсные элементные сметные нормы на строительные работы. Сб. 1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 27. – К.: Госстрой Украины, 2000.
7. 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.
8. ЕНиР сб.1-40 М.: Стройиздат, 1988.- 179 с.
9. Единичные расценки Украины (ЕРУ – 97) ДБН, К. – 2001 (1 – 25).
- 10.Збірник “Ціноутворення у будівництві” № 11, листопад 2000.
- 11.Лист Державного комітету України з будівництва та архітектури, щодо індексів зміни ринкової вартості будівельно монтажних робіт, продукції промислового виробництва, опосередкованої вартості будівництва об'єктів соціального призначення.
- 12.Методичні вказівки до виконання курсового проекту на тему «Монтаж надземної частини будівлі» для студентів ЗДІА спеціальності 7.092101 „Промислове та цивільне будівництво”,7.092103 „Міське будівництво та господарство” / Укл.: М.К. Шаровар, – Запоріжжя, 2002. – 40 с.
- 13.Методичні вказівки до виконання курсового проекту «Технологія розробки, переміщення й укладання ґрунту з елементами бетонування фундаментів”. Частина II. Бетонні роботи /Укладачі: Штенгелова Т.І., Данкевич Н.О. – Запоріжжя: ЗДІА, 2001., - 50 с.
- 14.Методичні вказівки до виконання курсового проекту «Технологія розробки, переміщення й укладання ґрунту з елементами бетонування фундаментів”. Частина I. Земляні роботи /Укладачі: Шаровар М.К., Штенгелова Т.І., Данкевич Н.О. – Запоріжжя: ЗДІА, 2002., - 60 с.

15. Зведення і монтаж будівель та споруд. Методичні вказівки до виконання практичних та контрольних робіт для студентів ЗДІА спеціальності 7.092101 „Промислове та цивільне будівництво”, 7.092103 „Міське будівництво та господарство” / Укл.: М.К. Шаровар, М.Д. Терех, Н.О. Данкевич – Запоріжжя, 2006. – 41 с.
16. Методичні вказівки до виконання курсового та дипломного проектів за темою “Організація та планування будівництва об’єктів і комплексів”./ авт. Павлов І. Д., д.т.н., проф.; Пшегорлінська О. А. – Запоріжжя, ЗДІА, 2001. – 56с.
17. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни “Організація та планування будівництва”./ авт. Павлов І. Д., д.т.н., проф.; Пшегорлінська О.А. – Запоріжжя, ЗДІА, 2002.
18. Організація зведення і реконструкції будівель та споруд; Навч. посібн./ С. А. Ушацький, В. Г. Лубенець та інші.; - К.: Вища школа, 1992. – 183 с.
19. Посібник з розробки проекту організації будівництва й проекту виконання робіт (до ДБН А.3.1-596). – К.: Укрархбудінформ, 1997. – 105 с.
20. Павлов І. Д. Оптимальні моделі організації будівельного виробництва – К.: ІСД, 1993. – 220 с.
21. Ресурсные элементные сметные нормы на строительные работы. ДБН Д. 2.2-7-99, Госстрой Украины,. – К., 2000.
22. СНиП III–4-80\* Техника безопасности в строительстве. Правила производства и приёмки работ. М., Стройиздат, 1983.
23. Технологические схемы возведения одноэтажных промышленных зданий. – М.: ЦНИИОМТП, 1986.  
Выпуск 1. Устройство подземной части  
Выпуск 2. Монтаж подземной части  
Выпуск 3. Устройство кровли. покрытия полов, отделка поверхностей и остекление
24. Технологические карты на производство штукатурных работ. – М.: ЦНИИОМТП, 1989.