

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЧЕРНІГІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

## **ТЕОРІЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ**

**Методичні вказівки до практичних занять  
та самостійної роботи студентів  
напряму підготовки «Менеджмент»  
всіх форм навчання**

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**  
на засіданні кафедри менеджменту  
інноваційної діяльності та  
державного управління  
Протокол № 11 від 11.02.2016 р.

**Чернігів ЧНТУ 2016**

Теорія прийняття рішень. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи студентів з напрямку «Менеджмент» всіх форм навчання / Укладачі: Бутко М.П., Оліфіренко Л.Д., Задорожна С.М., Самійленко Г.М., Іванова Н.В., Шабардіна Ю.В. – Чернігів: ЧНТУ, 2016. – 100 с.

Укладачі: БУТКО МИКОЛА ПЕТРОВИЧ, доктор економічних наук, професор  
ОЛІФІРЕНКО ЛІЛІЯ ДМИТРІВНА, доктор наук з державного управління, професор  
ЗАДОРОЖНА СВІТЛАНА МИКОЛАЇВНА, кандидат економічних наук, доцент  
САМІЙЛЕНКО ГАЛИНА МИКОЛАЇВНА, кандидат економічних наук, доцент  
ІВАНОВА НАТАЛІЯ ВОЛОДИМИРІВНА, кандидат економічних наук, доцент  
ШАБАРДІНА ЮЛІЯ ВОЛОДИМИРІВНА, кандидат економічних наук, доцент

Відповідальний за випуск: БУТКО МИКОЛА ПЕТРОВИЧ, завідувач кафедри менеджменту інноваційної діяльності та державного управління, доктор економічних наук, професор

Рецензент: ОЛІЙЧЕНКО ІГОР МИХАЙЛОВИЧ, доктор наук з державного управління, професор кафедри менеджменту інноваційної діяльності та державного управління Чернігівського національного технологічного університету

## ЗМІСТ

Вступ .....	4
1 Практичне заняття № 1. Алгоритм прийняття рішень або "дерево" рішень і аналіз їх чутливості .....	6
2 Практичне заняття №2. Прийняття рішень в умовах невизначеності.....	20
3 Практичне заняття №3. Прийняття рішень в умовах ризику .....	32
4 Практичне заняття №4. Економія дефіцитних матеріалів.....	39
5 Практичне заняття №5. Задача Канторовича для одного "верстата".....	45
6 Практичне заняття №6. Оптимізація завантаження двох "верстатів".....	51
7 Практичне заняття №7. Оптимізація планування методами теорії розкладів .....	54
8 Практичне заняття №8. Задачі динамічної оптимізації .....	62
9 Практичне заняття №9 Ділова гра „Прийняття управлінських рішень”...	66
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	71
ДОДАТКИ.....	74

## ВСТУП

Наростання процесів глобалізації та змагання за лідерство у світовому конкурентному просторі вимагають адаптації суб'єктів господарювання, органів державного управління до нових умов і, в першу чергу, за таким основним інтегрованим показником конкурентної переваги, як ефективність прийнятих управлінських рішень.

Управління компаніями та організаціями являє собою процес прийняття стратегічних та оперативних рішень та їх реалізацію шляхом визначення кількісних показників та відповідного оцінювання за обраними критеріями ефективності. Багаточисельні дослідження показують, що основним ресурсом щодо підвищення ефективності управлінських рішень виступає розвиток людського потенціалу на основі трансагентської участі персоналу у процесах управління та тих змінах, що відбуваються у компаніях чи організаціях.

Особливе місце у процесі прийняття управлінських рішень займає управлінська технологія. Впровадження інновацій, гнучкості та адаптивності компанії сприяє появі не тільки нових конкурентоспроможних товарів, послуг, бізнес-процесів, але й нових видів діяльності, що вирішує проблеми дефіциту ресурсів і соціальної напруги у колектив, стає запорукою розвитку громадянського суспільства.

Отже, чітко виражена необхідність системної інтеграції ринкової інфраструктури, науки, освіти і виробництва вимагають використання активних методів навчання як їх методологічної основи. Ці методи є евристичними по змісту, оскільки передбачають застосування елементів безпосередньої діяльності в аудиторії, самостійності щодо опанування навчального матеріалу; динамічний характер викладення та вивчення теоретичного матеріалу; спостереження або дослідження процесів та об'єктів, що вивчаються; проблемну постановку завдань з варіаціями умов та обмежень у процесі їх вирішення.

При вивченні дисциплін за тематикою теорії розробки та прийняття управлінських рішень студенти повинні оволодіти методами обґрунтування управлінських рішень, використовуючи категоріальний апарат даного наукового напрямку, ознайомитись з методичними підходами до розробки управлінських рішень, підходами до розв'язання основних типів задач, сучасними методами оптимізації та пошуку ефективних рішень.

Практичні заняття і ситуації передбачають вирішення завдань за визначеною методикою та алгоритмом або комплекс однорідних за тематикою задач, які доповнюють і розкривають сутність виробничих проблем. Такий підхід дозволяє синтезувати взаємозв'язок та єдність цільової функції виробництва, умов її реалізації та обмежень. Саме тому усі розділи практичних занять мають єдину структуру: мету заняття, вихідні теоретичні положення, методичні вказівки, характеристику окремих ситуацій, порядок їх вирішення, приклади розрахунків і вимоги щодо самостійного опанування матеріалу. Необхідність включення короткого змісту теоретичних відомостей і методичних вказівок до кожного практичного заняття визначено

функціональними особливостями, які допомагають розкрити й усвідомити стрижневу функцію управління, напрями розвитку виробничих процесів і програмують звернення до інших функцій менеджменту, а також тим, що практичні заняття можуть випереджати лекційні. Студенти отримують приклади вихідних даних за варіантами видають студентам на початку практичного заняття. Вихідні дані можуть бути скориговані залежно від галузевих особливостей виробничих процесів, що розглядаються.

Важливими характеристиками управлінських завдань є їхня складність, динамізм, транспарентність, вплив на них факторів ризику. Зрозуміло, що найбільшій складності набуває вирішення саме складних, відкритих, динамічних завдань, в умовах ризику. Однак, по-перше, багато реальних управлінських задач можуть бути досить адекватно представлені як статичні детерміновані завдання. По-друге, загальний механізм, вирішення цих завдань є основою для розв'язання більш складних задач – динамічних, в умовах невизначеності. По-третє, існуюча управлінська практика далеко не завжди повною мірою та ефективно використовує й порівняно прості методи розв'язання статичних детермінованих завдань. Активне застосування даних методів дозволяє істотно підвищити ефективність рішень, які приймаються.

Представлені методичні вказівки мають реконструктивно-варіантний характер з елементами завдань пошукового та дослідницького типу, що дозволяє створити у процесі навчання необхідні передумови для поступової трансформації контролю в самоконтроль, менеджменту – у самоменеджмент, навчання – в самонавчання тощо. Таким чином, у студентів формується досвід поелементного проектування системи менеджменту і реалізації ідей у вигляді комплексного рішення управлінських завдань, які вивчаються та досліджуються.

## Практичне заняття № 1

### АЛГОРИТМ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ АБО “ДЕРЕВО” РІШЕНЬ ТА АНАЛІЗ ЧУТЛИВОСТІ

#### *1.1 Мета:*

- 1) ознайомитись з типологією побудови „дерева” рішень;
- 2) проаналізувати процес прийняття рішення в умовах невизначеності;
- 3) оцінити економічні наслідки прийняття рішення та прийняти оптимальне рішення в залежності від господарської ситуації.

#### *1.2 Теоретичні відомості*

В реальних умовах управління процес прийняття рішень має ланцюговий характер. Тобто, коли результат одного рішення змушує приймати наступне і т.д. Цю послідовність не можна виразити табличним методом, а тому використовують метод графів, який більш повно відображає процес прийняття управлінських рішень. Застосовуючи методи графів, будується "дерево" рішень, доцільність якого визначається прийняттям кількох рішень в умовах невизначеності, коли кожне рішення залежить від результату попереднього або наслідків дослідження. "Дерево" рішень складається із "стовбура" і "гілок", що відображають структуру проблеми: зліва направо. "Гілки" позначають можливі альтернативні рішення, що можуть бути прийняті, і можливі наслідки, що виникають у результаті цих рішень. На схемі використовують два види "гілок": перший – пунктирні лінії, що з'єднують квадрати можливих рішень, другий – суцільні лінії, що з'єднують кружки можливих наслідків.

Квадратні "вузли" позначають момент, коли приймається рішення, круглі "вузли" – появу наслідків. Через відсутність змоги впливати на появу наслідків особі, що приймає рішення, залишається лише обчислювати ймовірність їхньої появи.

Коли всі рішення і їх наслідки зазначені на "дереві" відображені, то прораховується кожний з варіантів, і наприкінці проставляється його грошовий прибуток. Усі витрати, що викликані рішенням, проставляються на відповідній "гілці".

Рішення, що приймаються за допомогою „дерева”, залежать від ймовірностей результатів. Чутливість рішення визначається розміром зміни ймовірностей. Вибираючи рішення, необхідно знати, наскільки рішення залежить від зміни ймовірностей, а відтак – наскільки можна покладатися на цей вибір.

Розглянемо приклади.

*Приклад розрахунку однорівневого „дерева” рішень*

**Приклад 1.1** Для фінансування проекту підприємцю потрібно зайняти терміном на один рік 15000 грн. Банк може позичити йому ці гроші під 15% річних або вкласти в справу з 100%-вим поверненням суми, але під 9% річних. З минулого досвіду банкіру відомо, що 4% таких клієнтів позику не повертають. Що робити? Давати йому позику чи ні?

Дана ситуація є прикладом задачі з одним рішенням, тому можна скористатися як таблицею прибутків, так і "деревом". Розглянемо обидва варіанти.

**Рішення а)** – за таблицею прибутків (табл. 1.1).

Максимізуємо чистий прибуток, який очікується наприкінці року, що являє собою різницю суми, яку отримано наприкінці року, і інвестованої з початку справи. Таким чином, якщо позика була видана і повернута, то чистий прибуток складе:

$$\text{Чистий прибуток (ЧП)} = ((15000 + 15\% \text{ від } 15000) - 15000) = 2250 \text{ грн.}$$

Таблиця 1. 1 – Чистий прибуток наприкінці року, грн

Можливі наслідки	Можливі рішення		Імовірність
	видавати позичку	не видавати позичку	
Клієнт позичку повертає	2250	1350	0,96
Клієнт позичку не повертає	-15000	1350	0,04
Очікуваний чистий прибуток	1560	1350	

Якщо банк вирішує видати позичку, то максимальний очікуваний чистий прибуток дорівнює 1560 грн.

**Рішення б)** – за "деревом" рішень.

У даному випадку також використовуємо критерій максимізації чистого прибутку, що очікується наприкінці року.

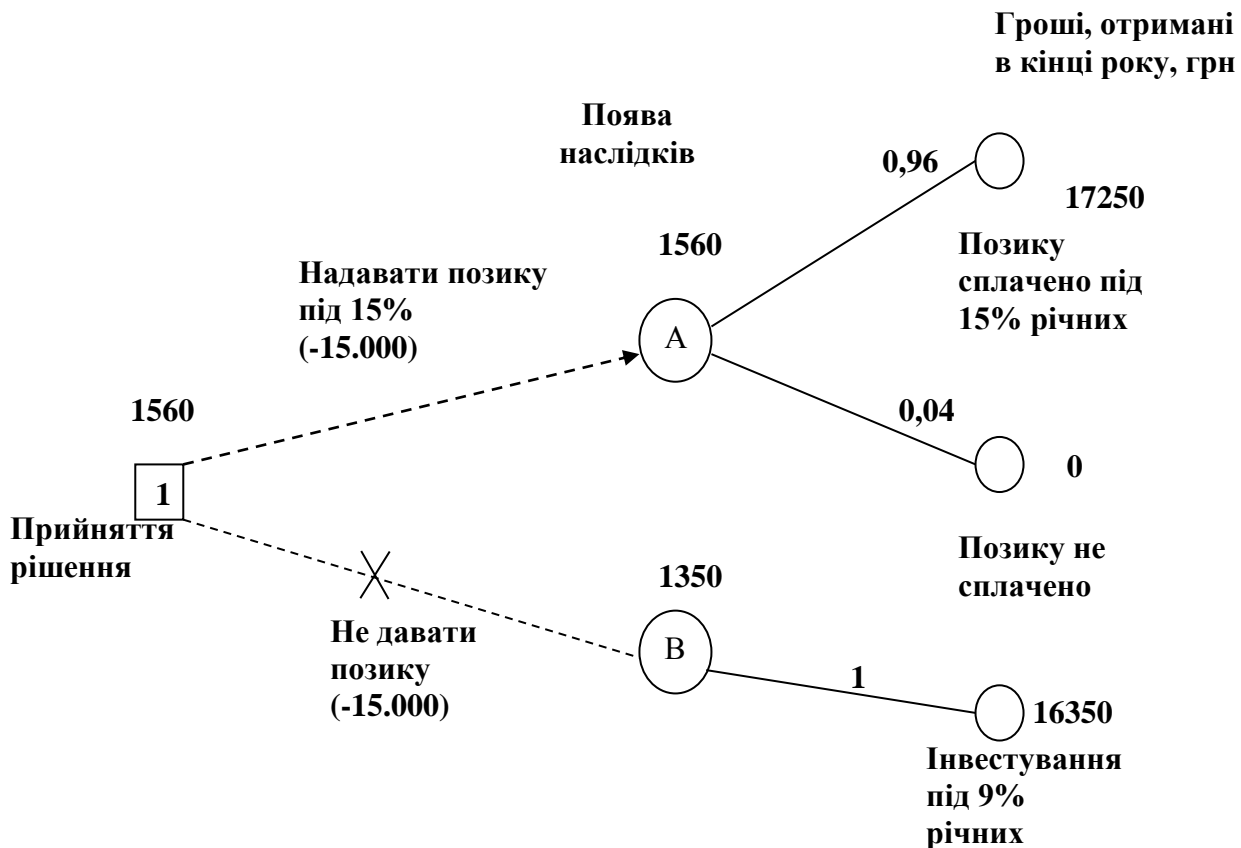


Рисунок 1.1 – Схема "дерева" рішень

Далі розрахунок ведеться аналогічно розрахункам по таблиці доходів.

Очікуваний чистий прибуток у кружках А і В обчислюється наступним чином:

у кружку А:

$$\text{ЧП (давати позику)} = (17250 \times 0,96 + 0 \times 0,04) - 15000 = 1560 \text{ грн};$$

у кружку В:

$$\text{ЧП (не давати позику)} = (16350 \times 1,0 - 15000) = 1350 \text{ грн}.$$

Оскільки очікуваний чистий прибуток більший у випадку А, то приймається рішення видати позику.

### *Приклад розрахунку дворівневого "дерева" рішень*

**Приклад 1.2.** Розглянемо ситуацію більш складну, ніж у попередньому прикладі. Банк вирішує питання, чи перевіряти платоспроможність клієнта перед тим, як видавати позику, але аудиторська фірма бере з банку 80 грн за кожну перевірку.

У результаті цього перед банком постає дві проблеми: перша – чи проводиться перевірка аудиторською фірмою, друга – видавати позику чи ні після рекомендацій аудиторської фірми?

Вирішуючи першу проблему, банк перевіряє правильність даних аудиторської фірми. Для цього вибираються 1000 випадків, що були перевірені і яким згодом видавалися позики (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Рекомендація аудиторської фірми і повернення позики, випадків

Рекомендації після перевірки кредитоспроможності	Фактичний результат		
	Клієнт позику повернув	Клієнт позику не повернув	Усього
Давати позику	735	15	750
Не давати позику	225	25	250
Усього	960	40	1000

Яке рішення повинен прийняти банк?

### ***Рішення 1.2***

1) Побудуємо "дерево" (рис. 1.2). Імовірності проставляються за даними наступного пункту.

2) Використовуючи дані табл. 1.2, обчислимо імовірність кожного результату:

$$p(\text{клієнт позику поверне; фірма рекомендувала}) = 735/750 = 0,98;$$

$$p(\text{клієнт позику не поверне; фірма рекомендувала}) = 15/750 = 0,02;$$

$$p(\text{клієнт позику поверне; фірма не рекомендувала}) = 225/250 = 0,9;$$

$$p(\text{клієнт позику не поверне; фірма не рекомендувала}) = 25/250 = 0,1.$$



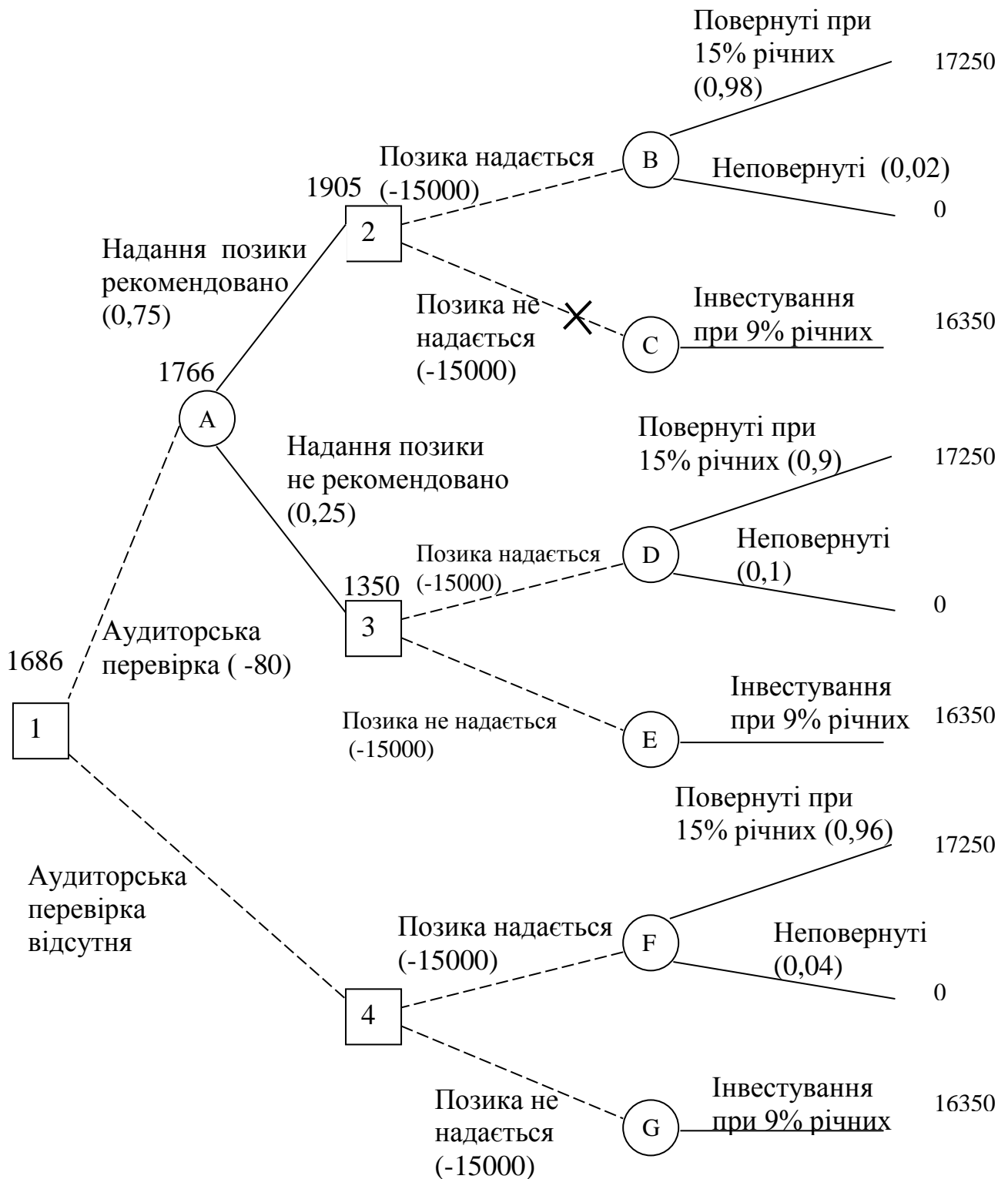


Рисунок 1.2 – Схема дворівневого “дерева” рішень, грн

3) На цьому етапі зліва направо проставимо грошові результати кожного з "вузлів", використовуючи кінцеві результати, отримані раніше. Будь-які витрати, що зустрічаються, віднімаємо з очікуваних доходів. У такий спосіб розрахуємо все "дерево", опираючись на раніше отримані результати. Після

того, як пройдені "квадрати" рішень, вибирається "гілка", що веде до найбільшого з можливих, при даному рішенні, очікуваному прибутку. Інша "гілка" закреслюється, а очікуваний прибуток проставляється над "квадратом" рішення.

Спочатку подивимося на „кружки” результатів В і С, що є наслідком „квадрата” 2 (чи видавати позику клієнту?).

Прибуток, що очікується від результату В:

$$\Pi (B) = 17250 \text{ грн} \times 0,98 + 0 \times 0,02 = 16905 \text{ грн},$$

чистий прибуток:

$$\text{ЧП} (B) = 16905 - 15000 = 1905 \text{ грн.}$$

Прибуток, що очікується від результату С:

$$\Pi (C) = 16350 \text{ грн} \times 1,0 = 16350 \text{ грн},$$

чистий прибуток:

$$\text{ЧП} (C) = 16350 - 15000 = 1350 \text{ грн.}$$

Припустимо, що ми зараз у „квадраті” 2. Максимальний очікуваний прибуток становить 1905 грн, який знаходиться у „кружку” В. Тому приймаємо рішення видати позику.

Прийнявши рішення, корегуємо "дерево", проставивши чистий очікуваний прибуток у 1905 грн над „квадратом” 2. "Гілка" – не давати позики – закреслюється, як це показано на рис. 1.2.

Те ж саме проводимо з „кружками” наслідків D і E – результатами рішення 3.

Прибуток, що очікується від результату D:

$$\Pi (D) = (17250 \text{ грн} \times 0,9) + (0 \times 0,1) = 15525 \text{ грн},$$

чистий прибуток:

$$\text{ЧП} (D) = 15525 - 15000 = 525 \text{ грн.}$$

Аналогічно для результату E:

$$\Pi (E) = 16350 \text{ грн} \times 1,0 = 16350 \text{ грн},$$

чистий прибуток:

$$\text{ЧП} (E) = 16350 - 15000 = 1350 \text{ грн.}$$

Якби ми були у „квадраті” 3, то максимальний очікуваний прибуток дорівнював би 1350 грн і можна було б прийняти рішення не видавати позики. Тепер скорегуємо цю частину схеми: над „квадратом” 3 пишемо чистий очікуваний прибуток і приймаємо рішення видати позику.

Нарешті приступаємо до розрахунку „кружків” наслідків F і G, які є результатами рішення 4.

$$\Pi (F) = 17250 \times 0,96 + 0 \times 0,04 = 16560 \text{ грн};$$

$$\text{ЧП} (F) = 16560 - 15000 = 1560 \text{ грн};$$

$$\Pi (G) = 16350 \times 1,0 = 16350 \text{ грн};$$

$$\text{ЧП} (G) = 16350 - 15000 = 1350 \text{ грн.}$$

У „квадраті” 4 максимальний очікуваний чистий прибуток складає 1560 грн, а тому приймаємо рішення видати клієнту позику. Сума 1560 грн надписується над „квадратом” 4, а альтернативна "гілка" перекреслюється.

Тепер повернемося до „вузлів” А і 1. Використовуючи очікувані чисті прибутки над „квадратами” 2 і 3, розрахуємо математичне очікування для „вузла” А:

$$П(А) - (1905 \text{ грн} \times 0,75) + (1350 \text{ грн.} \times 0,25) = 1766 \text{ грн.}$$

Через те, що аудиторська перевірка коштує 80 грн очікуваний чистий прибуток становить:

$$ЧП (А) = 1766 - 80 = 1686 \text{ грн.}$$

Тепер можна проставити значення першого рішення „квадрата” 1 (чи необхідно банку скористатися аудиторською перевіркою?). У цьому „вузлі” максимальне математичне очікування – 1686 грн, а тому перекреслюємо альтернативну „гілку”.

На рис. 1.3 стрілками показана послідовність рішень, що веде до максимального чистого прибутку від „квадрату” 1: за умови використання аудиторської перевірки, якщо видача позики рекомендується аудиторською фірмою, тоді, у „квадраті” 2 приймається рішення видати позику, якщо надання позики не рекомендується, то у „квадраті” 3 – не видавати позику, а інвестувати гроші під 9% річні. „Дерево” остаточних рішень для прикладу 1.2 приведено на рис. 1.3.

**Приклад 1.3** Фірма «КОМ плюс», яка займається дослідженням ринку розраховує розширити свою діяльність, оснастивши персональними комп'ютерами персонал, що займається збиранням даних. Проблема тому купувати комп'ютери чи орендувати. Спрогнозувати ріст масштабів діяльності фірми в найближчі чотири роки не можна, але можливо розрахувати її значне, середнє і незначне зростання.

Імовірність значного росту масштабу діяльності в перший рік після установки комп'ютерів складає 0,6; середнього і незначного 0,3 і 0,1, відповідно. У наступні три роки ріст може оцінюватися як значний і незначний. Підраховано, якщо ріст значний у перший рік, то імовірність того, що він залишиться таким же і в наступні три роки дорівнює 0,75. Середній ріст першого року зміниться на незначний у наступні роки з імовірністю 0,5; а незначний таким же і залишиться з імовірністю 0,9. Чисті прибутки викликані змінами приведені у табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Чистий прибуток, грн

Ріст	Прибуток на кінець року, грн
Значний	20000
Середній	14000
Незначний	11000

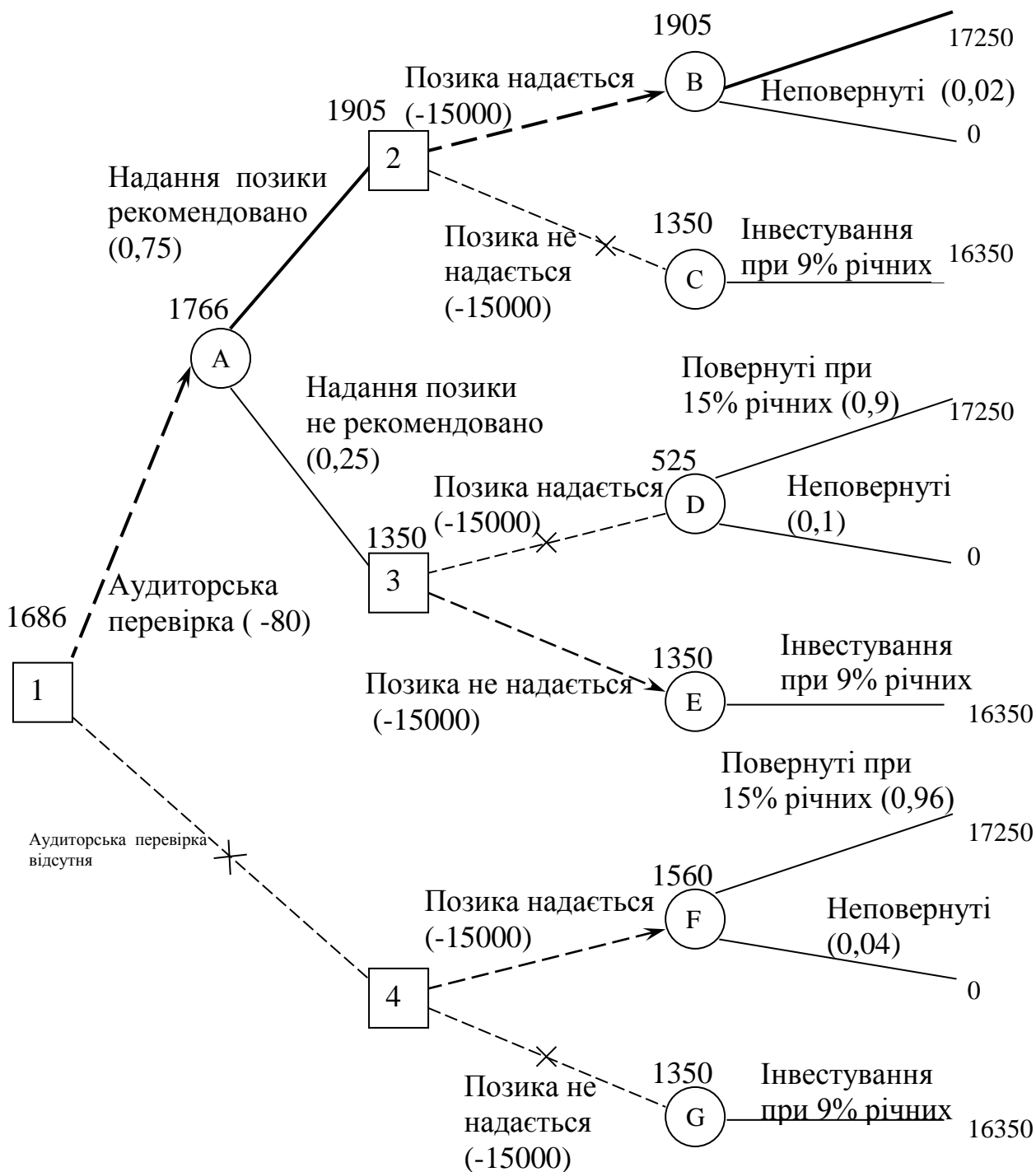


Рисунок 1.3 – Остаточна схема “дерева” рішень прикладу 1.2, грн

Вартість комп'ютерів – 35000 грн, умови оренди – первісний внесок 15000 грн. плюс 25% чистого наявного виторгу на кінець року. Компанія розраховує одержувати 12% річного прибутку на вкладений капітал.

Для того, щоб вирішити, чи потрібно фірмі купувати або орендувати комп'ютери, скористаємося „деревом”. Критерієм ухвалення рішення є максимізація очікуваного чистого виторгу з обліком 12% збільшення капіталу за рік.

### Рішення 1.3

1) Складаємо "дерево" для купівлі-оренди комп'ютерів.

Відзначимо, що обидві половини "дерева" – покупка й оренда – не залежать від початкових витрат, а залежать тільки від сум передбачуваного доходу, що розраховуються на кінцевому етапі.

2) Підраховуємо суми, що одержані за 1-4 роки роботи. Значення доходів, проставлені в крайній правій частині "дерева" – це доходи за 2-4 роки, що відповідають сьогоднішньому рівню доходів (табл. 1.3) з урахуванням 12%-вої річної надбавки, яку передбачає фірма.

Розраховуємо суми, які одержить компанія за 1-4 роки роботи.

Якщо наприкінці року компанія одержує  $A$  грн і розраховує на 12% річний приріст, то в такому випадку поточне значення  $A$  грн для 2-4 роки роботи дорівнює:

поточне значення:

$$A = \frac{A}{(1+0.12)^2} + \frac{A}{(1+0.12)^3} + \frac{A}{(1+0.12)^4} = A \left( \frac{1}{1.12^2} + \frac{1}{1.12^3} + \frac{1}{1.12^4} \right) = A * 2.1445.$$

Відповідно у "вузлі" 1, де  $A$  (прибуток за рік) повинен дорівнювати 20000 грн, поточне значення прибутку за 2-4 рр. з урахуванням 12% річних:

$$П_I = 20000 \text{ грн} \times 2,1445 = 42890 \text{ грн.}$$

Аналогічно для „вузла” J:

$$П_J = 11000 \text{ грн} \times 2,1445 = 23590 \text{ грн.}$$

Далі ці два значення розраховуються для вузлів від К до Т.

3) Використовуючи поточні значення прибутків, можна знайти математичне очікування наслідків у „вузлах” від С до Н. У наслідку С-очікування поточного прибутку за 2-4 роки. дорівнює:

$$\text{МОП}(C)_{2-4 \text{ рр.}} = (42890 \text{ грн.} \times 0,75) + (23590 \text{ грн} \times 0,25) = 38065 \text{ грн.}$$

На першому році роботи цій величині відповідає прибуток у 20000 грн, а поточна величина цієї суми дорівнює:

$$\frac{20000}{1.12} = 17.857 \text{ \textit{а\`д\`и}}$$

Відповідно, очікувана поточна вартість у "вузлі" С за 1-4 рр.:

$$\text{МОП}(C)_{1-4 \text{ рр.}} = 38065 + 17857 = 55922 \text{ грн.}$$

Наслідок у „вузлі” D, очікувана поточна вартість прибутку за 1-4 рр. при 12% річних, буде складати:

$$\text{МОП}(D)_{1-4 \text{ рр.}} = (42890 \times 0,5 + 23590 \times 0,5) + 14000/1,12 = 45740 \text{ грн.}$$

Наслідок у „вузлі” E, очікувана поточна вартість прибутку за 1-4 рр. при 12% річних, буде складати:

$$\text{МОП}(E)_{1-4 \text{ рр.}} = (42890 \times 0,1 + 23590 \times 0,9) + 11000/1,12 = 35341 \text{ грн.}$$

Аналогічно очікувані поточні величини прибутків у „вузлах” F, G, H, дорівнюють 55922 грн, 45740 грн та 35341 грн відповідно. На цьому розрахунки на правій стороні "дерева" закінчуються і можна почати розрахунки очікуваних прибутків в "вузлах" A і B. Для обох "вузлів" значення прибутків однакові.

$МОП(A) = МОП(B) = 55922 \times 0,6 + 45740 \times 0,3 + 35341 \times 0,1 = 50809$  грн.

Чистий очікуваний поточний прибуток з А при купівлі комп'ютерів складе:

$$МОП(A) = \text{очікувана поточна вартість} - \text{вартість покупки} = 50809 - 35000 = 15909 \text{ грн.}$$

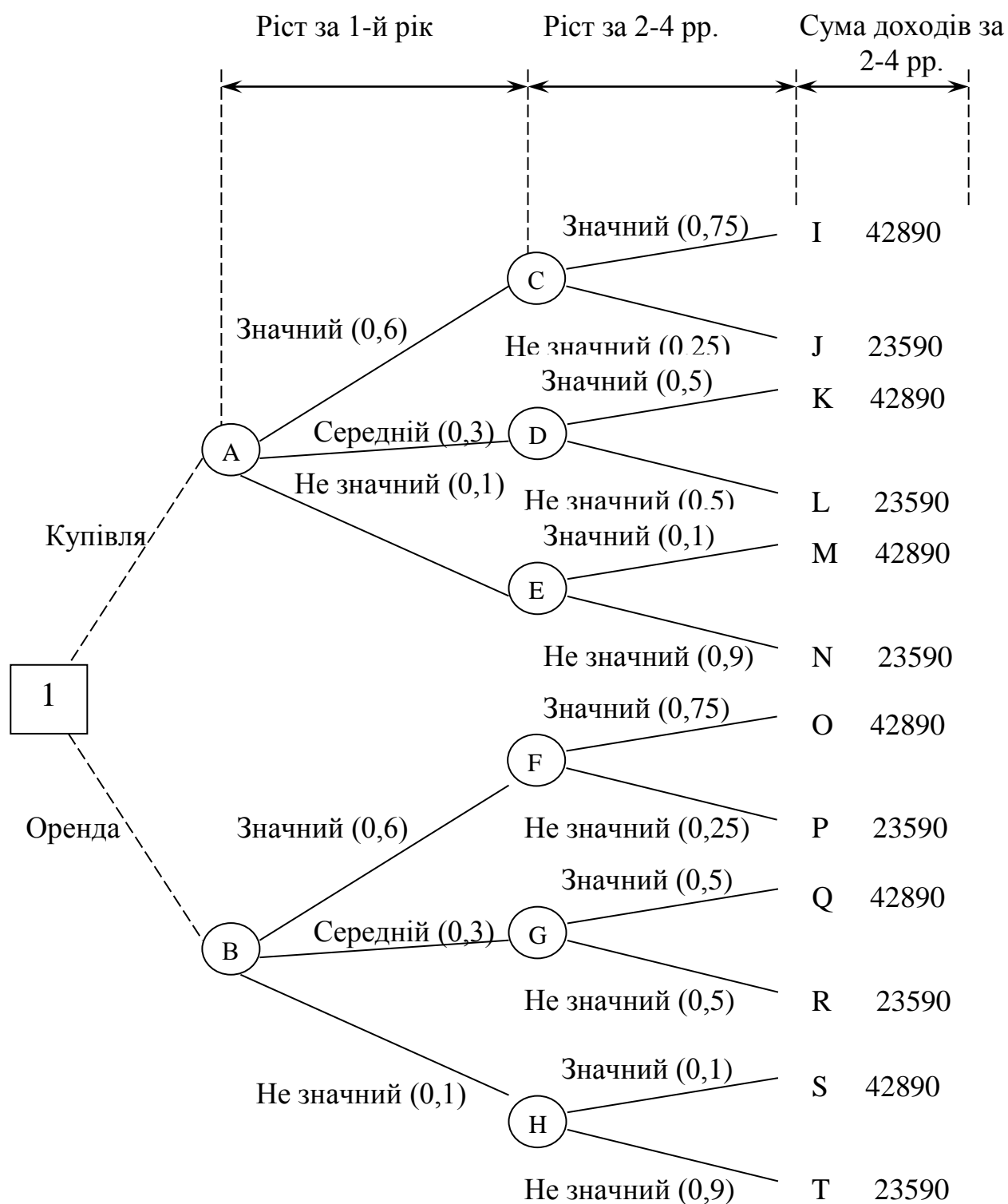


Рисунок 1.4 – Схема “дерева” рішень для купівлі-оренди комп'ютерів, грн

4) Для розрахунку очікуваної поточної вартості у "вузлі" В обчислимо вартість оренди – 15000 грн, що виплачуються відразу, плюс 25% чистого річного притоку готівки. Очікувана поточна величина чистого приходу готівки складає 50809 грн. Отже, очікувана поточна величина вартості оренди дорівнює:  $15000 + 25\% (50809) = 15000 + 12702 = 27702$  грн.

Звідси, чиста очікувана поточна вартість по результату В (якщо комп'ютери будуть узяті в оренду) складе:  $50809 - 27702 = 23107$  грн.

5) Повернемося до розгляду наслідків у квадраті 1.

Максимізуючи очікувану поточну величину чистих доходів, порівняємо значення результату „вузла” А (15809 грн при купівлі) із значенням „вузла” В (23107 грн при оренді). Впливає, що компанія повинна орендувати комп'ютери (остаточна схема для прикладу 1.3 приведена на рис. 1.5.).

**Зауваження.** Необхідно звернути увагу на те, що у розрахунках при купівлі комп'ютерів не була врахована їхня залишкова вартість через чотири роки, а це може докорінно вплинути на вектор рішення "дерева" і аналіз чутливості рішень.

Рішення, прийняті за допомогою "дерева", залежать від ймовірностей наслідків. Чутливість рішення визначається розміром зміни ймовірностей. Вибираючи рішення, необхідно знати, наскільки рішення залежить від зміни ймовірностей, а, відтак – наскільки можна покладатися на цей вибір.

**Приклад 1.4** Компанією "Chemik plus" був розроблений новий товар. Цілком імовірно, що для нього існує ринок збуту на найближчий рік. Наявність у виробничому процесі високотемпературних реакцій підвищує його вартість до 2,5 млн грн. Для організації виробничого процесу потрібен один рік, однак, існує лише 55%-ва ймовірність того, що буде забезпечена належна технологічна безпека процесу. У зв'язку з цим, перед компанією постало питання про розробку комп'ютерної контролюючої системи, яка буде забезпечувати безпеку високотемпературних реакцій. Дослідження з системою контролю продовжаться один рік і будуть коштувати 1 млн грн. Імовірність одержання необхідної системи контролю – 0,75. Розробку системи контролю можна почати негайно. Якщо розробку почати негайно, а виробничий процес виявиться безпечним, система контролю виявиться марною (збиток – 1 млн грн). З іншого боку, якщо відкласти розробку системи контролю, а процес виробництва не буде відповідати вимогам безпеки, то випуск нового товару відкладається на рік до закінчення досліджень. І нарешті, якщо неможливо створити безпечний процес і робота над системою контролю виявиться безуспішною, то альтернативного шляху випуску товару не існує, то роботи з цього проекту необхідно припинити. У випадку, якщо продаж нового товару починається протягом року, то прибуток становитиме 10 млн грн, якщо не брати до уваги амортизацію у виробничому процесі, або систему контролю. Якщо відкласти випуск товару на один рік, прибуток впаде до 8,5 млн грн через можливу появу конкурентів на ринку. Для полегшення розрахунків можна не враховувати витрати на створення системи контролю. Необхідно:

- скласти "дерево", що охоплює всі можливі варіанти розвитку подій;
- поради керівництву компанії оптимальний варіант рішення;

- визначити, як повинна змінитися імовірність успішної розробки виробничого процесу (на сьогоднішній день вона становить 0,55), щоб змінилися рекомендації у цьому питанні?
- установити, чи має рішення цього питання деякий запас міцності (чутливість) при змінах імовірності?

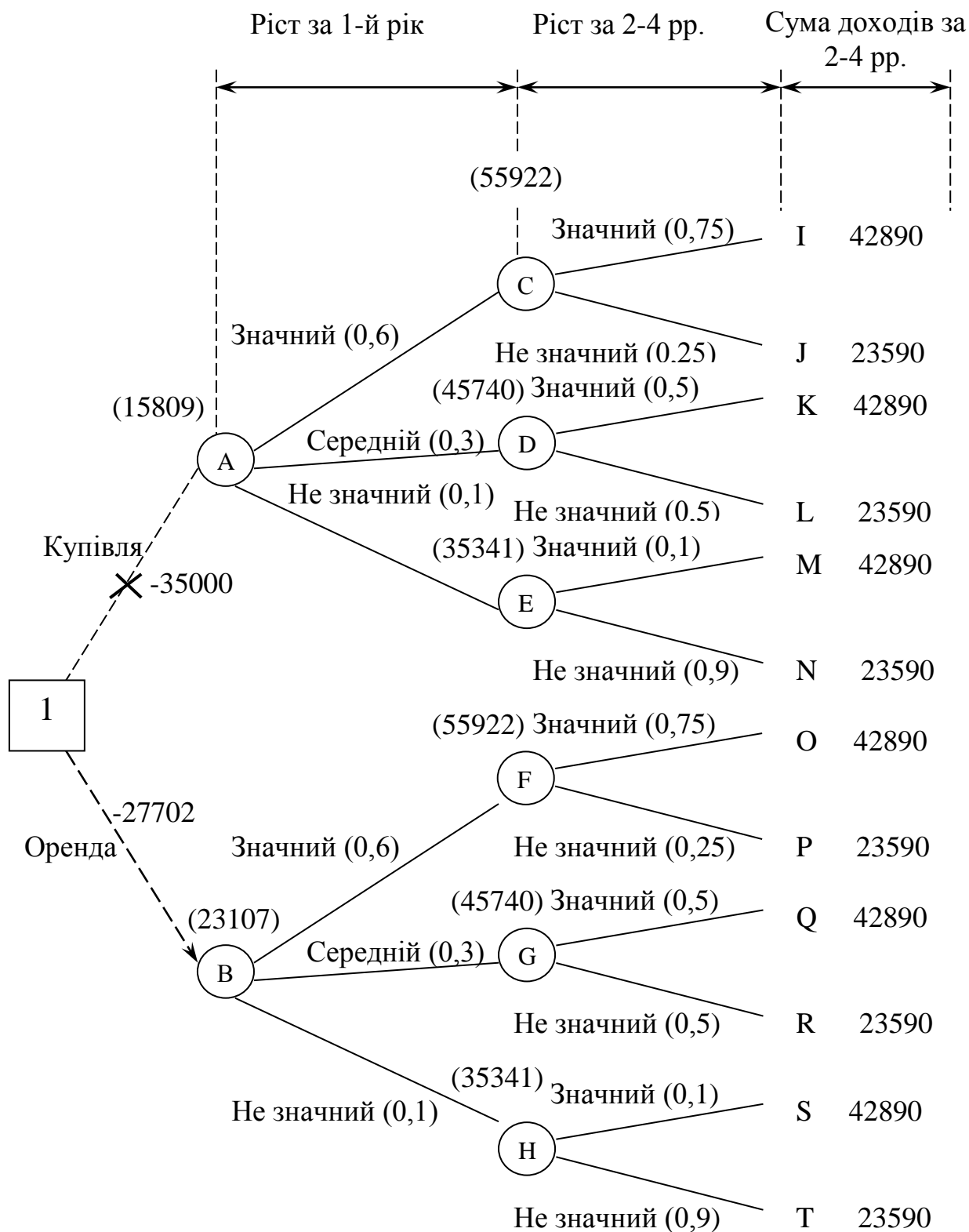


Рисунок 1.5 – Остаточна схема “дерева” рішень для купівлі-оренди комп’ютерів



**Рішення 1.4**

1) "Дерево" рішень для цієї задачі представлено на рис. 1.6.

2) Для того, щоб оформити "дерево", розрахуємо очікуваний чистий прибуток у "вузлах". Очікуваний прибуток у „вузлі” D:

$$D(D) = 8,5 \times 0,75 + 0 \times 0,25 = 6,375 \text{ млн грн.}$$

Очікуваний чистий прибуток:

$$ЧД(D) = 6,375 - 1,0 = 5,375 \text{ млн грн.}$$

У „вузлі” E очікуваний чистий прибуток дорівнює 0. Отже, якщо в квадраті 2 вирішується розробляти комп'ютерну контролюючу систему, то чистий прибуток дорівнюватиме 5,375 млн грн.

У „вузлі” результату A очікуваний чистий прибуток:

$$(10 \times 0,55 + 5,375 \times 0,45) - 2,5 = 5,419 \text{ млн грн.}$$

У „вузлі” B очікуваний чистий прибуток:

$$(10 \times 0,55 + (10 \times 0,75 + 0 \times 0,25) \times 0,45) - 3,5 = 5,375 \text{ млн грн.}$$

Тому у „вузлі” 1 вибираємо розробку тільки виробничого процесу. Якщо через рік виявиться, що він небезпечний, то приступимо до розробки комп'ютерної контролюючої системи.

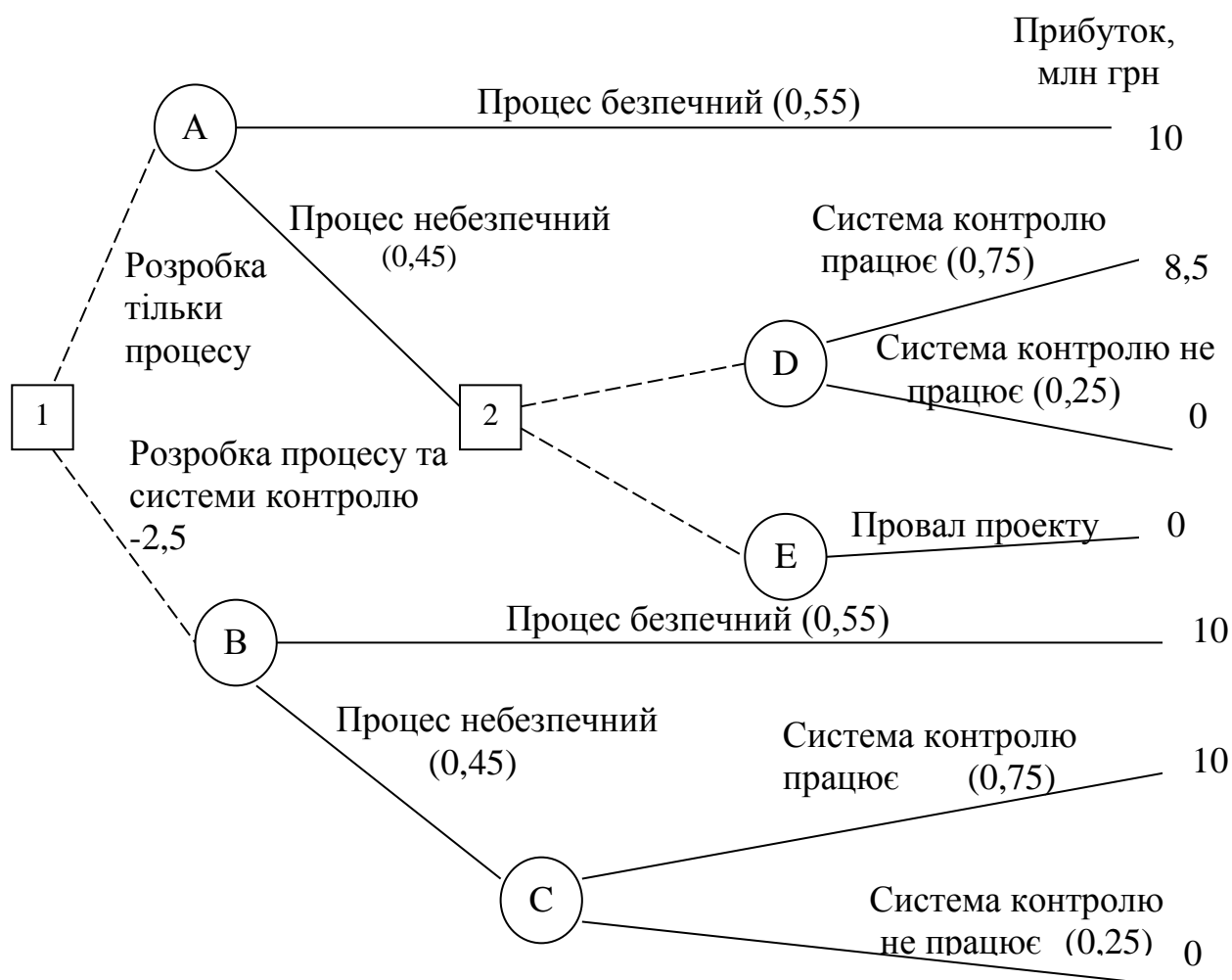


Рисунок 1.6 – Схема „дерева” рішень з чутливим наслідками, млн грн

Очікуваний чистий прибуток становитиме 5,419 млн грн. Остаточний варіант "дерева" для прикладу 1.4, приведений на рис. 1.7.

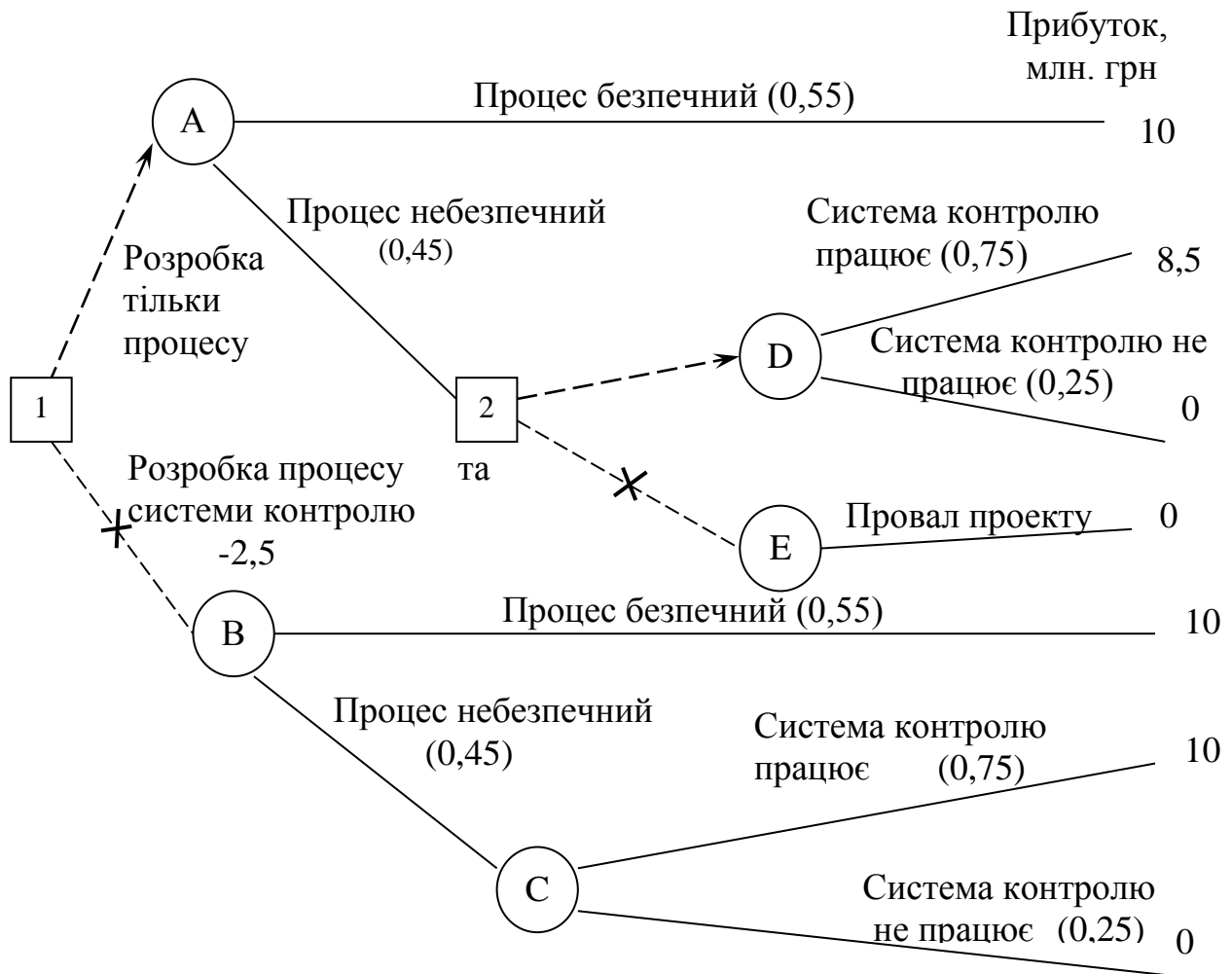


Рисунок 1.7 – Остаточна схема "дерева" рішень з чутливими наслідками, млн грн

3) **Аналіз чутливості рішення.** Очікувані чисті прибутки в "вузлах" А і В приблизно однакові: 5,419 і 5,375 млн грн. Вибір рішення залежить від значення ймовірності. А аналіз чутливості дозволяє обчислити "розкид" ймовірностей, що змінюють попередній вибір.

У даному випадку розглядається тільки ймовірність безпеки виробничого процесу, однак, на математичні очікування вплинула б також наявність і функціонування системи контролю. Повний аналіз чутливості включає розгляд обох питань.

Позначимо ймовірність безпеки виробничого процесу через  $p$ . На даний момент  $p = 0,55$ . Очікуваний чистий дохід у "вузлі" А дорівнює:

$$10 \times p + 5,375 \times (1-p) - 2,5 = 4,625p + 2,875 \text{ (млн грн).}$$

Очікуваний чистий прибуток у "вузлі" В дорівнює:

$$10 \times p + (10 \times 0,75 + 0 \times 0,25) (1-p) - 3,5 = 2,5 p + 4,0 \text{ (млн грн).}$$

Рішення системи рівнянь дає:

$$4,625p + 2,875 = 2,5p + 4,0;$$

$$2,125p = 1,125;$$

$$p = 0,529.$$

Отже, якщо імовірність безпеки виробничого процесу дорівнює 0,529, то обидва альтернативних рішення принесуть однаковий очікуваний чистий прибуток. Якщо імовірність менше 0,529, то рішення почати розробку процесу і системи контролю негайно принесе більший очікуваний чистий прибуток, тобто первісне рішення буде замінено на альтернативне.

Тому, що значення  $p = 0,529$  дуже близьке до поточного  $p = 0,55$ , вибір рішення дуже чутливий до розрахунків величини імовірності, і найменша помилка може привести до зміни вибору, що доводить важливість аналізу чутливості в процесі прийняття рішень.

### **1.3 Зміст завдання**

1.3.1 Ознайомитись із теоретичними відомостями за темою заняття.

1.3.2 Виходячи з умов прикладів 1.1–1.4 та індивідуального варіанту, вирішити ситуаційні завдання поставленої задачі:

а) скласти „дерево” рішень, що охоплює всі можливі варіанти розвитку подій;

б) яке рішення слід прийняти за умов індивідуального варіанту ситуаційного завдання;

в) установити, чи має рекомендоване рішення запас міцності (чутливості).

### **1.4 Порядок виконання завдання**

1.4.1 За попереднім вивченням ситуаційного завдання (прикладів 1.1–1.4) і аналізом індивідуального варіанту, складіть схему „дерева” рішень і розрахуйте його згідно обраного варіанту (Додаток А).

1.4.2 Результати оформити у вигляді схеми „дерева” рішень з використанням умовних позначок і визначенням оптимального шляху рішень, що вами рекомендується.

### **1.5 Оформлення і захист індивідуального завдання**

У звіті про виконання відображається найменування практичного заняття, мета, вихідні дані, результати розрахунків і висновки.

При захисті індивідуального завдання студент повинен надати письмовий звіт, відповідно вимогам, про виконання роботи, обґрунтовано захистити обраний варіант рішень за висновками і відповісти на контрольні запитання.

### **1.6 Контрольні запитання**

- 1) За яких умов користуються методикою „дерево” рішень?
- 2) Назвіть складові структури „дерева” рішень.
- 3) Назвіть правила побудови „дерева” рішень.
- 4) Назвіть правила розрахунку „дерева” рішень.
- 5) Чи може ОПР вплинути на появу результату рішення?
- 6) У якому випадку можлива зміна попереднього рішення?
- 7) Що таке міцність (чутливість) рішень?
- 8) В яких випадках враховується чутливість рішень про їх оптимізацію?

## Практичне заняття № 2

### ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

#### **2.1 Мета:**

- 1) ознайомитись з технологією процесу прийняття рішень в умовах невизначеності;
- 2) проаналізувати елементи технології прийняття рішення;
- 3) навчитися визначати мету рішення, проблеми, можливі варіанти рішень, знаходити альтернативи;
- 4) оцінити можливі наслідки рішення та прийняти оптимальне рішення на основі поставленої мети.

#### **2.2 Теоретичні відомості**

Функціонування економічної системи в цілому характеризується невизначеністю поведінки як суб'єктів господарювання, так і інших її елементів. Тому не враховуючи невизначеність, неможливо правильно не тільки описати реальний суб'єкт господарювання, його властивості, поведінку в певних умовах, але і ефективно управляти ним.

Необхідність врахування невизначеності пов'язана з тим, що ефективність рішень, що приймаються сьогодні, залежить від майбутніх невідомих (випадкових) обставин.

З управлінської точки зору невизначеність представляє собою незнання дійсного стану системи та її оточення як об'єкту управління.

Для послаблення впливу факторів невизначеності на результати реалізації управлінських рішень поряд з організацією робіт з підготовки більш надійної вихідної інформації, важливого значення набуває використання спеціальних способів організації прийняття рішень. Головною особливістю таких способів є поєднання математичних методів і не зовсім формальних процедур, що виконуються людиною. Процес підготовки і прийняття рішення в таких умовах будується як послідовність евристичних прийомів, які передбачають максимальне використання неформалізованих знань (досвіду спеціалістів) на кожному етапі процесу управління.

При розробці управлінських проблем в умовах невизначеності використовують такі математичні методи, як методи теорії гри, статистичних рішень, міні-максі тощо. Для формування достатньої для вивчення множини випадкових вихідних даних (імітації реальних умов розвитку системи) використовують метод статистичних випробувань (Монте-Карло). Для визначення оптимальної поведінки системи при кожному випадковому поєднанні вихідних показників використовують прийоми корегування оптимальних рішень задачі лінійного програмування. Задачі в ситуаціях з визначеним з певною ймовірністю результатом розв'язуються також з використанням методів теорії ймовірностей, математичного програмування.

В умовах невизначеності математичний пошук рішення проблеми представляє собою процес виявлення декількох варіантів, кожен з яких має свої

переваги. Кінцевий вибір кращого з можливих варіантів здійснюється інтуїтивно на основі досвіду експертів або осіб, що приймають рішення.

Насамперед необхідно визначитися з пріоритетами – «найкраще» для кого або для чого? Перед тим як прийняти рішення, варто ретельно продумати його мету. Труднощі полягають у тому, що задачі різних підрозділів підприємства дуже суперечливі. Наприклад, таке просте питання, як розмір запасів на складі? Як визначити оптимальні для компанії запаси? Чи розраховувати ці цифри для компанії в цілому або вибрати пріоритетні напрямки і здійснювати контроль запасів так, щоб забезпечити оптимальні витрати для виконання окремих функцій без шкоди іншим. Цей процес називається субоптимізацією.

Пошук рішення починається з перегляду можливих варіантів і їх наслідків, а потім проводиться оцінка кожного результату. Оптимальне рішення – це вибране за яким-небудь критерієм оптимізації найбільш ефективно зі всіх альтернативних варіантів рішення.

Оскільки процес оптимізації дорого коштує, то його доцільно використовувати при вирішенні стратегічних і тактичних задач будь-якої підсистеми системи менеджменту. Оперативні задачі повинні розв'язуватися з використанням, як правило, простих, евристичних методів.

До методів оптимізації відносять:

- аналіз;
- прогнозування;
- моделювання, яке в свою чергу, поділяється на логічне, фізичне і економіко-математичне моделювання.

При прийнятті рішення в умовах невизначеності важливо дотримуватися вимоги своєчасності, оскільки невизначеність тим більше, чим більш віддалений період функціонування об'єкта управління від моменту прийняття рішення.

### **Приклад 2.1**

Відділ маркетингу компанії "Пласт" представив своєму керівництву дані про очікуваний обсяг збуту програмних продуктів при трьох варіантах ціни. Дані наведені у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Передбачувані обсяги продажу програмних продуктів за різними цінами, грн

Можлива ціна за одиницю	8,00	8,60	8,80
Передбачуваний обсяг продажу при даній ціні (одиниць у рік):			
кращий з можливого	16000	14000	12500
найбільш ймовірний	14000	12500	12000
гірший з можливого	10000	8000	6000

Постійні витрати складають 40000 грн за рік, змінні – 4,0 грн на одиницю.

Питання полягає в тому, щоб призначити оптимальну ціну. При цьому маємо всього лише три варіанти цін, тобто тільки три можливі рішення. Для

полегшення розрахунків встановимо для кожного з варіантів по трьом результатам різні обсяги продажу.

### ***Рішення 2.1***

Для кожного результату розрахуємо маржинальний дохід і прибуток.

Таблиця 2.2 – Розрахунок прибутку за рік, грн

Ціна за одиницю	8,00	8,60	8,80
Змінні витрати на одиницю продукції	4,00	4,00	4,00
Маржинальний дохід на одиницю продукції	4,00	4,60	4,80
Маржинальний дохід за рік			
кращий з можливого	64000	64400	60000
найбільш ймовірний	56000	57500	57600
гірший з можливого	40000	36800	28800
Прибуток за рік			
кращий з можливого	24000	24400	20000
найбільш ймовірний	16000	17500	17600
гірший з можливого	0	-3200	-11200

Для того, щоб пояснити, які труднощі виникають у результаті невизначеності, необхідно використовувати дані з табл. 2.2. Можна навести переконливі аргументи, які приведуть нас до одного з трьох можливих рішень. Найбільший маржинальний дохід для найбільш ймовірного обсягу продажу дорівнює 57600 грн. Даний маржинальний дохід буде отримано, якщо призначити ціну 8,80 грн. Однак ціна 8,60 грн привабливіша для компанії тому, що найбільш ймовірний маржинальний дохід становить приблизно ту ж саму величину, в той час як маржинальний дохід двох інших наслідків вище, ніж для ціни 8,80 грн. Однак, якщо взяти до уваги постійні витрати, то ціна 8,00 грн – єдина, при якій компанія не понесе збитків, через те, що гірше значення маржинального доходу за даної ціни дорівнює постійним витратам – 40000 грн.

Таким чином, для кожного з трьох рішень існують свої аргументи. Яке рішення буде прийняте залежить від цілей і відношення до ризику особи, яка приймає рішення. Обережний менеджер віддасть перевагу ціні 8,00 грн: можливі прибутки менше, але і втрати зведені до мінімуму. Тому в числі інших повинно вирішуватися питання про відношення до ризику.

У процесі прийняття рішень існують певні правила їх прийняття.

#### ***2.2.1 Правила прийняття рішень***

Як вже зазначалося, особі, яка приймає рішення варто керуватися відповідними правилами. На першому етапі необхідно визначити мету. Менеджер, який приймає рішення, сам обирає, якими правилами йому скористатися. Правила поділяються на дві групи:

- правила прийняття рішень без використання числових значень ймовірностей наслідків;
- правила прийняття рішень з використанням числових значень ймовірностей наслідків.

### 2.2.2 Правила прийняття рішень без використання числових значень ймовірностей результатів

Для правил прийняття рішень без використання числових значень ймовірностей результатів існують наступні рішення:

- 1) Макси-макси рішення – максимізація максимуму прибутків.
- 2) Макси-міні рішення – максимізація мінімуму прибутків.
- 3) Міні-макси рішення – мінімізація максимуму можливих втрат.

#### Приклад 2.2

Припустимо, що Ви – власник кондитерської "Кекс". На початку кожного дня вам потрібно вирішити, скільки тістечок варто мати "про запас", щоб задовольнити попит. Кожне тістечко обходиться вам у 0,70 грн, а ви продаєте його за 1,30 грн. Продати нереалізовані тістечка наступного дня неможливо, тому залишок розпродається наприкінці дня по 0,30 грн за одиницю. У табл. 2.3 приведені дані по продажам у попередні періоди.

Таблиця 2.3 – Попит на тістечка

Попит на тістечка в день, од.	1	2	3	4	5
Частота	5	10	15	15	5
Відносна частота (імовірність)	0,1	0,2	0,3	0,3	0,1

Потрібно визначити скільки тістечок необхідно закупити на початку кожного дня.

#### Рішення 2.2

Отже, на початку дня можна закупити для наступного продажу 1, 2, 3, 4 або 5 тістечок у день.

Загалом рішення і його наслідки приблизно рівні, але маючи можливість приймати рішення, не можна контролювати наслідки. Покупці визначають їх самі, тому наслідки представляють також "фактор невизначеності".

Щоб визначити імовірність кожного результату, складемо список можливих рішень і відповідних їм наслідків

Таблиця 2.4 – Прибуток у день, грн

Можливі наслідки: попит тістечок у день, од.	Кількість тістечок, що закуплені для продажу (можливі рішення)				
	1	2	3	4	5
1	0,60	0,20	- 0,20	- 0,60	- 1,00
2	0,60	1,20	0,80	0,40	0,00
3	0,60	1,20	1,80	1,40	1,00
4	0,60	1,20	1,80	2,40	2,00
5	0,60	1,20	1,80	2,40	3,00

У табл. 2.4 розрахований прибуток, інакше кажучи, віддача в грошовому вираженні для будь-якої комбінації рішень і наслідків.

Використовуючи кожне з правил прийняття рішень, згаданих на початку п. 2.1, потрібно відповісти на запитання: "Скільки тістечок повинна закупити фірма "Кекс" на початку кожного дня?"

**1) Правило максі-максі** – максимізація максимуму прибутків. Кожному можливому рішення в приведеній таблиці відповідають наступні максимальні прибутки (табл. 2.5). За цим правилом ви закупите на початку дня п'ять тістечок. Це підхід карткового гравця – ігноруючи можливі втрати, розраховувати на максимально можливий дохід.

Таблиця 2.5 – Максимальний прибуток

Кількість тістечок, що закупаються на день, од.	Максимальний прибуток у день, грн
1	0,60
2	1,20
3	1,80
4	2,40
5	3,00 (максимум)

**2) Правило максі-міні** – максимізація мінімального прибутку. Кожному можливому рішення в табл. 2.4 відповідають мінімальні прибутки (табл. 2.6).

За цим правилом на початку дня закупається одне тістечко, щоб максимізувати мінімальний прибуток. Це дуже обережний підхід до прийняття рішень.

Таблиця 2.6 – Мінімальний прибуток

Кількість тістечок, що закупаються на день, од.	Мінімальний прибуток у день, грн
1	0,60 максимум
2	0,20
3	-0,20
4	-0,60
5	-1,00

**3) Правило міні-максі** – мінімізація максимально можливих втрат. У даному випадку більше уваги приділяється можливим втратам, ніж прибуткам. Таблиця можливих втрат дає уявлення про прибутки кожного результату, що були недоотримані у результаті ухвалення неправильного рішення. Наприклад, якщо попит складає два тістечка і було закуплено два, то прибуток складе 1,20 грн, якщо ж ви придбали три тістечка, то прибутки становитимуть 0,80 грн і ви недоотримали 0,40 грн. Ці 0,40 грн і називаються можливими втратами або втраченим прибутком. Таблицю можливих втрат можна одержати з таблиці доходів, знаходячи найбільший дохід для кожного результату і співставляючи його з іншими доходами цього ж результату (див. табл. 2.7).



Таблиця 2.7 – Можливі втрати за день, грн

Можливі наслідки: попит тістечок за день, од.	Кількість тістечок, що закупаються на день				
	1	2	3	4	5
1	0,0	0,40	0,80	1,20	1,60
2	0,60	0,0	0,40	0,80	1,20
3	1,20	0,60	0,0	0,40	0,80
4	1,80	1,20	0,60	0,0	0,40
5	2,40	1,80	1,20	0,60	0,0

Як уже зазначалося, правило, що використовується для роботи з таблицею втрачених доходів, – це правило міні-максі. Воно також називається міні-максне правило можливих втрат. Воно полягає у тому, щоб для кожного рішення вибрати максимально можливі втрати. Потім вибирається те рішення, яке приведе до мінімального значення максимальних втрат (табл. 2.8).

Таблиця 2.8 – Максимальні можливі втрати

Кількість тістечок, що накупаються на день, од.	Максимальні можливі втрати за день, грн (з таблиці вище)
1	2,40
2	1,80
3	1,20 (мінімум)
4	1,20 (мінімум)
5	1,60

Мінімальна величина максимальних втрат виникає у результаті закупівлі трьох або чотирьох тістечок у день. Отже, за правилом міні-макси вибирається одне з цих рішень.

Усі розглянуті критерії прийняття рішень приводять до різних результатів. Тому, спочатку вибирається той критерій, який вважається „кращим” з точки зору управлінського персоналу, який одержує найкраще рішення.

### **2.2.3 Критерій Гурвиця – компромісний спосіб прийняття рішень**

Цей спосіб прийняття рішень являє собою компроміс між обережним правилом максі-міні й оптимістичним правилом максі-максі. За критерієм Гурвиця (Hurwicz criterion) деяким чином поєднуються правила, які не розглядають індивідуальні імовірності окремих наслідків, і ті, у яких враховуються імовірності наслідків.

При використанні критерію Гурвиця таблиця прибутків складається як звичайно. Для кожного рішення розглядаються кращий і гірший результати, тобто те, про що раніш говорилося в правилах макси-міні і макси-макси. Управлінський персонал додає ваги обом результатам, і, помноживши результати на відповідні коефіцієнти ваги і підсумовуючи, одержує загальний результат.

Обирається рішення з найбільшим результатом. Таке рішення задачі припускає, що є достатньо інформації для визначення вагових коефіцієнтів.

Приклад із закупівлею тістечок (приклад 2.2) не дуже прийнятний для ілюстрації критерію Гурвиця, тому що високі доходи зустрічаються більш, ніж в одному результаті. Наприклад, якщо ми вирішили закуповувати три тістечка в день, найвищий прибуток у 1,80 грн існує для попиту 3, 4 і 5 тістечок.

Спростимо таблицю доходів (табл. 2.4), щоб проілюструвати вищесказане і розглянемо низькі доходи для кожного рішення і наслідки з високими доходами. Нагадуємо, що управлінський персонал не має у своєму розпорядженні даних про попит з табл. 2.3, тому йому потрібно самому обчислити вагові коефіцієнти для наслідків з низькими і високими доходами. У даному випадку найнижчий дохід з можливих – при одному тістечку в день, найвищий – при п'яти.

Припустимо, що управлінський персонал встановив вагу для попиту одного тістечка в день на рівні 0,4, а для попиту п'яти тістечок – 0,6. Використовуючи ці вагові коефіцієнти складемо таблицю 2.9.

Таблиця 2.9 – Прибуток за критерієм Гурвиця

Кількість тістечок, що закупили на день, од.	Прибуток у день, грн		Вага		Усього в день, грн
	Низький	Високий	× 0,4	× 0,6	
1	0,6	0,6	0,24	+0,36	=0,6
2	0,2	1,2	0,08	+0,72	=0,8
3	-0,2	1,8	-0,08	+1,08	=1,0
4	-0,6	2,4	-0,24	+1,44	=1,2
5	-1,0	3,0	-0,40	+1,80	=1,4 (максимум)

Якщо той, хто приймає рішення використовує зазначені ваги, то його рішення за правилом Гурвиця буде складатися у тому, щоб закуповувати п'ять тістечок у день.

#### **2.2.4 Правило прийняття рішень з використанням чисельних значень ймовірностей наслідків**

У попередніх прикладах не використовувались дані про ймовірності наслідків. Тепер спробуємо для прийняття рішень використовувати ці дані.

**2.2.4.1 Правило максимальної ймовірності** – максимізація найбільш ймовірних доходів. Розглянемо відносну частоту (ймовірність) денного попиту на тістечка (табл. 2.10).

Таблиця 2.10 – Відносна частота (ймовірність) денного попиту на тістечка

Кількість тістечок, що закуповують на день	1	2	3	4	5
Частота попиту	5	10	15	15	5
Відносна частота (ймовірність) попиту	0,1	0,2	0,3	0,3	0,1

Найбільша імовірність 0,3 відповідає попиту в три і чотири тістечка у день. Тепер розглянемо доходи кожного з наслідків і виберемо найбільший (табл. 2.11).

Таблиця 2.11– Максимальний прибуток для кожного з рішень

Кількість тістечок, що закупаються на день, од.	Максимальний прибуток у день, грн
3	1,80, коли результат $\geq 3$
4	2,40, коли результат $\geq 4$

За цим правилом фірма "Кекс" повинна закуповувати чотири тістечка в день.

### 2.2.4.2 Оптимізація математичного очікування

Найбільш розповсюджений спосіб використання ймовірностей при прийнятті рішень – це обчислення математичного очікування. Воно розраховується для кожного рішення або для доходів, або для можливих втрат. Вибирається рішення з найбільш очікуваним прибутком, або з найменшими можливими втратами:

а) максимізуємо очікуваний прибуток для рішень:

$\Pi$  (прибуток від будь-якого рішення) =  $\sum$  (імовірність  $\times$  прибуток) – підсумовуємо для всіх наслідків розглянутого рішення.

У прикладі з фірмою "Кекс" очікуваний прибуток у випадку, якщо вирішено закуповувати п'ять тістечок на початку кожного дня, дорівнює:

$\Pi$  (прибуток, якщо закупається п'ять тістечок) =  $(0,1 \times (-1,0) + (0,2 \times 0,0) + (0,3 \times 1,0) + (0,3 \times 2,0) + (0,1 \times 3,0) = 1,1$  грн у день.

При більшому часовому проміжку це означає, що при закупівлі п'яти тістечок у день середній прибуток становитиме 1,1 грн у день.

Нижче приведена таблиця прибутків фірми "Кекс", доповнена значеннями ймовірностей (табл. 2.12).

Таблиця 2.12 – Фактичні прибутки фірми

Можливі наслідки: денний попит на тістечка, од.	Прибуток у день з кількості тістечок, що закупаються, грн (можливі рішення)					Імовірність
	1	2	3	4	5	
1	0,60	0,20	- 0,20	- 0,60	-1,00	0,1
2	0,60	1,20	0,80	0,40	0,0	0,2
3	0,60	1,20	1,80	1,40	1,00	0,3
4	0,60	1,20	1,80	2,40	2,00	0,3
5	0,60	1,20	1,80	2,40	3,00	0,1

Слідом за нею – таблиця очікуваних прибутків для кожного рішення (табл. 2.13).

Таблиця 2.13 – Розрахунок можливих прибутків (імовірність × прибуток з табл. 2.10), грн

Можливі наслідки: денний попит на тістечка, од.	Кількість тістечок, що закупаються в день (можливі рішення)				
	1	2	3	4	5
1	0,06	0,02	-0,02	-0,06	-0,10
2	0,12	0,24	0,16	0,08	0,0
3	0,18	0,36	0,54	0,42	0,30
4	0,18	0,36	0,54	0,72	0,60
5	0,06	0,12	0,18	0,24	0,30
Очікуваний прибуток у день усього, грн	0,60	1,10	1,40	1,40	1,10

Отже, максимальне значення очікуваного прибутку становить 1,40 грн у день. Використовуючи критерій максимізації очікуваного прибутку, фірма "Кекс" повинна закуповувати три або чотири тістечка в день. У прикладах цього типу, де рішення повторюється безліч разів, використання критерію математичного очікування найбільш прийнятне.

б) Мінімізація очікуваних можливих втрат (табл. 2.14).

Таблиця 2.14 – Можливі втрати, грн

Можливий денний попит на тістечка, од.	Можливі втрати: кількість тістечок, що закупаються в день (можливі рішення), од.					Імовірність
	1	2	3	4	5	
1	0,00	0,40	0,80	1,20	1,60	0,1
2	0,60	0,00	0,40	0,80	1,20	0,2
3	1,20	0,60	0,00	0,40	0,80	0,3
4	1,80	1,20	0,60	0,00	0,40	0,3
5	2,40	1,80	1,20	0,60	0,00	0,1

У даному випадку використовується та ж послідовність дій, тільки з використанням таблиці можливих втрат й імовірності кожного з наслідків. Вибирається рішення, що веде до найменш очікуваних можливих втрат, замість максимуму очікуваних доходів (табл. 2.15).

Як бачимо, мінімальні очікувані можливі втрати становлять 0,46 грн у день, тому найкраще рішення – закуповувати три або чотири тістечка в день. Таке ж рішення варто прийняти при використанні критерію максимізації очікуваних доходів.

Таблиця 2.15 – Розрахунок очікуваних можливих втрат (імовірність × втрати), грн

Можливі наслідки: денний попит на тістечка, од.	Кількість тістечок, що закупаються на день (можливі рішення), од.				
	1	2	3	4	5
1	0,0	0,04	0,08	0,12	0,16
2	0,12	0,0	0,08	0,16	0,24
3	0,36	0,18	0,0	0,12	0,24
4	0,54	0,36	0,18	0,0	0,12
5	0,24	0,18	0,12	0,06	0,0
Очікувані можливі втрати в день: усього, грн	1,26	0,76	0,46	0,46	0,76

### 2.2.5 Залежність рішення від зміни значень ймовірностей

Значення ймовірностей, що використовуються, засновані або на вже наявній інформації, або на розрахунках. Однак, ці значення непостійні, і тому корисно знати, наскільки велика залежність вибору рішення від зміни величини ймовірності, тобто яка чутливість рішень.

Аналіз чутливості є важливою темою. Сутність аналізу полягає в числовій оцінці зміни ймовірності, що визначає вибір рішення. Для ілюстрації скористаємося прикладом з максимізацією очікуваних доходів. Нижче розглянута ситуація з одним основним і одним альтернативним варіантом рішення, хоча, як правило, на практиці альтернативних варіантів більше.

Таблиця 2.16 – Залежність вибору рішення від змін значень ймовірностей

Показник	Кількість тістечок, що закупаються на день (можливі рішення), од.				
	1	2	3	4	5
Базові ймовірності	0,1	0,2	0,3	0,3	0,1
Очікуваний прибуток у день, грн	0,6	1,1	1,4	1,4	1,1
Альтернативні ймовірності	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Очікуваний прибуток* у день, грн	0,6	1,0	1,2	1,2	1,0

\* – розраховується, як у п. 2.4.2

Рішення, що дає максимальний прибуток – закупувати три або чотири тістечка, не отримало змін, однак, середній прибуток в альтернативному варіанті знизився з 1,40 до 1,20 грн на день. У даному випадку вибір рішення нечутливий до незначних змін ймовірності, тобто не відбувається заміни обраного варіанту рішення на новий.

### **2.2.6 Вартість достовірної інформації**

Невизначеність при прийнятті рішень може бути зменшена шляхом аналізу додаткової інформації, однак, за неї потрібно платити. Максимальна сума грошей, яку варто заплатити, і є вартістю достовірної інформації. Якщо заздалегідь відомо, який з наслідків здійсниться, то можна прийняти рішення, що веде до максимального прибутку, проте це не означає, що ми можемо контролювати наслідки.

Наприклад, фірма "Кекс" приймає замовлення наступного дня. Контролювати їх кількість неможливо, однак можна, корегуючи кількість закупаваних тістечок, максимізувати прибуток.

На кількість тістечок, що закупаються на день, тепер впливає число замовлень, що надходять.

Очікуваний прибуток дорівнює:

$$\Pi = \sum (\text{прибуток на обсяг замовлень, які надійшли,} \times \text{імовірність даного обсягу замовлень});$$

$$\Pi = (0,60 \times 0,1) + (1,20 \times 0,2) + (1,80 \times 0,3) + (2,40 \times 0,3) + (3,00 \times 0,1) = 1,86 \text{ грн.}$$

Вартість достовірної інформації становить різниця отриманої суми і максимального очікуваного прибутку без достовірної інформації. Для фірми "Кекс" вартість достовірної інформації (грн):  $1,86 - 1,40 = 0,46$  (грн/день). Ця сума дорівнює мінімальним очікуваним можливим втратам.

Якщо відома вартість достовірної інформації, то відомий максимум, який можна заплатити за додаткову інформацію про імовірності наслідків. Таким чином, фірма "Кекс" може заплатити 0,46 грн у день, щоб одержувати інформацію про попит, тобто це плата за свого роду "маркетингові дані".

## **2.4 Постановка завдання**

2.4.1 Організувати виконання основних функцій управлінського персоналу віртуального підрозділу торгової організації, виходячи з особливостей ринку.

2.4.2 Для вирішення поставленої задачі необхідно використати дані (Додаток Б).

## **2.5 Порядок виконання завдання**

2.5.1 Опрацюйте представлений теоретичний матеріал і зробіть відповідні розрахунки за обраними моделями щодо прийняття рішень.

2.5.2 Зробіть висновки.

2.5.3 Дайте відповіді на контрольні запитання з метою підготовки до захисту індивідуального завдання.

## **2.6 Оформлення і захист індивідуального завдання**

У звіті про виконання індивідуального завдання відображається мета і завдання роботи; результати прийнятих рішень та їх обґрунтування. При захисті роботи, кожен студент повинен надати письмовий звіт, відповідно

вимогам про виконання роботи, захистити обраний варіант рішень за висновками і відповіді на контрольні запитання.

### **2.7 Контрольні питання**

- 1) Дайте визначення концептам: „рішення”, „оптимальне рішення”, „найкраще рішення”, „альтернативне рішення”.
- 2) Який процес називається субоптимізацією?
- 3) Назвіть основні етапи процесу прийняття рішення.
- 4) У яких випадках використовують кількісний аналіз ситуації?
- 5) Як вирішується питання стосовно врахування ризику і ймовірності?
- 6) Назвіть правила прийняття рішень без використання числових значень імовірності результату (наслідків).
- 7) Назвіть компромісний спосіб прийняття рішення в умовах невизначеності.
- 8) Назвіть правила прийняття рішень з використанням числових значень імовірності результату (наслідків).
- 9) Як використовується залежність рішення від зміни імовірностей.
- 10) Що таке чутливість рішення, що приймається?
- 11) Що таке міцність рішення, що приймається?
- 12) В чому сутність аналізу на чутливість?
- 13) Для чого необхідна додаткова інформація (уточнення даних) при прийнятті рішення?
- 14) В яких випадках доцільна оптимізація рішення?
- 15) Назвіть методи оптимізації рішень.

## Практичне заняття № 3

### ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ РИЗИКУ

#### 3.1 Мета:

- 1) засвоїти основні правила та критерії прийняття рішень в умовах ризику;
- 2) навчитися визначати мету рішення проблеми, можливі варіанти рішень, знаходити альтернативи;
- 3) оцінити можливі наслідки рішення та прийняти оптимальне рішення на основі поставленої мети.

#### 3.2 Необхідні теоретичні відомості

Умови діяльності сучасних підприємств характеризуються підвищенням нестабільності зовнішнього середовища, ускладненням внутрішніх бізнес-процесів, що зумовлює імовірнісний характер подій, що відбуваються, і сприяє виникненню значної кількості ризиків у діяльності господарюючих суб'єктів. Саме в таких умовах менеджери змушені приймати рішення.

Ризик – потенційна, кількісно вимірювана можливість (ймовірність) настання проблемної ситуації в результаті цілеспрямованої діяльності (ПУР) і пов'язаних з нею наслідків:

- негативних у вигляді: втрат, збитків, програшів тощо;
- позитивних у вигляді: вигод, прибутків, виграшів тощо;
- нульового (ні збитку, ні вигоди).

Ймовірність ризику – ймовірність настання результату, відмінного від очікуваного в процесі прийняття управлінського рішення.

Умови ризику під час ПУР – стан знань, коли відомі один або декілька результатів щодо кожного з варіантів і коли ОПР відомі ймовірності реалізації кожного результату:

- рішення мають чітко окреслені цілі, наявна якісна інформація;
- майбутні наслідки альтернативи можуть вимірюватись;
- відома ймовірність виникнення небажаних наслідків.

Щоб зменшити ризик, менеджер при обґрунтуванні рішень повинен мати у своєму розпорядженні достатню інформацію. Це дасть змогу звузити коло непередбачуваних подій. Але буває і так, що для прийняття рішення не вистачає інформації. Для її збирання потрібні кошти і час. В менеджменті, як відомо, фактор часу нерідко має вирішальне значення. І коли витрачається час на збирання інформації, то це означає свідому затримку прийняття рішення, що вже само по собі може звести нанівець його ефективність. Негайне ж прийняття рішення на підставі недостатньої інформації збільшує ймовірність помилки.

В той же час, коли збирають забагато і не дуже потрібної інформації, це може і не поліпшити точність вибору рішення настільки, щоб виправдати додаткові витрати на її збирання. З іншого боку, якщо зволікати з прийняттям рішення, то вибір його варіантів може стати дуже обмеженим, що підвищує ймовірність прийняття хибного рішення.



Від того, як саме менеджери сприймають ризик, залежатиме і те, як вони діятимуть. Так, занадто обережні по натурі менеджери можуть взагалі уникати ризикових ситуацій, і їм не вдасться використати всі сприятливі для бізнесу можливості. І навпаки, менеджери, які надто схильні о ризику, можуть не побачити або недооцінити небезпеки, зумовленої тими чи іншими їх діями, і в результаті зазнати значних втрат.

Менеджери повинні навчитися визначати, вимірювати і контролювати ризик.

У менеджменті ризику є щонайменше 4 важливі підходи до ризику:

- уникати ризику, тобто не приймати ризикових рішень і не ризикувати;
- спробувати контролювати ризик;
- брати ризик на себе, тобто ризикувати з надією на сприятливі події;
- «передавати» ризик іншим, тобто страхувати ризик.

Управління ризиками націлене на те, щоб визначити якомога більше можливих відхилень (того, що може піти не так) від бажаного результату, мінімізувати їхній вплив (визначити, що можна зробити о початку реалізації рішення), намагатися впоратися з реакцією на ті події, які все ж таки відбудуться (спланувати дії в надзвичайних обставинах) і забезпечити засоби на покриття непередбачених витрат.

Методи управління ризиками включають: розроблення і реалізацію стратегії управління ризиками; методи компенсації ризиків (прогнозування зовнішнього середовища, маркетинг управлінських рішень і їх результатів та наслідків, моніторинг соціально-економічного і правового середовища, створення системи резервів рішення); методи розподілу ризиків (розподіл ризиків за часом, розподіл ризиків між учасниками); методи локалізації ризиків (застосовуються для над ризикових рішень); методи уникнення ризиків (відмова від ризикованих рішень, ненадійних учасників рішення, страхування ризиків, пошук гарантів).

Методи оцінки ризиків включають:

1. Кількісну оцінку ризиків за допомогою методів математичної статистики;
2. Методи експертної оцінки ризиків;
3. Методи імітаційного моделювання ризиків;
4. Комбіновані методи, що є об'єднанням декількох окремих методів або їхніх окремих елементів.

Серед методів оцінювання та аналізу ризиків найбільш відомими є: аналіз чутливості; перевірка стійкості; визначення точки беззбитковості; корегування параметрів рішення; теоретикоігрові методи.

Для обґрунтування рішення в умовах невизначеності (ризик), неповноти і неясності даних призначені *теоретикоігрові методи*, до яких відносять теорію ігор і теорію статистичних рішень. Теорія ігор використовується у тих випадках, коли ситуація викликана свідомими діями конкурентів.

Теорія статистичних рішень використовується у тих випадках, коли ситуація визначена обставинами, які невідомі або мають випадковий характер (це так звані „ігри з природою”), що, дійсно, характерно для процесів управління.

Розглянемо основні критерії, що використовуються для прийняття рішень у „іграх з природою” (зовнішнім середовищем).

### Приклад 3.1

Фірма вирішує побудувати готель на одному з курортів. Необхідно визначити найбільш доцільну кількість місць або кімнат в цьому готелі. Складають кошторис витрат на будівництво готелю з різною кількістю кімнат, а також розраховують очікуваний прибуток в залежності від кількості кімнат, які були зайняті.

У залежності від прийнятого рішення – кількість кімнат в готелі може бути:  $X_i = 20, 30, 40, 50$  та кількість зайнятих кімнат:  $S_j = 0, 10, 20, 30, 40, 50$ , що залежить від випадкових факторів і фірмі невідомі. Отримують наступну таблицю річного прибутку:

Таблиця 3.1 – Річний прибуток, тис. грн

Кількість кімнат $X_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_j$					
	$S_j$	0	10	20	30	40
20	-121	62	245	245	245	245
30	-168	14	198	380	380	380
40	-216	-33	150	332	515	515
50	-266	-81	101	284	468	650

Визначте (найбільшу) оптимальну кількість кімнат в готелі за критеріями: 1) Уолда, 2) Лапласа, 3) Гурвиця, 4) Севиджа.

Використання критеріїв теорії ігор:

1) *Критерій Уолда (Критерій обережного спостереження):*

$$\text{За прикладом: } \max_{x_i} (\min_{S_j} U(x_i; S_j))$$

$$\max_{x_i} (\min_{S_j} E_{ij}) = -121 \text{ тис.грн}; \quad x_{opt} = 20 \text{ кімнат};$$

де  $U(x_i; S_j)$  – очікувана економічна ефективність від  $i$ -го рішення  $j$ -ї стратегії.

Виходячи з результатів, критерій Уолда не може бути застосований, тому що в цьому випадку слід відмовитись від будівництва готелю.

Таблиця 3.2 – Річний прибуток, тис. грн

$S_j \backslash X_i$	0	10	20	30	40	50	Min $E_{ij}$	Max (min $E_{ij}$ )
20	-121	62	245	245	245	245	-121	-121
30	-168	14	198	380	380	380	-168	
40	-216	-33	150	332	515	515	-216	
50	-266	-81	101	284	468	650	-266	

## 2) Критерій Лапласа

Критерій Лапласа використовують за таких умов:

Якщо стан середовища невідомий, то всі стани середовища вважаються однаково вірогідними:

$$p(S_1) = p(S_2) = \dots = p(S_k)$$

Вирішуюче правило визначається як:

Max  $E\{U(x_i)\}$  – максимальна корисність (ефективність) результату з множини оцінок  $\{U\}$  вигідності рішення  $l_{ij}$  окремих результатів при умові:

$$p(S_k) = \frac{1}{k},$$

де  $k$  – кількість станів (випадків) середовища.

Вигідність результату  $O_j$  при використанні рішення  $x_i$ :

$$l_{ij} = U(O_j; x_i)$$

Тоді критерій Лапласа має математичний вигляд:

$$\max_{x_i} \frac{1}{j} \sum_{j=1}^j U(x_i; S_j)$$

$$\max_{x_i} \frac{1}{6} \sum_{j=1}^6 l_{ij} = \max_{x_i} \bar{l}_i = \max\{154; 197; 210; 193\} = 210 \text{ тис. грн}$$

$$\text{тоді } x_{\text{opt}} = 40 \text{ кімнат.}$$

## 3) Критерій Гурвиця

Якщо виразити очікувану економічну ефективність як:  $E_{ij} = (x_i; S_j)$ .

Тоді критерій Гурвиця має вигляд:

$$\max_{x_i} [\lambda \max_{S_j; (j)} E_{ij} + (1 - \lambda) \min_{S_j; (j)} E_{ij}];$$

де  $\lambda$  – коефіцієнт оптимізму, який призначає особа, що приймає рішення.

Для різних  $\lambda$  можна побудувати таблицю прибутків за критерієм Гурвиця.

$$H = |h_{ij}|,$$

$$\text{де } h_{ij} = [\lambda \max_j E_{ij} + (1 - \lambda) \min_j E_{ij}].$$

Таблиця 3.3 – Розрахунок очікуваного прибутку за критерієм Гурвиця

$\lambda$ \ $X_i$	0,1	0,2	0,5	0,9
20	-84	-48	62	208
30	-113	-58	106	325
40	-143	-70	150	442
50	-174	-83	192	558

Тоді оптимальна кількість кімнат в готелі в залежності від коефіцієнта віддавання переваги  $\lambda$ :

$\lambda_i$	0,1	0,2	0,5	0,9
$X_{\text{опт}}$	20	20	50	50

#### 4) Критерій Севиджа

Якщо очікувані втрати виразити через  $Z_{ij}$ , тоді критерій Севиджа має вигляд:

$$\max_i \min_j U_c(x_i; S_j),$$

$$де U_c(x_i; S_j) = U(x_i; S_j) - \max_i U(x_i; S_j)$$

Побудуємо матрицю втрат  $Z_{ij}$  („жалкувань”).

Таблиця 3.4 – Розрахунок очікуваних втрат за критерієм Севиджа

Кількість кімнат $X_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_{ij}$							
	$S_i$	0	10	20	30	40	50	Min $S_{ij}$
20		0	0	0	-135	-270	-405	-405
30		-47	-48	-47	0	-135	-275	-275
40		-95	-95	-95	-48	0	-135	-135
50		-145	-143	-144	-96	-47	0	-145

Використовуючи розрахунки, обране рішення за критерієм Севиджа має вигляд:

$$\max (\min U_{ijc}) = \max \{-405; -275; -135; -145\} = -135 \text{ тис. грн.}$$

Таким чином, треба зробити вибір між різними рішеннями:

- 1) за критерієм Уолда – будувати 20 кімнат, або взагалі не будувати;
- 2) за критерієм Лапласа – будувати 40 кімнат, або взагалі не будувати;
- 3) за критерієм Гурвиця – будувати 20 кімнат, якщо замовник песиміст;  
і будувати 50 кімнат, якщо замовник оптиміст;
- 4) за критерієм Севиджа – будувати 40 кімнат.

Якому з рішень віддати перевагу?

Це визначається вибором відповідного критерію (Уолда, Лапласа, Гурвиця, Севиджа). При цьому не існує загальних рекомендацій і порад. Вибір критерію повинен здійснювати замовник з максимальним ступенем погодження щодо своїх цілей.

Якщо навіть мінімальний ризик не припустимий – треба використовувати критерій Уолда.

Якщо ризик припустимий без жалкування – то використовують критерій Севиджа.

Припустимо, для нашої задачі особа, яка приймає рішення (замовник) виділив у вихідній табл. 3.1 зону поганих результатів, що призводять до банкрутства; зону сприятливих результатів, що призводять до виграшу.

Всі інші – зона проміжних результатів.

Таблиця 3.5 – Річний прибуток, тис. грн

		Кількість занятих кімнат $S_i$					
		$S_i$	0	10	20	30	40
Кількість кімнат $X_i$	$X_i$						
	20	-121	62	245	245	245	245
	30	-168	14	198	380	380	380
	40	-216	-33	150	332	515	515
	50	-266	-81	101	284	468	650
		Погані результати		Проміжні результати		Сприятливі результати	

Далі замовник (з досвіду, інтуїції, допоміжної інформації) визначає, суб'єктивно, імовірності:  $\alpha$  – отримати погані результати;  $\gamma$  – отримати блискучі результати.

Тоді проміжні результати оцінюються суб'єктивною імовірністю:

$$\beta = 1 - \alpha - \gamma.$$

При заданих  $\alpha$ ,  $\beta$  і  $\gamma$  з врахуванням виділених зон визначається оцінка математичного очікування виграшу при стратегії  $x_i$  :

$$U(x_i) = \frac{\alpha \sum_{ij}^{N_i} P_{ij}}{N_i} + \beta \frac{\sum_{ir}^{R_i} Q_{ir}}{R_i} + \gamma \frac{\sum_{it}^{T_i} S_{it}}{T_i},$$

де  $\{P_{ij}\}; \{Q_{ir}\}; \{S_{it}\}$  – імовірнісні результати, віднесені відповідно до зон поганих, проміжних та сприятливих результатів при стратегії  $x_i$  ;

$N_i, R_i, T_i$  – загальна кількість таких результатів відповідно до кожної зони.

Оптимальна стратегія  $x_i$  опт визначається:  $\max_{x_i} U(x_i).$

### **3.3 Постановка завдання**

3.3.1 Ознайомитись з теоретичними відомостями за темою заняття.

3.3.2 Виходячи з умов *прикладу 3.1* та індивідуального варіанту (Додаток В), вирішити ситуаційні завдання поставленої задачі: обрати стратегію, яка забезпечує максимальну очікувану ефективність при будь-яких ситуаціях (станах зовнішнього середовища організації).

### **3.4 Порядок виконання завдання**

3.4.1 За попереднім вивченням ситуаційного завдання (*прикладу 3.1*) і розробкою індивідуального варіанту (Додаток В), визначте оптимальне рішення щодо кількості кімнат в новому готелі, що планується побудувати.

3.4.2 Пояснити алгоритм використання кожного критерію щодо прийняття рішення в умовах невизначеності і ризику.

3.4.3 Зробити остаточний вибір рішення, яке гарантує максимальну очікувану ефективність.

3.4.4 Дайте відповіді на контрольні запитання з метою підготовки до захисту індивідуального завдання.

### **3.5 Оформлення і захист індивідуального завдання**

У звіті про виконання індивідуального завдання відображається найменування практичного завдання, мета, вихідні дані, результати розрахунків і висновки.

При захисті індивідуального завдання студент повинен надати письмовий звіт відповідно вимогам про виконання роботи, обґрунтовано захистити обраний варіант рішень за висновками і відповісти на контрольні запитання.

#### **Контрольні запитання**

- 1) Чому прийняття рішень пов'язане з ризиком?
- 2) Дайте визначення категорії ризику?
- 3) Які наслідки можуть бути для підприємства внаслідок настання проблемної ситуації?
- 4) Що таке ймовірність ризику?
- 5) Умови ризику під час ПУР.
- 6) Яку роль відіграють інформація і фактор часу у зменшенні ризику?
- 7) Яким може бути ставлення менеджера до ризику?
- 8) Назвіть підходи до ризику.
- 9) Що значить управляти ризиком?
- 10) Назвіть методи управління ризиками.
- 11) Наведіть методи оцінки ризиків.
- 12) В яких ситуаціях використовується теорія ігор?
- 13) В яких ситуаціях використовується теорія статистичних рішень?
- 14) Чи може ОПР вплинути на результат рішення?

## Практичне заняття № 4

### ЕКОНОМІЯ ДЕФІЦИТНИХ МАТЕРІАЛІВ

#### 4.1 Порядок виконання завдання

- 1) ознайомитися з теоретичними відомостями;
- 2) вивчити методику розв'язання задач по визначенню ступеня ризику;
- 3) розв'язати приклад індивідуально згідно варіанту завдань.

#### 4.2 Теоретичні відомості

Виготовлення багатьох видів сучасної промислової продукції починається з розкрою матеріалу. Викроюють не тільки одяг і взуття, але і деталі корпусу корабля, кузов автомобіля, фюзеляж літака. Розкроюють тканини і шкіру, папір і скло, метал і пластмасу. Кроїти можна по-різному.

Модель задачі про раціональний розкрій матеріалів має важливе значення для економії матеріалів і сировини. Розглянемо постановку задачі.

Значна частина матеріалів надходить на підприємство у вигляді певних одиниць стандартних розмірів. Для виробничого використання його доводиться розрізати на частини, щоб одержати заготовки необхідної величини та форми. Виникає проблема мінімізації відходів матеріалів. Запишемо математичну постановку задачі. Позначимо через  $m$  кількість різних заготовок;  $V_i$  – план випуску заготовок  $i$ -го виду;  $n$  – кількість різних способів розкрою стандартного матеріалу;  $b_{ij}$  – кількість заготовок (кількість одиниць)  $i$ -го виду, одержаних за допомогою  $j$ -го способу розкрою;  $c_j$  – величина відходів при  $j$ -му способі розкрою.

За невідому  $x_j$  беремо величину вихідного матеріалу, яку потрібно розрізати  $j$ -тим способом, через  $Z$  позначимо загальну кількість відходів. Кількість заготовок  $i$ -го виду запишемо у вигляді:

$$b_{i1}x_1 + b_{i2}x_2 + \dots + b_{in}x_n = V_i.$$

Тому математична модель задачі має вигляд:

$$b_{11}x_1 + b_{12}x_2 + \dots + b_{1n}x_n = V_1,$$

$$b_{21}x_1 + b_{22}x_2 + \dots + b_{2n}x_n = V_2,$$

..... ,

$$b_{m1}x_1 + b_{m2}x_2 + \dots + b_{mn}x_n = V_m,$$

$$x_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, n),$$

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \quad (\min).$$

Характер моделі може змінитися, якщо в умові задати іншу мету. Наприклад, якщо ставиться задача про одержання заданої кількості заготовок із найменшої кількості вихідного матеріалу, то цільова функція має вигляд:

$$Z = \min(x_1, x_2, \dots, x_n).$$

Моделі розглянутих задач належать до класу задач лінійного програмування, оскільки до моделей усі невідомі входять у першому степені. Усі моделі задач складаються з двох частин: у першій – записують рівняння чи нерівності, які мають задовольняти реальні плани задачі, у другій – у вигляді

функції записують кінцевий результат. Першу частину задачі називають системою обмежень, другу – цільовою функцією або оптимізуючою формою.

**Приклад 4.1** Лист дефіцитного матеріалу розміром 6х13 метрів (рис. 4.1). Необхідно викроїти по кілька заготовок двох видів: заготовки А – розміром 5х4 м і заготовки Б – 2х3 м. Задача полягає в тому, щоб одержати як найбільше заготовок обох видів з найменшою кількістю відходів. Крім того, необхідно забезпечити комплектність заготовок: на 1 заготовку А повинно припадати 5 заготовок Б.

Як провести розкрій? Яке рішення прийняти?

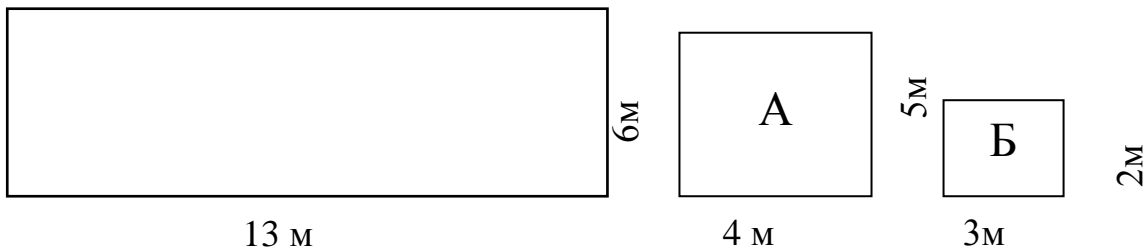
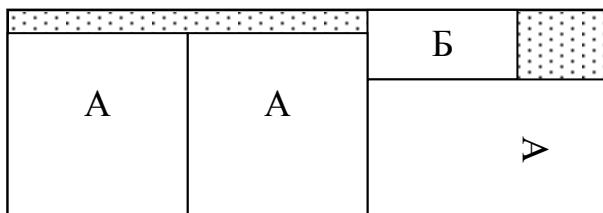


Рисунок 4.1 – Розмір заготовок

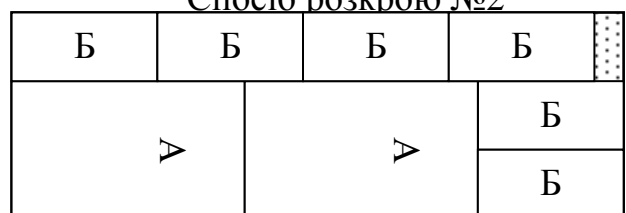
#### Рішення 4.1

- 1) Визначимо всі можливі способи розкрою листів указаних заготовок (рис. 4.2).
- 2) Необхідною умовою є отримання максимальної чисельності заготовок А з одного листа – вони більші, ніж Б, і для них важче знайти місце на листі.
- 3) При заданих розмірах неможливо викроїти більше трьох заготовок А з листа.
- 4) Виходячи з цього передбачимо способи розкрою для одержання трьох, двох і однієї заготовки А і якомога більшої кількості заготовок Б з листа.
- 5) Кожному способу дамо номер:
  - спосіб №1: 3 заготовки А і 1 заготовка Б;
  - спосіб № 2: 2 заготовки А і 6 заготовок Б;
  - спосіб № 3: 1 заготовка А і 9 заготовок Б.

#### Спосіб розкрою №1



#### Спосіб розкрою №2



#### Спосіб розкрою №3

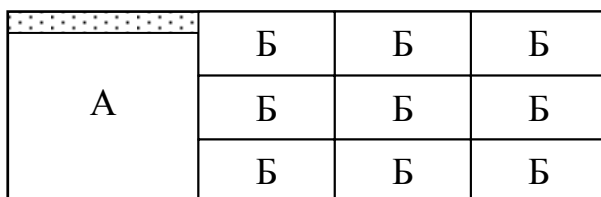


Рисунок 4.2 – Варіанти розкрою матеріалу



- 6) Відмітимо, що при всіх способах розкрою частина площі листа залишається невикористаною і йде у відходи. На рис. 4.2 ця площа заштрихована.
- 7) Для складання оптимального плану розкрою матеріалу побудуємо графік. На рис. 4.3 по вісі X відкладена кількість заготовок А, а по вісі Y – число заготовок Б. При цьому кожному способу розкрою відповідає своя точка на графіку.

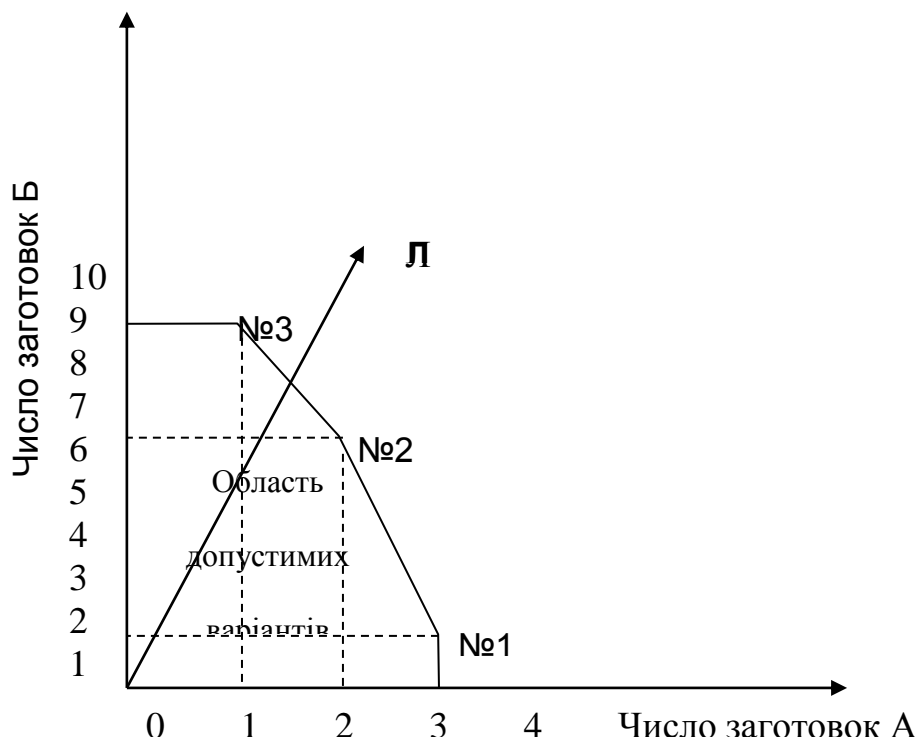


Рисунок 4.3 – Визначення оптимального плану розкрою матеріалу

- 8) Для забезпечення комплектності заготовок, необхідно обмежуватись лише тими точками області допустимих варіантів розкрою, що лежать на промені [ОЛ]. Всі точки променя [ОЛ] задовольняють відношенню заготовок А і Б, що вимагається: 1 : 5.

$$\frac{\text{Число заготовок } A}{\text{Число заготовок } B} = \frac{1}{5}.$$

Але питання залишається: який план розкрою найбільш раціональний?

- 9) Найбільш раціональний той план, якому відповідає точка, найбільш віддалена від початку координат (приймає граничне значення), адже при цьому число заготовок буде найбільшим. Цей план дає точку, що лежить на перетині променя [ОЛ] із межею області допустимих планів – лінією, що з'єднує способи №2 і №3. Ця точка знаходиться якраз посередині між ними. Отже, оптимальний план розкрою полягає у тому, що половина листів розкроюється способом №2, а половина – способом №3.
- 10) Перевіримо оптимальність обраного плану на прикладі партії – 200 листів.

- 11) Половину – 100 листів розкроїмо по способу №2 і одержимо:  $100 \times 2 = 200$  заготовок А і  $100 \times 6 = 600$  заготовок Б.
- 12) Другу половину листів розкроїмо способом №3 і одержимо:  $100 \times 1 = 100$  заготовок А і  $100 \times 9 = 900$  заготовок Б.
- 13) Всього отримуємо 300 заготовок А і 1500 заготовок Б. При цьому, комплектність 1 : 5 дотримується.

Оптимальність даного плану доводять наступні розрахунки.

Якщо робітник, який веде розкрій матеріалів не знає сучасних методів обґрунтування рішень і діє без розрахунку, на око, то не виключено, що він стане розкроювати дані 200 листів способами №1 і №3. Для того, щоб мати можливість порівняти окомірний план з оптимальним, приймемо, що способом №1 розкроювалось 50, а способом №3 – 150 листів. В результаті отримаємо наступні значення:

50 листів, що розкроєні способом № 1, дають:

$50 \times 3 = 150$  заготовок А і  $50 \times 1 = 50$  заготовок Б;

150 листів, що розкроєні способом № 3, дають:

$150 \times 1 = 150$  заготовок А і  $150 \times 9 = 1350$  заготовок Б.

Всього отримуємо 300 заготовок А і 1400 заготовок Б.

Куди ж зникли 100 заготовок Б, адже при оптимальному розкрої їх було 1500? Вони втрапилися в результаті нераціонального плану розкрою і пішли у відходи. Дефіцитний матеріал залишився невикористаним.

Таким чином, раціональний розкрій заощаджує 600 м<sup>2</sup> дефіцитного матеріалу: 100 (заготовок) Б ( 2м x 3 м = 600 м<sup>2</sup>).

Задача може змінитися, якщо із 200 листів можливо розкроювати заготовки будь-якого виду.

У цьому випадку на додаток до трьох способів розкрою, розглянутих у попередньому випадку, з'явиться четвертий спосіб, при якому на листі може розміститися 13 заготовок тільки одного виду Б (рис.4.4).

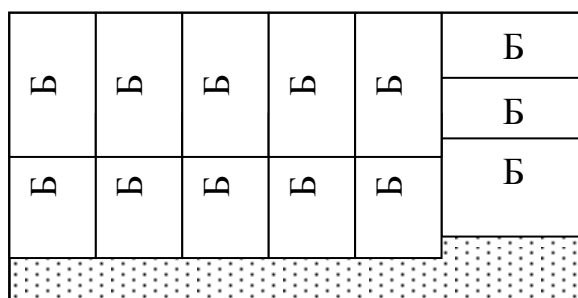


Рисунок 4.4 – План розкрою листів новим способом

На графіку (рис. 4.5) з'являється точка, що відповідає даному способу розкрою. Як видно з рисунку, оптимальний план розкрою можливий за умови розкрою 3/4 листів, способом №2, і 1/4 – способом №4.

Проведемо точний розрахунок по даному варіанту розкрою. Позначаючи через X частку аркушів, що розкроюються способом № 2, можна визначити:

число заготовок А:  $2X + 0(1 - X)$ , число заготовок Б:  $6X + 13(1 - X)$ .

У приведених розрахунках  $2X$  – число заготовок А розкроєні способом №2, а  $0(1 - X)$  – число заготовок А, що розкроєні способом №4.

$6X$  – число заготовок Б при способі № 2, а  $13(1 - X)$  – число заготовок Б при способі № 4.

З іншого боку, відомо, що:

$$\frac{\text{Число заготовок А}}{\text{Число заготовок Б}} = \frac{1}{5}.$$

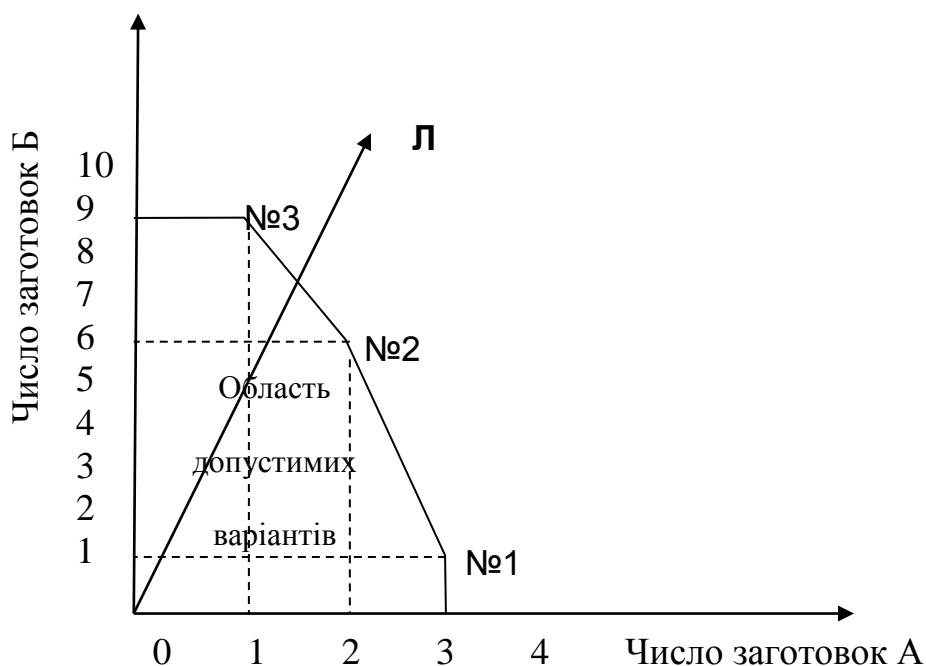


Рисунок 4.5 – Розкрий матеріалу способом №4

Отже,

$$\frac{2X}{6X + 13(1 - X)} = \frac{1}{5}.$$

Звідки,  $X = 0,764$ .

Отже, способом № 2 варто розкроювати:  $0,764 \times 200 = 153$  листа, а способом №4:  $200 - 153 = 47$  листів.

Даний варіант розкрою дозволяє отримати  $153 \times 2 = 306$  заготовок А і  $153 \times 6 + 47 \times 13 = 1529$  заготовок Б, тобто 305 повних комплектів.

### 4.3 Постановка завдання

4.3.1 Ознайомитись із теоретичними відомостями за темою заняття.

4.3.2 Для вирішення проблеми оптимального планування розкрою матеріалу необхідно використати наступні дані:

а) з листа дефіцитного матеріалу розміром  $P$  необхідно викроїти заготовки двох видів (А і Б) таким чином, щоб отримати як можна більше заготовок з мінімальною кількістю відходів, витримуючи комплектність  $L$ .

б) провести розрахунки з визначенням оптимального плану розкрою матеріалу відповідно до обраного варіанту завдання.

#### **4.4 Порядок виконання роботи**

4.4.1 За попереднім аналізом даних про розмір листа матеріалу і заготовок зробити вибір способів розкрою листа матеріалу.

4.4.2 Зробити відповідні розрахунки для визначення оптимального плану розкрою матеріалу.

4.4.3 Побудувати графічну модель допустимих варіантів розкрою з урахуванням вимог щодо комплектності згідно варіанту завдання.

4.4.4 Зробити перевірку обраного варіанту рішення і надати висновки.

4.4.5 Дайте відповіді на контрольні запитання з метою підготовки до захисту індивідуального завдання.

#### **4.5 Оформлення і захист**

У звіті про виконання індивідуального завдання відображається найменування практичного завдання, мета, вихідні дані, завдання, результати розрахунків і висновки.

При захисті роботи студент повинен оформити і захистити свій варіант рішення індивідуального завдання і відповісти на контрольні запитання.

#### **4.5 Контрольні питання**

- 1) В чому заключається важливість задачі про раціональний розкрій матеріалів?
- 2) У яких сферах діяльності використовується розкрій матеріалів?
- 3) До якої підсистеми системи менеджменту відносяться дані завдання щодо оптимізації плану розкрою матеріалу?
- 4) За допомогою якого математичного алгоритму можна вирішити завдання лабораторної роботи?
- 5) Які ще існують способи рішення даного класу задач?
- 6) Назвіть умови, за якими дана постановка завдання не має рішення?
- 7) Чим оптимальність відрізняється від раціональності?
- 8) Як оцінюється оптимальність варіанту розкрою матеріалу з економічної точки зору?

## Практичне заняття № 5

### ЗАДАЧА КАНТОРОВИЧА ДЛЯ ОДНОГО "ВЕРСТАТА"

#### 5.1 Мета:

- 1) ознайомитись з методами теорії дослідження операцій (теорії оптимальних рішень) для рішення задач управління;
- 2) придбати навички рішення задач календарного планування методами теорії розкладів;
- 3) розвинути комбінаторне мислення у студентів.

#### 5.2 Необхідні теоретичні відомості

##### 5.2.1 Історична довідка

У 1938 році до двадцятип'ятирічного професора Ленінградського університету Леоніда Віталійовича Канторовича звернулися представники фанерного тресту із незвичайним проханням. Необхідно було розрахувати найвигідніший розподіл роботи восьми "верстатів" при умові, що відома продуктивність кожного "верстата" по кожному із п'яти видів матеріалу.

Молодий вчений знайшов дуже дотепний метод вирішення "верстатної" задачі: швидкий та точний. Але висновок, зроблений Л. Канторовичем, виходить далеко за межі проблем фанерного тресту. Відштовхуючись від часткової задачі, вчений знайшов загальний метод вирішення цілого ряду найважливіших економіко-виробничих проблем. Новий метод згодом отримав назву *лінійного програмування*, відповів на питання, як управляти виробництвом, щоб забезпечити максимальний випуск продукції необхідного асортименту, як найкращим чином розподілити посівні площі, як скласти раціональний план перевезення вантажів тощо.

У 1975 році спільно з американським професором Т. Кумпансом академік Л. Канторович отримав за свій метод Нобелівську премію з економіки. Сьогодні цей метод визнаний у всьому світі.

Лінійне, а в більш широкому значенні – математичне програмування зараз один із основних методів виробничо-економічних рішень, що підвищують ефективність роботи підприємств та організацій.

До задач, які вирішуються методом лінійного програмування відносяться задачі оптимального розкладу: "задача директора", „задача одного виконавця”, „задача двох "верстатів"”, „задача трьох "верстатів"”, „задача оптимального раціону”, „задача оптимального розкрою матеріалу” тощо.

##### 5.2.2 Постановка задачі

Перед вирішенням будь-якої задачі розробки розкладу її, перш за все, необхідно представити як математичну задачу.

Існує значна чисельність різноманітних способів представлення задач планування. Найбільш поширені – графічні (план-графік, часові діаграми, графіки Ганта, сіткові графіки) та табличні методи. Однак графічні методи мало придатні при практичному використанні у випадках, коли маємо справу із

важкоосязними графіками – при значному обсязі робіт та варіантності їх перестановок.

Табличні методи представлення розкладу також підходять лише при обмеженій чисельності та їх визначеності. Пошук оптимальних варіантів у такому випадку також ускладнений.

Найбільш прийнятним є формалізований опис задач календарного планування, який доцільно починати з вивчення поняття та сутності “перестановок”.

Багато практичних задач календарного планування зводяться до встановлення черги виконання деяких робіт або упорядкування об’єктів деякої природи. При визначенні варіантів є можливість говорити про перестановки цих робіт (об’єктів). Якщо пронумерувати роботи, то задача зводиться до визначення можливої кількості послідовно розташованих в будь-якому порядку чисел від 1 до  $n$ , тобто до визначення  $n$  – перестановок. Довільну  $n$  – перестановку будемо визначати символом:

$$\sigma_n = (i_1, i_2, i_3, \dots, i_k \dots i_n), \quad (5.1)$$

де  $i_k$  – число, яке стоїть у перестановці  $\sigma_n$  на  $k$  – тому місці від початку.

В спеціальній математичній дисципліні – комбінаториці встановлено, що число  $P(n)$  всіх можливих перестановок  $n$  чисел дорівнює добутку чисел від 1 до  $n$ , який називається  $n$ -факторіалом і визначається наступним чином:

$$n! = 1 \times 2 \times 3 \times \dots \times n. \quad (5.2)$$

Необхідно відзначити, що  $n!$  дуже швидко зростає з ростом  $n$ , швидше, ніж степенева функція  $a^n$ . Так при  $n = 10$   $n! = 3628800$ , а при  $n = 10$  –  $2,433 \times 10^{18}$ , тобто при чисельності робіт, що дорівнює всього 20, кількість комбінацій в послідовності їх виконання складає астрономічну цифру.

### **5.2.3 Екстремальні перестановки**

При визначенні оптимального рішення необхідно знайти таку  $n$ -перестановку  $\sigma_n$  із усіх можливих, при якій певна функція  $F(\sigma_n)$  досягне екстремуму (мінімуму або максимуму) в залежності від постановки задачі та визначеному способу розрахунку  $F(\sigma_n)$  на кожній перестановці  $\sigma_n$ . Функцію, екстремум якої знаходиться в певній задачі, називають оптимізуючою функцією або функцією-критерієм.

Вибір функції-критерію є дуже важливим і складним у постановці задачі. Від успішності методики визначення та формалізації запису оптимізуючої функції залежить успішність вибору рішення. Для кожного випадку календарного планування вибирається завжди свій вид функції.

### **5.2.4 Методи рішення задач календарного планування**

Не існує єдиного підходу до рішення задач теорії розкладу. Ряд простих задач вирішується за допомогою спеціальних правил, що допомагають знайти рішення без перебору варіантів. Це дозволяє уникнути значного числа складних

логічних та розрахункових операцій. До таких задач відноситься задача одного "верстата" (задача директора) та задача двох "верстатів" .

#### 5.2.4.1 Задача одного "верстата"

*Постановка задачі одного "верстата" (задачі директора):*

На верстаті обробляють  $n$  типорозмірів виробів. Час обробки виробу  $i$ -того типорозміру дорівнює  $T_i$ , кількість виробів  $i$ -того типорозміру дорівнює  $\alpha_i$ . Необхідно встановити таку послідовність обробки виробів, при якій загальний час простоювання робочого місця під час очікування своєї черги обробки був мінімальним, тобто:

$$F(\sigma_n) = \sum \alpha_i T_i \rightarrow \min \quad (5.3)$$

Формулювання задачі у вигляді „виріб – робоче місце” є традиційним, оскільки багато задач зводиться до неї, які мають загальне визначення – задачі черговості.

*Правило розв'язання цих задач дуже просте:*

Перестановка  $\sigma'_n = (i_1, i_2, i_3, \dots, i_k \dots i_n)$ , є рішенням задачі одного "верстата", коли:

$$\alpha_i T_i \leq \alpha_j T_j \leq \dots \leq \alpha_n T_n \quad (5.4)$$

Тобто, найменший сумарний час очікування буде при складанні розкладу у порядку збільшення терміну операцій або зайнятості робочого місця.

#### 5.2.4.2 Приклад рішення задачі одного "верстата" (задача директора)

На прийом до директора записалося декілька відвідувачів. Секретарка директора розмістила список відвідувачів в алфавітному порядку, вказавши для кожного приблизний потрібний час прийому. Прізвища записаних на прийом позначені в списку великими літерами (табл. 5.1).

Таблиця 5.1 – Список відвідувачів до директора

№ п/п	Прізвища (початкові літери прізвищ)	Термін прийому, хв.
1	Б	25
2	Д	15
3	Е	10
4	К	5
5	С	35
6	Т	30
Сумарний час		120

На весь прийом директор відвів 2 години (120 хвилин), тому прийшлося обмежитися всього шістьома відвідувачами.

Чи є складений розклад найкращим?

**Рішення.** Якщо виходити із загального часу прийому, то кожна черговість відвідувачів рівнозначна: сумарний час прийому не змінюється при будь-якій послідовності. А от з точки зору відвідувача, який очікує своєї черги розклад прийому вагомий.

Підрахуємо загальний час очікування як суму часу очікування всіх відвідувачів. При нашому розкладі списку відвідувачів він складатиме 260 хвилин (4 год. 20 хв.).

Таблиця 5.2 – Список відвідувачів до директора і час їх очікування

№ п/п	Прізвища (початкові літери прізвищ)	Термін прийому, хв.	Час очікування, хв.
1	Б	25	0
2	Д	15	25
3	Е	10	40
4	К	5	50
5	С	35	55
6	Т	30	90
Сумарний час		120	260

Звичайно час очікування бажано скоротити, склавши інший розклад відвідувачів, а саме: розташували відвідувачів послідовно із збільшенням часу їх прийому. У такому випадку новий розклад прийому буде мати наступний вигляд (табл. 5.3).

Таблиця 5.3 – Оптимальний розклад прийому

№ п/п	Прізвища (початкові літери прізвищ)	Термін прийому, хв.	Час очікування, хв.
1	К	5	0
2	Е	10	5
3	Д	15	15
4	Б	25	30
5	Т	30	55
6	С	35	85
Сумарний час		120	190

Отриманий оптимальний розклад дозволяє зменшити сумарний час очікування на 70 хв. (1 год. 10 хв.), що дозволяє використовувати цей час на корисні справи.

Задача директора знаходить своє використання не тільки у приймальні директора. Таким чином можна розробити і розклад черговості роботи верстата, іншого обладнання або робочого місця з різноманітними виробами.



### 5.2.4.3 Приклад рішення задачі одного "верстата"

**Постановка задачі:** Встановити таку черговість обробки  $n$  різноманітних типорозмірів виробів на верстаті, при якій тривалість обробки партії виробів була б мінімальною. При цьому тривалість обробки виробу  $i$ -того типорозміру дорівнює  $T_i$ , число деталей  $i$ -того типорозміру становить  $\alpha_i$ .

Таблиця 5.4 – Вихідні і розрахункові дані до задачі одного "верстата"

Параметри Типорозмір, $n$	1	2	3	4	5	6	7
Число деталей, $\alpha_i$ , один.	15	17	20	23	31	18	43
Тривалість обробки деталі, $T_i$	7	4	3	12	11	1	2
Тривалість обробки деталей $i$ -того типорозміру, $\alpha_i T_i$ , хв	105	68	60	276	341	18	86

### 5.2.4.4 Рішення задачі

Задача зводиться до визначення такої послідовності обробки виробів, при якій загальний час обробки на верстаті всіх операцій був би мінімальним, тобто до пошуку перестановки:

$$\sigma_n = (i_1, i_2, i_3, \dots, i_k \dots i_n),$$

з функцією-критерієм:

$$F(\sigma_n) = \sum \alpha_i T_i.$$

Задача вирішується за допомогою прийому перестановки.

*Правило розв'язання:*

Перестановка  $\sigma_n = (i_1, i_2, i_3, \dots, i_k \dots i_n)$  буде рішенням задачі одного "верстата" за критерієм (5.5) тоді, коли

$$\alpha_{i1} T_{i1} \leq \alpha_{i2} T_{i2} \leq \dots \leq \alpha_{in} T_{in} \quad (5.6)$$

Для кожного типорозміру розрахуємо  $\alpha_i T_i$  і заносимо до таблиці 5.4.

Проаналізувавши отримані результати і використовуючи умову (5.6), отримуємо оптимальну послідовність обробки:

$$\sigma_{\text{оптим}} = (6, 3, 2, 7, 1, 4, 5).$$

## 5.3 Постановка задачі

5.3.1 Встановити таку черговість обробки  $n$  різноманітних типорозмірів виробів на кожному робочому місці, при якій тривалість обробки партії виробів була б мінімальною. При цьому тривалість обробки виробу  $i$ -того дорівнює  $T_i$ , число виробів  $i$ -того типорозміру становить  $\alpha_i$ .

5.3.2 Для вирішення поставленої задачі необхідно отримати індивідуальний варіант завдання (Додаток Д).

5.3.3 Скласти оптимальний розклад робіт за обраним варіантом, проаналізувати отримані результати і зробити висновки.

### **5.4 Порядок виконання завдання**

5.4.1 Ознайомитися з теоретичними відомостями.

5.4.2 Вивчити методику розв'язання задач планування методами теорії розкладу.

5.4.3 Розв'язати приклад індивідуально згідно варіанту завдань (Додаток Д).

5.4.4 Дайте відповіді на контрольні запитання з метою підготовки до захисту індивідуального завдання.

### **5.5 Оформлення і захист індивідуального завдання**

У звіті про виконання індивідуального завдання відображаються найменування лабораторної роботи, мета, постановка задачі, вихідні дані, результати і аналіз розрахунків, висновки.

При захисті роботи, кожен студент повинен оформити і захистити свій варіант рішення індивідуального завдання і відповісти на контрольні запитання.

### **5.6 Контрольні питання**

1) За допомогою якого математичного апарату вирішується проблема оптимізації рішень у складних ситуаціях?

2) До якого класу задач відносять задачу одного "верстата" (директора)?

3) Положення якої теорії дозволяють знайти оптимальний варіант календарного планування?

4) З якою метою необхідно намагатися знайти оптимальний варіант розкладу?

5) Які виникають труднощі щодо багатоваріантності розкладів?

6) За яких причин використовують формалізований опис ситуацій?

7) Що включає формалізований опис ситуацій?

8) Назвіть головний принцип щодо рішення задач теорії розкладів.

9) Назвіть задачі теорії розкладів, які ви знаєте.

10) Які способи представлення задач календарного планування ви можете назвати?

11) Що таке перестановка і як визначити число всіх можливих перестановок?

12) Що таке екстремальна перестановка і як її визначити?

13) Які методи рішення задач календарного планування ви можете назвати?

14) Сформулюйте задачу одного "верстата" і алгоритм її рішення.

15) Яке вирішальне правило задачі одного "верстата"?

## Практичне заняття № 6

### ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАВАНТАЖЕННЯ "ДВОХ "ВЕРСТАТІВ" (ЗАДАЧА ДЖОНСОНА)

#### 6.1 Мета:

- 1) ознайомитись з методами теорії дослідження операцій (теорії оптимальних рішень) для рішення задач управління;
- 2) придбати навички вирішення задач календарного планування методами теорії розкладів;
- 3) розвинути комбінаторне мислення у студентів.

#### 6.2 Необхідні теоретичні відомості

**6.2.1 Необхідні теоретичні відомості щодо рішення задач планування методами теорії розкладів дивись п.5.2 практичного заняття №5.**

#### 6.2.2 Формулювання задачі двох "верстатів" (Задача Джонсона)

Необхідно обробити за мінімальний час  $n$  виробів. Кожний виріб  $i$  обробляється спочатку на першому робочому місці (перша операція), тривалість обробки становить  $\alpha_i$ , а потім на другому робочому місці (друга операція) з тривалістю обробки  $b_i$ .

В задачі двох "верстатів" існує суворе правило, згідно якого для створення оптимального порядку обробки: спочатку вибирають всі вироби, у яких тривалість обробки  $\alpha_i$  коротша ніж час обробки другої  $b_i$ . Ці вироби обробляються у порядку зростання  $\alpha_i$ , а інші вироби, у яких  $b_i < \alpha_i$ , обробляються у порядку зменшення  $b_i$ .

Необхідно пам'ятати, що для задачі двох "верстатів", друга операція може виконуватися лише у разі, коли закінчилася обробка першого виробу на першому робочому місці. А також, поки друге робоче місце зайняте обробкою попереднього виробу, наступний виріб не може оброблятися.

#### 6.2.3 Постановка задачі двох "верстатів"

Знайти таку послідовність обробки виробів на двох робочих місцях, щоб тривалість обробки всієї партії виробів була мінімальною. При цьому кожний  $i$ -тий виріб обробляється спочатку на першому робочому місці з тривалістю обробки  $\alpha_i$ , а потім – на другому з тривалістю обробки  $b_i$ .

Таблиця 6.1 – Вихідні дані задачі двох "верстатів"

$I$	1	2	3	4	5	6
$\alpha_i$	3	2	4	1	4	2
$b_i$	1	4	3	2	2	5

### 6.2.4 Рішення задачі

В оптимальному рішенні порядок обробки виробів на першому та другому робочому місці однаковий і задається перестановкою:

$$\sigma_n = (i_1, i_2, i_3, \dots, ik, \dots in).$$

Для рішення задачі використовуємо наступне правило розв'язання:

Нехай маємо  $k$  таких  $i$ , що  $\alpha_i \leq b_i$ . У цьому випадку, якщо  $\alpha_{il} \leq b_{il}$  для  $l \leq k'$  і крім цього  $\alpha_{il} \leq \alpha_{i+1}$  при  $l \leq k'$ ;

$\alpha_{il} \leq b_{il}$  для  $l > k'$  і крім цього  $b_{il} \geq b_{i+1}$  при  $l > k'$ , то

$$\sigma_n = (i_1, i_2, i_3, \dots, ik, i_{k+1}, \dots in) - \text{оптимально.}$$

Згідно твердження, спочатку вибираються вироби  $i$ , у яких перша операція  $\alpha_i$  коротша за другу  $b_i$ . Ці деталі обробляються у порядку зростання  $\alpha_i$ .

Таблиця 6.2 – Оптимальний розклад роботи двох "верстатів", од. часу

$I$	4	2	6	3	5	1
$i_{new}$	1	2	3	4	5	6
$\alpha_i$	1	2	2	4	4	3
$b_i$	2	4	5	3	2	1

Відповідно, оптимальне рішення:  $\sigma_n = (4, 2, 6, 3, 5, 1)$ .

Для з'ясування ступеня оптимізації відносно будь-якого рішення, слід побудувати часові діаграми:

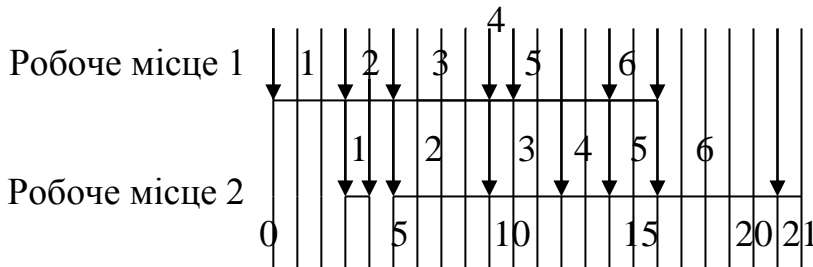


Рисунок 6.1 – Часова діаграма для  $\sigma_1 = (1, 2, 3, 4, 5, 6)$

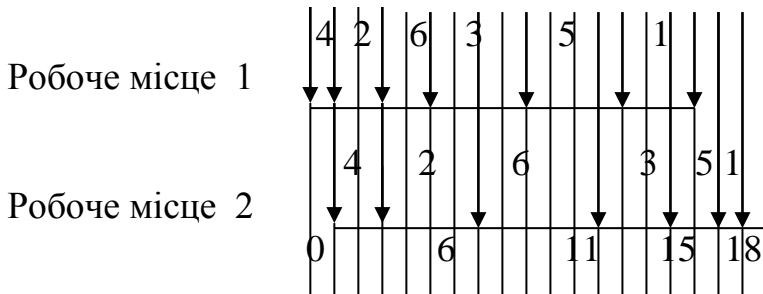


Рисунок 6.2 – Часова діаграма для  $\sigma_{\text{оптим}} = (4, 2, 6, 3, 5, 1)$

Оптимальний час роботи двох робочих місць: 18хв., що на 14,3% коротше, ніж попередній варіант.

### **6.3 Постановка задачі**

6.3.1 Маємо 2 верстати, на яких послідовно обробляються 10 виробів. У таблиці дається послідовність обробки кожного з 10 виробів. Розробити оптимальну послідовність обробки виробів, використовуючи правило черги.

6.3.2 Для вирішення поставленої задачі необхідно отримати індивідуальний варіант завдання (Додаток Е).

6.3.3 Скласти оптимальний розклад робіт за обраним варіантом, проаналізувати отримані результати і зробити висновки.

### **6.4 Порядок виконання роботи**

6.4.1 Ознайомитися з теоретичними відомостями.

6.4.2 Вивчити методику розв'язання задач планування методами теорії розкладів.

6.4.3 Розв'язати індивідуальний приклад згідно варіанту завдання (Додаток Е).

6.4.4 Дайте відповіді на контрольні запитання з метою підготовки до захисту індивідуального завдання.

### **6.5 Оформлення і захист індивідуального**

У звіті про виконання індивідуального завдання відображаються назва практичного заняття, мета, постановка задачі, вихідні дані, результати і аналіз розрахунків, висновки.

При захисті роботи студент повинен оформити звіт згідно вимог, захистити свій варіант розв'язання індивідуального завдання і відповісти на контрольні запитання.

### **6.6 Контрольні питання**

Дивись контрольні запитання до практичного завдання №5, а також:

- 1) Що розуміється під терміном дослідження операцій?
- 2) Який зміст і призначення теорії розкладів?
- 3) Які задачі теорії розкладів ви можете назвати?
- 4) Для чого виникає потреба у побудові часових діаграм?
- 5) Сформулюйте задачу двох "верстатів" і алгоритм її рішення.
- 6) Сформулюйте правило розв'язання задачі двох "верстатів" .

## Практичне заняття № 7

### ОПТИМІЗАЦІЯ ПЛАНУВАННЯ МЕТОДАМИ ТЕОРІЇ РОЗКЛАДІВ (ЗАДАЧА ТРЬОХ "ВЕРСТАТІВ" )

#### 7.1 Мета:

- 1) ознайомитись з методами теорії дослідження операцій (теорії оптимальних рішень) для рішення задач управління;
- 2) придбати навички рішення задач календарного планування методами теорії розкладів;
- 3) розвинути комбінаторне мислення у студентів.

#### 7.2 Необхідні теоретичні відомості

Необхідні теоретичні відомості дивись в п. 5.2 практичного завдання №5.

##### 7.2.1 Постановка задачі трьох "верстатів"

Дано  $n$  – виробів, кожний із яких обробляється послідовно на трьох робочих місцях. Тривалість першої операції на першому верстаті для  $i$ -того виробу будемо визначати через  $a_i$ , другої операції на другому робочому місці –  $b_i$ , третьої на третьому робочому місці –  $c_i$ . Вважаємо, що наступна операція не може починатися доти, поки не закінчиться попередня.

##### 7.2.2 Рішення задачі трьох "верстатів"

Кожний розклад на трьох робочих місцях можна представити як  $n$ -перестановку:  $\sigma_n = (i_1, i_2, i_3, \dots, i_k, \dots, i_n)$ .

Тоді задача зводиться до пошуку екстремальної перестановки.

Для вирішення задачі трьох "верстатів" рекомендується застосовувати **метод домінування**. Правило домінування включає процедури, які дозволяють відносно певних  $\sigma_k^1$  і  $\sigma_k^2$  визначити, що одне з них краще. Порівнювати можна тільки ті  $\sigma_k^1$  і  $\sigma_k^2$ , які можна вважати ідентичними. Так, для задачі трьох "верстатів" до цих послідовностей можуть входити тільки одні й ті ж вироби.

##### **Правило домінування для задачі трьох "верстатів" :**

Фрагменти рішення  $\sigma_k^1$  і  $\sigma_k^2$  можна порівнювати в тому випадку, якщо множина виробів, що формує послідовність  $\sigma_k^1$ , дорівнює множині виробів, що формують  $\sigma_k^2$  (тільки розміщені вони в різному порядку).

Варіант  $\sigma_k^1$  кращий за варіант  $\sigma_k^2$ , якщо одночасно:

$$\mathbf{B}(\sigma_k^1) \leq \mathbf{B}(\sigma_k^2) \text{ і } \mathbf{C}(\sigma_k^1) \leq \mathbf{C}(\sigma_k^2), \quad (7.1)$$

де  $\mathbf{B}(\sigma_k)$  – час закінчення обробки перших  $k$  операцій в  $\sigma_n$  на другому робочому місці;

$\mathbf{C}(\sigma_k)$  – час закінчення обробки перших  $k$  операцій в  $\sigma_n$  на третьому робочому місці.

На основі цього правила будується алгоритм рішення задачі трьох "верстатів" методом домінування (рис. 7.1).

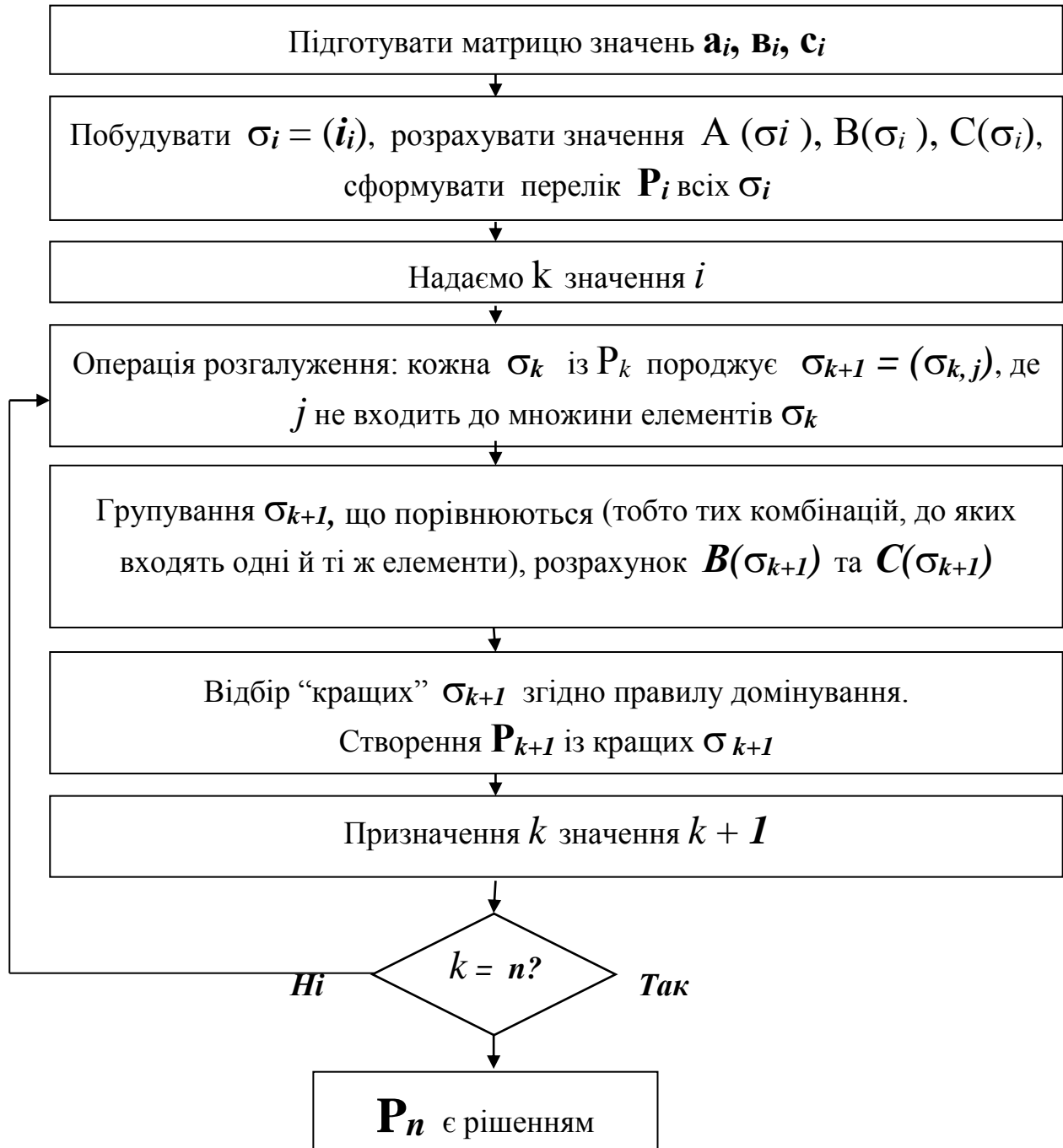


Рисунок 7.1 – Схема алгоритму рішення задачі трьох "верстатів"

Дамо пояснення до деяких елементів, що зображені на рис. 7.1.

Операція "розгалуження" вказує на необхідність перегляду всіх  $\sigma_k$  даного  $k$ -того рівня, що доречні для розгалуження. Для кожного  $\sigma_k$ , що вивчається, (вони звичайно відмічаються знаком +) виконують побудову всіх можливих  $\sigma_{k+1}$  шляхом приєднання до наявних комбінацій номерів виробів  $\sigma_{k+1}$  по чергово номерів виробів  $j$ , що не входять до даної перестановки.

У блоці "Групування порівнюємих  $\sigma_{k+1}$ " проводять відбір із всієї множини  $\sigma_{k+1}$  комбінацій, до яких входять одні й ті ж елементи та визначення часу закінчення обробки  $k$  перших операцій на першому верстаті  $\mathbf{A}(\sigma_k)$ , на другому верстаті –  $\mathbf{B}(\sigma_k)$  та на третьому верстаті –  $\mathbf{C}(\sigma_k)$ .

Для визначення **A**, **B**, **C** доцільно використовувати графічний метод.

Припустимо, що вибрали в групу порівнюємих виробів 2, 1, 5. Відповідно, до цієї комбінації будемо граф (рис. 7.2).

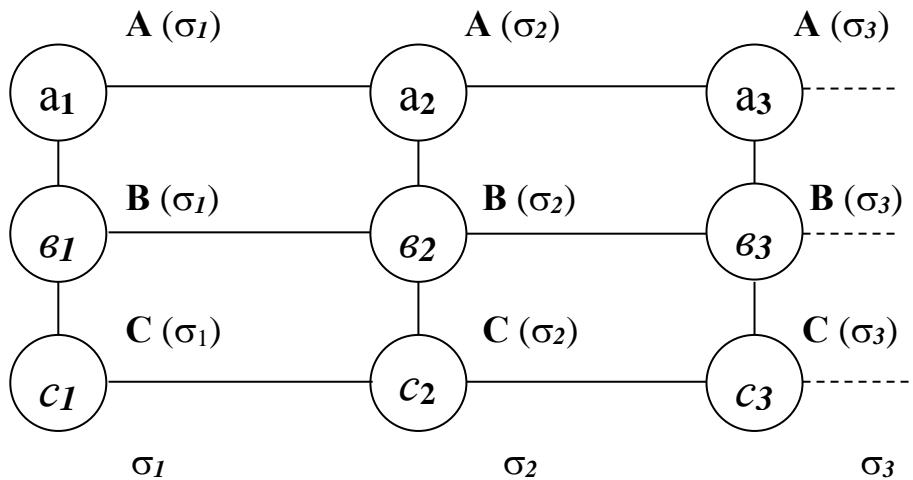


Рисунок 7.2 – Граф для визначення  $A(\sigma_k)$ ,  $B(\sigma_k)$  і  $C(\sigma_k)$

Час закінчення обробки  $k$ -того виробу можна визначити, виходячи із наступних залежностей:

$$A(\sigma_1) = a_1; \quad (7.2)$$

$$B(\sigma_1) = a_1 + b_1 = A(\sigma_1) + b_1; \quad (7.3)$$

$$C(\sigma_1) = a_1 + b_1 + c_1 = B(\sigma_1) + c_1; \quad (7.4)$$

$$A(\sigma_k) = A(\sigma_{k-1}) + a_k; \quad (7.5)$$

$$B(\sigma_k) = \max(A(\sigma_k), B(\sigma_{k-1})) + b_k; \quad (7.6)$$

$$C(\sigma_k) = \max(B(\sigma_k), C(\sigma_{k-1})) + c_k; \quad (7.7)$$

Визначення  $\max(A(\sigma_k), B(\sigma_{k-1}))$  означає, що із двох значень  $A(\sigma_k)$  та  $B(\sigma_{k-1})$  вибирається найбільше і підставляється у формули (7.6), (7.7).

### 7.2.3 Послідовність рішення задачі трьох "верстатів" методом домінування

1) Записати вихідні дані – час обробки виробів на кожному з трьох "верстатів".

2) Побудувати всі можливі  $\sigma_1 = (i_1)$ , записати їх у табл. Ж.2 (Додаток Ж). Сформував перелік всіх елементів  $P_i$  (7.1).

3) Для кожного  $\sigma_i$  розрахувати  $A(\sigma_i)$ ,  $B(\sigma_i)$  і  $C(\sigma_i)$  за формулами (7.20), (7.3), (7.4).

4) Провести операцію розгалуження: до кожного елементу із  $\sigma_1$  додати елемент (номер виробу), створив  $\sigma_2 = (i_1, i_2)$ , причому  $i_1 \neq i_2$ . Множину всіх  $\sigma_2$  необхідно розбити на групи попарно таким чином, щоб у групі було тільки два елементи. Наприклад, група (3,4), (4,3) або група (1,2), (2,1). Групи записують до табл. 7.3 до графі  $\sigma_2$ .

5) Користуючись графом (рис. 7.2, 7.3) або формулами (7.5), (7.6), (7.7),



необхідно провести розрахунки  $A(\sigma_2)$ ,  $B(\sigma_2)$  і  $C(\sigma_2)$ . Результати розрахунків занести у табл. 7.3 до граф А, В, С.

Наприклад, необхідно розрахувати час закінчення обробки на першому, другому та третьому робочих місцях пари виробів  $\sigma_2 = (3, 4)$ . Час обробки виробів  $i = 3$  на трьох верстатах послідовно буде відповідно становити:  $t_3 = 5, 8, 1$ , а вироби з номером  $i = 4$  -  $t_4 = 1, 5, 3$  хвилини. Граф має наступний вигляд:

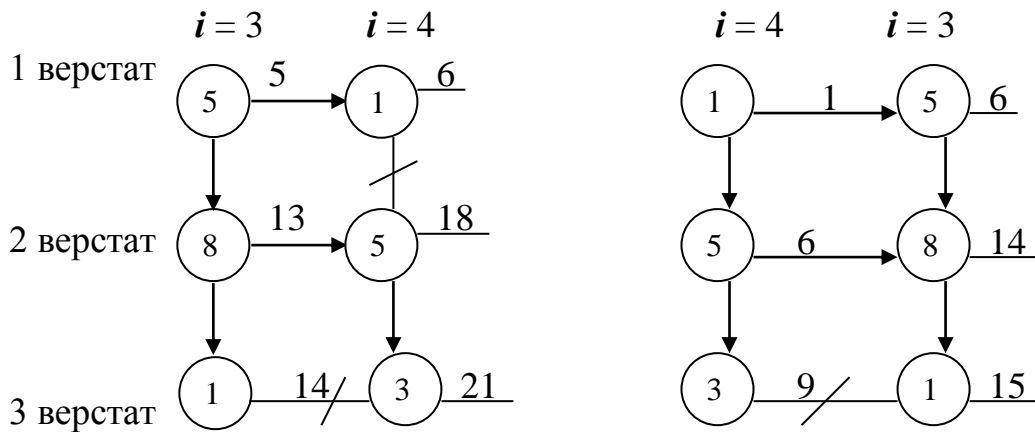


Рисунок 7.3 – Граф для визначення  $A(\sigma_2)$ ,  $B(\sigma_2)$  і  $C(\sigma_2)$

Результати розрахунку занести у таблицю.

6) В кожній графі із двох  $\sigma_2$  – відмітити в графі  $z$  плюсом (+) ту послідовність, в якій буде найменшим і  $B(\sigma_2)$ , і  $C(\sigma_2)$ , ті значення  $\sigma_2$ , що залишилися, відмітити мінусом (-). Якщо дані вимоги не виконуються та неможливо виділити домінуючу послідовність, то необхідно ті дві  $\sigma_2$  відмітити плюсом (+).

7) Із відмічених (+) послідовностей формується множина допустимих  $\sigma_2$  -  $P_2$ .

8) Провести операцію розгалуження для кожної  $\sigma_2$  із  $P_2$ , додаючи до двох елементів  $\sigma_2$  третій із множини  $P_1$ , який відсутній у  $\sigma_2$ .

9) Згрупувати порівнювальні  $\sigma_3$ , таким чином, щоб у групі використовувалися тільки три елементи, подібно до того, як виконувались дії із  $\sigma_2$ .

10) Розрахувати за допомогою графа  $A(\sigma_3)$ ,  $B(\sigma_3)$  і  $C(\sigma_3)$  та відібрати “кращі”  $\sigma_3$  згідно того ж правила домінування, що і для  $\sigma_2$ . Відмітити їх (+). Всі дані по  $\sigma_3$  занести до табл.

11) Аналогічно провести дії по визначенню “кращих”  $\sigma_4$  та  $\sigma_5$ . Найкраща  $\sigma_5$  і є оптимальною послідовністю обробки п’яти виробів на трьох робочих місцях, яку шукаємо.

12) Розрахувати за допомогою графу час обробки довільної послідовності, що не входить до групи оптимальних, і порівняти із часом оптимальної послідовності обробки.

- 13) Побудувати Гант-карти для двох даних послідовностей.  
 14) Зробити висновки про результати виконаних розрахунків.

### 7.2.4 Приклад розв'язання задачі трьох "верстатів" методом домінування

**7.2.4.1 Постановка задачі.** Дано  $n$  виробів, кожен із яких обробляється послідовно на трьох робочих місцях. Тривалість першої операції на першому верстаті для  $i$ -того виробу будемо визначати через  $a_i$ , другої операції на другому верстаті –  $b_i$ , третьої на третьому верстаті –  $c_i$ . Вважаємо, що операція на другому робочому місці не може починатися доти, поки не закінчиться обробка попереднього виробу.

Задача зводиться до пошуку екстремальної перестановки.  
 Вихідні дані наведені в табл. 7.1.

Таблиця 7.1 – Вихідні дані до задачі трьох "верстатів", од. часу

$I$	1	2	3	4	5	6
$a_i$	1	3	2	2	1	3
$b_i$	2	2	2	4	5	2
$c_i$	3	3	2	2	3	1

#### 7.2.4.2 Рішення задачі

Складемо таблиці для всіх можливих  $\sigma_l \leq i_l$ . Для кожного  $\sigma_l$  розрахуємо  $A(\sigma_l)$ ,  $B(\sigma_l)$  і  $C(\sigma_l)$  за формулами (7.2, 7.3, 7.4).

$A(\sigma_l)$ ,  $B(\sigma_l)$  і  $C(\sigma_l)$  розрахуємо наступним чином:

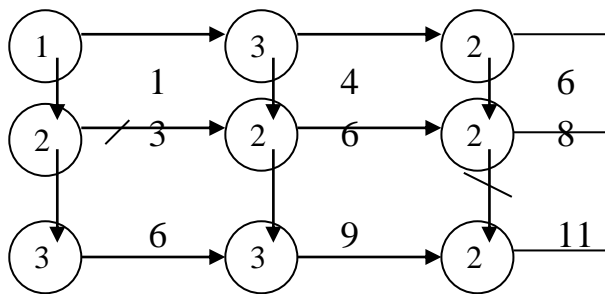


Рисунок 7. 4 – Приклад графу для розв'язання задачі

Розрахуємо для кожної деталі окремо  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_4, \sigma_5, \sigma_6$ , а результати розрахунків зведемо в табл. 7.2 – 7. 7.

Таблиця 7.2 – Розрахунок  $\sigma_1$

$\sigma_1$	A, B, C	$\sigma_1$	A, B, C	$\sigma_1$	A, B, C
(1)	1, 3, 6	(3)	2, 4, 6	(5)	1, 6, 9
(2)	3, 5, 8	(4)	2, 6, 8	(6)	3, 5, 6

Розглянемо комбінації із двох виробів. За допомогою правила домінування знаходимо оптимальні варіанти.

Таблиця 7. 3 – Розрахунок  $\sigma_2$ 

$\sigma_2$	A, B, C	Z	$\sigma_2$	A, B, C	Z	$\sigma_2$	A, B, C	Z
(1, 2)	4, 6, 9	+	(2, 3)	5, 7, 10	+	(3, 6)	5, 7, 8	+
(2, 1)	4, 7, 11	-	(3, 2)	5, 7, 10	+	(6, 3)	5, 7, 9	-
(1, 3)	3, 5, 8	+	(2, 4)	5, 9, 11	-	(4, 5)	3, 11, 14	-
(3, 1)	3, 6, 9	-	(4, 2)	5, 8, 11	+	(5, 4)	3, 10, 12	+
(1, 4)	3, 7, 9	+	(2, 5)	4, 10, 13	-	(4, 6)	5, 8, 9	+
(4, 1)	3, 8, 11	-	(5, 2)	4, 8, 12	+	(6, 4)	5, 9, 11	-
(1, 5)	2, 8, 11	+	(2, 6)	6, 8, 9	+	(5, 6)	4, 8, 10	+
(5, 1)	2, 8, 12	-	(6, 2)	6, 8, 11	-	(6, 5)	4, 10, 13	-
(1, 6)	4, 6, 7	+	(3, 4)	4, 8, 10	+	(3, 5)	3, 9, 12	-
(6, 1)	4, 7, 10	-	(4, 3)	4, 8, 10	+	(5, 3)	3, 8, 11	+

Аналогічно розглядаємо комбінації із трьох виробів, враховуючи тільки оптимальні варіанти із табл. 7.3.

Таблиця 7. 4 – Розрахунок  $\sigma_3$ 

$\sigma_3$	A, B, C	Z	$\sigma_3$	A, B, C	Z	$\sigma_3$	A, B, C	Z
(1,2,3)	6,8,11	+	(1,2,6)	7,9,10	+	(1,3,6)	6,8,9	+
(1,3,2)	6,8,11	+	(1,6,2)	7,9,12	-	(1,6,3)	6,8,10	-
(3,2,1)	6,9,13	-	(2,6,1)	7,10,13	-	(3,6,1)	6,9,12	-
(1,2,4)	6,10,12	-	(1,3,4)	5,9,11	+	(1,4,5)	4,12,15	-
(1,4,2)	6,9,12	+	(1,4,3)	5,9,11	+	(1,5,4)	4,12,14	+
(4,2,1)	6,10,14	-	(4,3,1)	5,10,13	-	(5,4,1)	4,12,15	-
(1,2,5)	5,11,14	-	(1,3,5)	4,10,13	+	(1,4,6)	6,9,10	+
(1,5,2)	5,10,14	+	(1,5,3)	4,10,13	-	(1,6,4)	6,10,12	-
(5,2,1)	5,10,15	-	(5,3,1)	4,10,14	-	(4,6,1)	6,10,13	-
(1,5,6)	5,10,12	+	(4,2,5)	6,13,16	-	(4,3,6)	7,10,11	+
(1,6,5)	5,11,14	-	(5,2,4)	6,12,14	+	(3,6,4)	7,11,13	-
(5,6,1)	5,10,13	-	(5,4,2)	6,12,15	-	(4,6,3)	7,10,12	-
(3,2,4)	7,11,13	-	(4,2,6)	8,10,12	+	(5,3,6)	6,10,12,	-
(4,3,2)	7,10,13	+	(6,2,4)	8,12,14	-	(3,6,5)	6,12,15	-
(3,4,2)	7,10,13	+	(4,6,2)	8,10,13	-	(5,6,3)	6,10,12	+
(2,3,5)	6,12,15	-	(5,2,6)	7,10,13	+	(5,4,6)	6,12,13	+
(3,2,5)	6,12,15	-	(6,2,5)	7,13,16	-	(4,6,5)	6,13,16	-
(5,3,2)	6,10,14	+	(5,6,2)	7,10,13	-	(5,6,4)	6,12,14	-
(2,3,6)	8,10,11	+	(4,3,5)	5,13,16	-			
(3,2,6)	8,10,11	-	(5,3,4)	5,12,14	+			
(2,6,3)	8,10,12	-	(5,4,3)	5,12,14	+			

Складемо табл. 7.5 для  $\sigma_4$ , комбінуючи по чотири вироби у партії. При цьому використовуємо те ж правило домінування.

Таблиця 7.5 – Розрахунок  $\sigma_4$ 

$\sigma_4$	A, B, C	Z	$\sigma_4$	A, B, C	Z	$\sigma_4$	A, B, C	Z
1	2	3	4	5	6	7	8	9
(1,2,3,4)	8,12,14	-	(1,5,2,6)	8,12,15	+	(4,2,3,5)	8,13,16	+
(1,4,2,3)	8,11,14	+	(1,2,6,5)	8,14,17	-	(5,2,3,4)	8,14,16	-
(1,3,4,2)	8,11,14	-	(1,5,6,2)	8,12,15	-	(5,2,4,3)	8,14,16	-
(4,3,2,1)	8,12,16	-	(5,2,6,1)	8,12,16	-	(5,3,4,2)	8,14,17	-
(1,2,3,5)	7,13,16	-	(1,3,4,5)	6,14,17	-	(4,2,3,6)	10,12,14	+
(1,5,2,3)	7,12,16	+	(1,3,5,4)	6,14,16	+	(2,3,6,4)	10,14,16	-
(1,3,5,2)	7,12,16	-	(1,5,4,3)	6,14,16	+	(4,2,6,3)	10,14,16	-
(5,3,2,1)	7,12,17	-	(5,3,4,1)	6,14,17	-	(3,4,6,2)	10,12,15	-
(1,2,3,6)	9,11,12	+	(1,3,4,6)	8,11,12	+	(5,2,3,6)	9,12,15	+
(1,2,6,3)	9,11,13	-	(1,3,6,4)	8,12,14	-	(2,3,6,5)	9,15,18	-
(1,3,6,2)	9,11,14	-	(1,4,6,3)	8,11,13	-	(5,2,6,3)	9,12,15	-
(2,3,6,1)	9,12,15	-	(3,4,6,1)	8,12,15	-	(3,5,6,2)	9,13,10	-
(1,4,2,5)	7,14,17	-	(1,3,5,6)	7,12,14	+	(5,2,4,6)	9,14,15	+
(1,5,2,4)	7,14,16	+	(1,3,6,5)	7,13,16	-	(4,2,6,5)	9,15,18	-
(1,5,4,2)	7,14,17	-	(1,5,6,3)	7,12,14	-	(5,2,6,4)	9,14,16	-
(5,2,4,1)	7,14,17	-	(5,6,3,1)	7,13,16	-	(5,4,6,2)	9,14,17	-
(1,4,2,6)	9,11,13	+	(1,5,4,6)	7,14,15	+	(5,3,4,6)	8,14,15	+
(1,2,6,4)	9,13,15	-	(1,4,6,5)	7,14,17	-	(3,4,6,5)	8,15,18	-
(1,4,6,2)	9,11,14	-	(1,5,6,4)	7,14,16	-	(5,6,3,4)	8,14,16	-
(4,2,6,1)	9,12,15	-	(5,4,6,1)	7,14,17	-	(5,4,6,3)	8,14,16	-

Таблиця 7. 6 – Розрахунок  $\sigma_5$ 

$\sigma_5$	A, B, C	Z	$\sigma_5$	A, B, C	Z
(1,4,2,3,5)	9,16,19	-	(1,5,2,4,6)	10,16,18	+
(1,5,2,3,4)	9,16,18	+	(1,4,2,6,5)	10,16,19	-
(1,5,2,4,3)	9,16,18	-	(1,5,2,6,4)	10,16,18	-
(1,3,5,4,2)	9,16,19	-	(1,5,4,6,2)	10,16,19	-
(4,2,3,5,1)	9,15,19	+	(5,2,4,6,1)	10,16,19	-
(1,4,2,3,6)	11,13,15	+	(1,3,5,4,6)	9,16,17	+
(1,2,3,6,4)	11,15,17	-	(1,3,4,6,5)	9,16,19	-
(1,4,2,6,3)	11,13,15	-	(1,3,6,5,4)	9,16,18	-
(1,3,4,6,2)	11,13,16	-	(2,5,4,6,3)	9,16,18	-
(4,2,3,6,1)	11,14,17	-	(5,3,4,6,1)	9,16,19	-
(1,5,2,3,6)	10,14,17	+	(4,2,3,5,6)	11,15,17	+
(1,2,3,6,5)	10,16,19	-	(4,2,3,6,5)	11,17,20	-
(1,5,2,6,3)	10,14,17	-	(5,2,3,6,4)	11,16,18	-
(1,3,5,6,2)	10,14,17	-	(5,2,4,6,3)	11,16,17	-
(5,2,3,6,1)	10,14,18	-	(5,3,4,6,2)	11,16,19	-

Таблиця 7. 7 – Розрахунок  $\sigma_6$ 

$\sigma_6$	A,B,C	Z
(1,5,2,3,4,6)	12,18,19	+
(4,2,3,5,1,6)	12,17,20	+
(1,4,2,3,6,5)	12,18,21	-
(1,5,2,3,6,4)	12,18,20	-
(1,5,2,4,6,3)	12,18,20	-
(1,3,5,4,6,2)	12,18,21	-
(4,2,3,6,1,5)	12,17,20	+

### 7.3 Постановка задачі

7.3.1 **Задача.** Маємо 6 виробів, кожен із яких обробляється послідовно на трьох верстатах. Тривалість першої операції на першому верстаті для  $i$ -того виробу будемо визначати через  $a_i$ , другої операції на другому верстаті –  $b_i$ , третьої на третьому верстаті –  $c_i$ . Вважаємо, що операція на другому робочому місці не може починатися доти, поки не закінчиться обробка попереднього виробу. Знайти оптимальну послідовність обробки виробів.

7.3.2 Для вирішення поставленої задачі необхідно отримати індивідуальний варіант завдання (Додаток Ж).

### 7.4 Порядок виконання роботи

7.4.1 Ознайомитися з теоретичними відомостями.

7.4.2 Вивчити методику розв'язання задач планування методами теорії розкладу.

7.4.3 Розв'язати приклад індивідуально завдання згідно варіанту.

7.4.4 Скласти оптимальний розклад робіт за обраним варіантом, проаналізувати отримані результати і зробити висновки.

7.4.5 Дати відповіді на контрольні запитання з метою підготовки до захисту індивідуального завдання.

### 7.5 Оформлення і захист індивідуального завдання

У звіті про виконання відображаються найменування практичного заняття, мета, постановка задачі, вихідні дані, результати і аналіз розрахунків, висновки.

Студент повинен оформити звіт згідно вимог, захистити свій варіант розв'язання індивідуального завдання і відповісти на контрольні запитання.

### 7.6 Контрольні питання

Дивись контрольні запитання до практичного завдання №5 і №6, а також:

- 1) Що являє собою операція розгалуження?
- 2) Сформулюйте задачу трьох "верстатів" й алгоритм її рішення?
- 3) З якою метою використовують методи розв'язання задач календарного планування?
- 4) Назвіть які ще Вам відомі методи розв'язання задач календарного планування?
- 5) Які економічні наслідки використання оптимізації задач календарного планування?

## Практичне заняття № 8

### ЗАДАЧІ ДИНАМІЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

#### 8.1 Мета:

- 1) ознайомитись з методами теорії дослідження операцій (теорії оптимальних рішень) для рішення задач управління;
- 2) розвинути комбінаторне мислення у студентів.

#### 8.2 Необхідні теоретичні відомості

У менеджменті досить часто зустрічаються ситуації, коли мета оптимального планування заключається у встановленні найкращої послідовності робіт, які приводять до максимізації прибутку організації, мінімізації часових та фінансових витрат, максимальної рентабельності робіт. Знаходження оптимальної послідовності отримується в результаті динамічного перебору можливих варіантів.

Однією з відомих задач такого типу є задача про комівояжера. Суть її заключається в наступному: маємо  $n+1$  населених пунктів  $A_0, A_1, \dots, A_n$ , ( $n \geq 1$ ) із заданими між ними відстанями  $d_{ij}$  ( $i, j = 0, 1, 2, \dots, n$ ). Необхідно, відправляючись із пункту  $A_0$  вибрати такий маршрут переміщення, при якому комівояжер зможе відвідати кожний із населених пунктів по одному разу і повернутися в початковий пункт  $A_0$ , зробивши мінімально можливий сумарний шлях.

Ця задача може бути вирішена шляхом простого перебору всіх можливих маршрутів. Загальна чисельність цих маршрутів дорівнюватиме:

$$1 \times 2 \times 3 \times \dots \times (n - 1) \times n.$$

При великих значеннях  $n$  отримана величина буде дуже велика, що практично виключить можливість прямих розрахунків навіть при використанні обчислювальної техніки.

Для спрощення розрахунків необхідно скоротити перебір варіантів, що уможлиблюється завдяки використанню методу динамічного планування. Суть даного методу показана у наступному прикладі.

#### 8.2.1 Постановка задачі комівояжера

Наприклад, маємо 5 населених пунктів  $A_0, A_1, A_2, A_3, A_4$ . Відстані між ними відомі ( в кілометрах) і приведені у відповідній матриці на перетині стовпців.

	$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$
$A_0$	0	300	250	200	400
$A_1$	300	0	500	350	600
$A_2$	250	500	0	250	200
$A_3$	200	350	250	0	250
$A_4$	400	600	200	250	0

Отримана матриця симетрична відносно діагоналі, тому достатньо інформації із однієї її половини.

З метою економії часу і засобів необхідно знайти такий маршрут пересування, при якому, побувавши у кожній торгівельній точці по одному разу, постачальник повернувся б у вихідний пункт  $A_0$ , проїхавши мінімально можливий сумарний шлях.

Визначити найкращий маршрут з економічної точки зору.

### 8.2.2 Рішення задачі комівояжера

Для визначення найкоротшого маршруту комівояжера будемо розглядати варіанти його переміщень послідовно, пункт за пунктом.

Почнемо з варіантів, які складаються із трьох населених пунктів. Наприклад, із пункту  $A_0$  можна добратися в третій пункт  $A_3$  шістьма способами.

$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$
$A_0$	$A_2$	$A_1$	$A_3$
$A_0$	$A_1$	$A_4$	$A_3$
$A_0$	$A_4$	$A_1$	$A_3$
$A_0$	$A_2$	$A_4$	$A_3$
$A_0$	$A_4$	$A_2$	$A_3$

При наявності відстаней між пунктами можна розрахувати сумарний шлях для кожного із шести варіантів. Наприклад, для першого маршруту сумарний шлях дорівнюватиме:  $300 + 500 + 250 = 1050$  (км), для другого:  $250 + 500 + 350 = 1100$  (км). Порівнюючи ці два варіанти можна зробити висновок, що перший варіант більш перспективний, оскільки сумарний шлях його коротший на 50 км, ніж другий, а тому другий варіант відкидається. Разом з ним відкидаються і всі варіанти, які отримуються за його допомогою. Порівнювати можна тільки ті варіанти маршрутів, які закінчуються в одному пункті.

Аналогічно розглядають всі останні варіанти руху: від початкового до першого, від початкового до другого, від початкового до третього, від початкового до четвертого. Результати розгляду заносять до табл. 8.1.

Таблиця 8.1 – Перспективи варіантів руху

Варіант руху	Відстань, км	Перспективно або ні
1	2	3
$A_0 A_2 A_3 A_1$	850	Так
$A_0 A_3 A_2 A_1$	950	Ні
$A_0 A_2 A_4 A_1$	1050	Так
$A_0 A_4 A_2 A_1$	1100	Ні
$A_0 A_3 A_4 A_1$	1050	Ні
$A_0 A_4 A_3 A_1$	1000	Так
$A_0 A_1 A_3 A_2$	900	Так
$A_0 A_3 A_1 A_2$	1050	Ні
$A_0 A_1 A_4 A_2$	1100	Так

## Продовження таблиці 8.1

1	2	3
A <sub>0</sub> A <sub>4</sub> A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	1500	Ні
A <sub>0</sub> A <sub>3</sub> A <sub>4</sub> A <sub>2</sub>	650	Так
A <sub>0</sub> A <sub>4</sub> A <sub>3</sub> A <sub>2</sub>	900	Ні
A <sub>0</sub> A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> A <sub>3</sub>	1050	Так
A <sub>0</sub> A <sub>2</sub> A <sub>1</sub> A <sub>3</sub>	1100	Ні
A <sub>0</sub> A <sub>1</sub> A <sub>4</sub> A <sub>3</sub>	1150	Так
A <sub>0</sub> A <sub>4</sub> A <sub>1</sub> A <sub>3</sub>	1350	Ні
A <sub>0</sub> A <sub>2</sub> A <sub>4</sub> A <sub>3</sub>	700	Так
A <sub>0</sub> A <sub>4</sub> A <sub>2</sub> A <sub>3</sub>	850	Ні
A <sub>0</sub> A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> A <sub>4</sub>	1000	Так
A <sub>0</sub> A <sub>2</sub> A <sub>1</sub> A <sub>4</sub>	1350	Ні
A <sub>0</sub> A <sub>1</sub> A <sub>3</sub> A <sub>4</sub>	900	Так
A <sub>0</sub> A <sub>3</sub> A <sub>1</sub> A <sub>4</sub>	1150	Ні
A <sub>0</sub> A <sub>2</sub> A <sub>3</sub> A <sub>4</sub>	750	Ні
A <sub>0</sub> A <sub>3</sub> A <sub>2</sub> A <sub>4</sub>	650	Так

Після заповнення таблиці виділяємо тільки перспективні варіанти, яких налічується 12, доповнюємо їх номером того пункту, який ще не відвідали і повторюємо процедуру знову: визначаємо перспективність руху вже для чотирьох діляниць шляху. Для цього до розрахованої довжини перспективного шляху додаємо відстань до пункту у якого ще не відвідали. Результати розрахунків заносимо в табл. 8.2.

Таблиця 8.2 – Перспективи виділених варіантів руху

Варіант руху	Відстань, км	Перспективно або ні
A <sub>0</sub> A <sub>2</sub> A <sub>3</sub> A <sub>1</sub> A <sub>4</sub>	1450	Ні
A <sub>0</sub> A <sub>2</sub> A <sub>4</sub> A <sub>1</sub> A <sub>3</sub>	1400	Ні
A <sub>0</sub> A <sub>4</sub> A <sub>3</sub> A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	1500	Ні
A <sub>0</sub> A <sub>1</sub> A <sub>3</sub> A <sub>2</sub> A <sub>4</sub>	1100	Так
A <sub>0</sub> A <sub>1</sub> A <sub>4</sub> A <sub>2</sub> A <sub>3</sub>	1350	Ні
A <sub>0</sub> A <sub>3</sub> A <sub>4</sub> A <sub>2</sub> A <sub>1</sub>	1150	Ні
A <sub>0</sub> A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> A <sub>3</sub> A <sub>4</sub>	1300	Ні
A <sub>0</sub> A <sub>1</sub> A <sub>4</sub> A <sub>3</sub> A <sub>2</sub>	1400	Ні
A <sub>0</sub> A <sub>2</sub> A <sub>4</sub> A <sub>3</sub> A <sub>1</sub>	1050	Так
A <sub>0</sub> A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> A <sub>4</sub> A <sub>3</sub>	1250	Так
A <sub>0</sub> A <sub>1</sub> A <sub>3</sub> A <sub>4</sub> A <sub>2</sub>	1100	Так
A <sub>0</sub> A <sub>3</sub> A <sub>2</sub> A <sub>4</sub> A <sub>1</sub>	1250	Ні

Аналогічно попередньому із табл. 8.2 вибираємо чотири перспективні варіанти:

A<sub>0</sub> A<sub>1</sub> A<sub>3</sub> A<sub>2</sub> A<sub>4</sub>  
A<sub>0</sub> A<sub>2</sub> A<sub>4</sub> A<sub>3</sub> A<sub>1</sub>  
A<sub>0</sub> A<sub>1</sub> A<sub>2</sub> A<sub>4</sub> A<sub>3</sub>  
A<sub>0</sub> A<sub>1</sub> A<sub>3</sub> A<sub>4</sub> A<sub>2</sub>



Оскільки за умовою задачі необхідно повернутися до пункту, з якого почали рух, то до виділених маршрутів додаємо пункт  $A_0$ . Розраховуємо для них сумарну довжину шляху, а результати розрахунків зводимо до табл. 8.3.

Таблиця 8.3 – Сумарні відстані відмічених перспективних варіантів руху

Варіант руху	Відстань, км	Перспективно або ні
A0 A1 A3 A2 A4 A0	1500	Ні
A0 A2 A4 A3 A1 A0	1350	Так
A0 A1 A2 A4 A3 A0	1450	Ні
A0 A1 A3 A4 A2 A0	1350	Так

Із таблиці видно, що маємо два перспективних маршрути переміщення комівояжера  $A_0 A_2 A_4 A_3 A_1 A_0$  та  $A_0 A_1 A_3 A_4 A_2 A_0$ , які мають найкоротшу сумарну довжину з усіх можливих варіантів, що становить 1350 км.

### **8.3 Постановка задачі**

8.3.1 Фірма забезпечує постачання товарів для продажу з бази  $A_0$  у чотири торговельні точки  $A_1, A_2, A_3, A_4$ . Відстані між усіма пунктами відомі і задані у кілометрах.

8.3.2 Для вирішення поставленої задачі необхідно отримати індивідуальний варіант завдання (Додаток 3).

### **8.4 Порядок виконання роботи**

8.4.1 За попереднім аналізом даних про перспективи варіанту руху комівояжера зробити вибір оптимального варіанту.

8.4.2 Знайти оптимальний варіант маршруту за обраним завданням, проаналізувати отримані результати і зробити висновки.

8.4.3 Результати оформити у таблицю, зробити висновки.

8.4.4 Дати відповіді на контрольні запитання з метою підготовки до захисту індивідуального завдання.

### **8.5 Оформлення і захист індивідуального завдання**

У звіті про виконання індивідуального завдання відображаються найменування практичного заняття, мета, постановка задачі, вихідні дані, результати і аналіз розрахунків, висновки.

При захисті індивідуального завдання студент повинен оформити звіт згідно вимог, захистити свій варіант розв'язання індивідуального завдання і відповісти на контрольні запитання.

### **8.6 Контрольні питання**

- 1) Що являє собою динамічна модель?
- 2) Що являє собою математична перестановка?
- 3) Сформулюйте задачу комівояжера і алгоритм її рішення.
- 4) Назвіть умову оптимізації задачі комівояжера.
- 5) Чи існує виграш у комівояжера?
- 6) В чому сутність динамічної оптимізації?
- 7) Дайте економічну оцінку результатам вирішення задачі комівояжера.

## Практичне заняття №9

### ДІЛОВА ГРА „ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ”

#### **9.1 Мета:**

- 1) ознайомитись з технологією процесу прийняття рішень в умовах невизначеності;
- 2) проаналізувати елементи технології прийняття рішення;
- 3) навчитися визначати мету рішення проблеми, можливі варіанти рішень, знаходити альтернативи;
- 4) оцінити можливі наслідки рішення та навчитись приймати оптимальне рішення на основі поставленої мети.

#### **9.2 Методичні вказівки**

В діловій грі розглядається ситуація, що склалась у відділі після перетворень, які відбулись на підприємстві та призвели до перегляду вимог до діяльності виробничого відділу. В аналізі ситуації робиться акцент на розробці управлінських рішень щодо питань управління персоналом на даному підприємстві, на виборі відповідного стилю керівника з підлеглими для вирішення нових завдань. З цією метою в діловій грі використано тест для визначення стилю керівництва колективом. Студентам пропонується не тільки визначити якому стилю вони віддають перевагу, але і розробити для вирішення конкретного завдання програму роботи керівника, яка відповідає його стилю. Так, як в конкретній ситуації не всі стилі можуть бути використані (наприклад автократичний), то студенти повинні довести чому у даному випадку не можливо застосовувати такий стиль керівництва.

Крім того в діловій грі необхідно розробити не лише програму виведення підрозділу з конфліктної ситуації, але і скласти прогноз управлінських дій для забезпечення проведення реконструкції організації. Завданням підлеглих є розробка такого прогнозу, а також визначення своєї поведінки, як відповідь на запропоновану програму.

Арбітри оцінюють запропоновані варіанти по критеріях ефективності стилю керівництва та кінцевих результатах проведення реконструкції. Ефективність керівництва визначається показниками діяльності організації (чи підрозділу), психологічним кліматом в колективі, плинністю кадрів, рівнем конфліктності в колективі та виконавчою дисципліною, а головне – якістю та термінами проведення реконструкції.

#### **9.2.1 Постановка завдання та опис ходу ділової гри**

У процесі проведення гри необхідно розробити декілька варіантів управлінських рішень нового керівника відділу, направлених на вирішення поставлених завдань та виведення підрозділу зі стану, що склався, а також провести нараду з працівниками відділу по обговоренню результатів, отриманих через три місяці після початку роботи нового начальника відділу за його програмою.

Для цього треба вирішити наступні питання:

- скласти програму роботи новопризначеного начальника відділу на найближчі 6 місяців в залежності від стилю керівництва (демократичний, авторитарний чи автономний), та враховуючи майбутні цілі відділу;
- підготуватись до проведення наради, на якій новий керівник проводить викладення своєї програми співробітникам відділу.

На **першому** етапі викладач роз'яснює цілі та завдання ділової гри. При цьому доцільно було б провести тестування серед студентів по визначенню стилю роботи керівника. За результатами тестування потрібно сформувати підгрупи учасників гри: керівники з авторитарним, демократичним чи автономним (пасивним) стилями управління, а також підгрупи підлеглих та арбітрів. Для кожної підгрупи ставляться окремі завдання.

На **другому** етапі підгрупам видається текст з описом ситуації, уточнюються завдання для кожної з них:

- підгрупам керівників необхідно розробити алгоритм вирішення ситуації в рамках визначеного на першому етапі стилю управління, запропонувати програму роботи керівника на найближчі 6 місяців та довести правильність чи помилковість застосування в даній конкретній ситуації запропонованого стилю керівництва;

- підгрупі підлеглих ставиться завдання обґрунтування своєї лінії поведінки у відповідності зі стилями керівництва, а також продумати свій варіант вирішення ситуації;

- підгрупі арбітрів ставиться завдання підготувати варіанти оцінки обґрунтованості запропонованих підгрупами керівників рішень, відповідності рішень стилю керівництва та з урахуванням цього дати прогноз ситуації у відділі через три місяці після призначення нового керівника.

На **третьому** етапі представники підгруп керівників знайомлять підгрупи арбітрів та підлеглих зі своїми програмами.

**Четвертий** етап передбачає рольове спілкування „Вирішення конфлікту” а також рольове програвання розроблених раніше рішень. Для цього проводяться збори колективу відділу через три місяці після призначення нового керівника та початку реалізації його програми.

Гра здійснюється три рази – по кількості підгруп керівників. Представники кожної підгрупи керівників та підлеглих з урахуванням підготовки та розробленого прогнозу щодо стану справ у відділі підводять перші підсумки реалізації запропонованої програми. Завдання підгруп керівників полягає в тому, щоб доказати переваги вибраної ними програми у відповідності зі стилем керівництва або неможливість використання даного стилю в конкретній ситуації.

При цьому арбітри спостерігають за ходом проведення зборів, оцінюють обґрунтування прийнятих рішень, рольове спілкування учасників, можливості реалізувати на практиці запропоноване рішення, досягнуті результати.

На **п'ятому** етапі підводяться підсумки ділової гри, виявляються особливості застосування стилів керівництва та управлінських рішень,

направлених на досягнення результатів, з урахуванням специфіки ситуації, визначаються підгрупи переможців.

### **9.2.2 Вихідні дані. Ситуація 1**

На домобудівному комбінаті необхідно провести реконструкцію цеху №2 для виведення його на проектну потужність 180 тис. кв. м. житла на рік. Начальник виробничого відділу підприємства пішов на пенсію. Керівник організації та його заступник, який був куратором відділу, не були повністю задоволені роботою начальника виробничого відділу, тому що вважали його м'яким начальником. В зв'язку з реконструкцією на підприємстві за відсутності в структурі підприємства підрозділу, який би займався цим питанням, роль відділу значно виросла. В зв'язку з цим виникла необхідність розробки програми його розвитку, виходячи з поставлених завдань щодо реалізації технічної політики в проведенні реконструкції комбінату.

У відділ призначено нового начальника відділу, який до цього працював в спорідненій організації заступником начальника аналогічного відділу. Це призначення керівник підприємства узгодив зі своїми заступниками.

Новий керівник 38 років, одружений, має двох дітей, освіта вища (за спеціальністю). Має великий практичний досвід. На попередньому місці роботи у нього був більш молодший керівник відділу. Тому керівництво попередньої організації дало дозвіл на переведення нового керівника. В характеристиці відзначено, що він має добрі організаторські навички, вимогливий до себе та підлеглих, вміє чітко виконувати та давати доручення.

Керівництво організації розуміло, що деякі працівники відділу (дві особи) мають вищу кваліфікацію, ніж новий начальник, проте вважало, що спільна діяльність висококваліфікованих спеціалістів та доброго організатора, призведуть до суттєвих покращень в роботі відділу.

**Характеристика відділу.** Відділ займає кімнату, загальною площею 150м<sup>2</sup>, має 6 телефонних апаратів, з них 3 – міської мережі та 3 – внутрішньої, У колишнього начальника відділу окремого кабінету не було. Відділ в основному складається з жінок (18 з 23-х осіб). Вік співробітників наступний: 10 осіб мають вік 35–45 років, вищу або середню спеціальну освіту; 4 особи – молоді спеціалісти (з них один – чоловік); 5 осіб – передпенсійного та пенсійного віку з середньою спеціальною освітою; 3 особи – технічні виконавці з середньою освітою віком до 23 років; 1 особа – офіцер запасу, працює нещодавно в відділі, освіти по профілю не має. Заступником начальника відділу працює досвідчена жінка, яка має вищу освіту і користується достатньо високим авторитетом в колективі. Керівництво організації вирішило не призначати її начальником відділу, тому що вона дотримується в роботі традиційних методів.

У відділі низький рівень трудової дисципліни (часті розмови по телефону на позаслужбові теми, відсутність працівників безпосередньо на робочому місці тощо)

Виконуючою обов'язки начальника відділу на протязі останніх 3-х місяців була заступниця. В відділі вже півроку працює молодий спеціаліст,

який з початку роботи бажав ознайомитись зі своєю посадовою інструкцією. Посадові інструкції на підприємстві розроблені, але їх змісту працівники відділу не знали. В процесі трудової діяльності працівники виконували роботу так, як вони це розуміли. Місяць тому з'явилась необхідність виконати термінову (не зовсім цікаву, проте трудомістку) роботу. Її доручили виконувати молодому спеціалісту, але він відмовився, мотивуючи це тим, що вона не входила до кола його обов'язків, а також не вимагала вищої освіти. Поведінка молодого спеціаліста викликала бурхливу реакцію у відділі. Ті, хто був вимушений виконувати роботу за нього (два працівники) були обурені такою поведінкою нового співробітника. Інші зацікавились своїми посадовими інструкціями та намагались їх знайти. Проте загалом ритм роботи відділу не порушився.

### **9.2.3 Вихідні дані. Ситуація 2**

Одного разу ви були учасником дискусії кількох керівників про те, як краще будувати відносини з підлеглими. Одна з точок зору вам найбільше сподобалась.

#### **Постановка завдання**

Аргументуйте яке б з наведених управлінських рішень ви б обрали та чому:

1. „Щоб підлеглий добре працював, необхідно підходити до нього індивідуально, враховувати особливості його особистості”.
2. „Все це не головне. Головне в оцінці людей – їх ділові якості, виконавська дисципліна. Кожен повинен робити те, що йому визначено”.
3. „Успіху в керівництві можливо досягти лише в тому випадку, коли підлеглі поважають свого керівника, довіряють йому”.
4. „Все це вірно, проте найкращими стимулами в роботі є чіткий наказ, високий рівень заробітної плати та виплата премії по заслугам”.

### **9.2.4 Вихідні дані. Ситуація 3**

Ви керівник виробничого колективу. В період нічного чергування один з ваших працівників в стані алкогольного сп'яніння зламав високої вартості обладнання. Інший хотів його відремонтувати, але був травмований. Винуватець події телефонує вам додому і з тривогою питає, що ж їм тепер робити?

#### **Постановка завдання**

Оберіть реакцію на дзвінок:

- 1 „Дійте за інструкцією. Прочитайте її, вона лежить в мене на столі і зробіть все, що, там вимагається”.
- 2 „Поінформуйте вахтера. Складіть акт про несправність обладнання. Потерпілий нехай звернеться до чергової медсестри. Завтра розберемось”.
3. „Без мене нічого не робіть. Я зараз приїду і розберусь”.
- 4 „В якому стані потерпілий? Якщо необхідно, то викличте лікаря”.

### **9.2.5 Вихідні дані. Ситуація 4**

Підлеглий (колега) ігнорує ваші поради та вказівки, робить все по-своєму, не звертає уваги на зауваження, не виправляє того, на що ви йому вказуєте.

#### ***Постановка завдання***

Аргументуйте як ви вчините з підлеглим (колегою) в подальшому:

1. Розберетесь в мотивах упертості та зрозумівши, що вони не мотивовані, застосуєте звичайні адміністративні заходи впливу.
2. В інтересах справи спробуєте викликати його на відверту розмову, знайти спільну мову та налаштуватись на діловий контакт.
3. Звернетесь до колективу, розраховуючи на те, що його невірна поведінка буде осуджена та до нього застосують заходи громадського впливу.
4. Зробіте спробу спочатку розібратись в тому, чи не вчиняєте ви самі помилок у взаємовідносинах з підлеглим (колегою), а потім вже вирішите, яким чином діяти.

### **9.2.6 Вихідні дані. Ситуація 5**

Ви начальник цеху великого підприємства. Після реорганізації вам необхідно терміново перекомплектувати декілька бригад у відповідності з штатним розписом.

#### ***Постановка завдання***

Визначте послідовність своїх дій та аргументуйте їх у наведених прикладах:

1. Візьметесь за справу самі, вивчите увесь списковий склад цеху та особові справи працівників, запропонуєте на зборах колективу свій проект.
2. Запропонуєте вирішити це питання відділу кадрів (персоналу) – аргументуючи тим, що це їх робота.
3. Спочатку визначите, хто буде очолювати нові бригади, а потім доручите цим людям підготувати свої пропозиції по їх складу.
4. Для уникнення конфліктів запропонуєте викласти свої побажання всім зацікавленим особам, створите комісію по комплектуванню нових бригад.

**РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

1. Бутко М.П., Бутко І.М., Машенко В.П., Мурашко М.І., Оліфіренко Л.Д., Пепа Т.В. Самійленко Г.М. Теорія прийняття рішень : підручник / За заг. ред. Бутка М.П. [М.П. Бутко, І.М. Бутко, М.Ю. Дітковська та ін.] – К. : Центр учбової літератури, 2015. – 360 с.
2. Бутко М.П. та інші. Системи і моделі: теорія, методологія, практика : навч. посіб. – Ніжин : Аспект-Поліграф, 2007. – 380 с.
3. Бутко М.П., Бутко І.М., Дітковська М.Ю., Мурашко М.І., Олійченко І.М., Оліфіренко Л.Д. Системний підхід і моделювання в наукових дослідженнях : підручник / За заг. ред. Бутка М.П. [М.П. Бутко, І.М. Бутко, М.Ю. Дітковська та ін.] – К. : Центр учбової літератури, 2014. – 360 с.
4. Бутко М.П., Бутко І.М., Машенко В.П., Мурашко М.І., Оліфіренко Л.Д. Управлінські рішення: евристичність, креативність, транспарентність : навч. посіб. / Під ред. М.П. Бутка. – Ніжин : Аспект-Поліграф, 2008. – 428 с.
5. Бутко М.П., Задорожна С.М., Іванова Н.В., Мурашко М.І., Олійченко І.М., Оліфіренко Л.Д., Самійленко Г.М. Виробничий менеджмент : підручник / за заг. ред. д-ра екон. наук, проф. М.П. Бутка. – К. : Навчальна література, 2014. – 424 с.
6. Василенко В.А. Теорія і практика розробки управлінських рішень : навч. посіб. – К. : ЦУЛ, 2002. – 420 с.
7. Вітлінський В.В., Великоіваненко Г.І. Ризикологія в економіці та підприємстві : монографія. – К. : КНЕУ, 2004. – 480 с.
8. Гевко І.Б. Методи прийняття управлінських рішень [Електронний ресурс] : навч. посіб : рекомендовано МОН України / І.Б. Гевко. – К. : Кондор, 2009.
9. Гнатієнко Г.М. Експертні технології і прийняття рішень : монографія / Г.М. Гнатієнко, В.Є. Снитюк. – К. : Маклаут, 2008. – 442 с.
10. Дерлоу Дес. Ключові управлінські рішення: технологія прийняття рішень : пер. з англ. – К. : Наукова думка, 2001. – 244 с.
11. Доусон Р. Суверенно приймає рішення: Как научиться принимать правильные решения в бизнесе и жизни : пер. с англ. – М. : Культура и спорт: ЮНИТИ, 1996. – 256 с.
12. Друкер Питер Ф. Энциклопедия менеджмента : пер. с англ. – М. : Вильямс, 2004. – 432 с.
13. Катренко А.В. Теорія прийняття рішень : підручник / А.В. Катренко, В.В. Пасічник, В.П. Пасько. – К. : ВНУ, 2009. – 447 с.
14. Клименко С.М. Обґрунтування господарських рішень та оцінка ризиків : навч. посіб. / С.М. Клименко, О.С. Дуброва. – К. : КНЕУ, 2005. – 249 с.
15. Коваль П.Ф. Бухгалтерський облік і прийняття управлінських рішень : навч. посіб. : рекомендовано МОН України / П.Ф. Коваль, С.М. Шкарлет. – Чернігів : Чернігівський ЦНТЕІ, 2006. – 267 с.
16. Литвак Б.Г. Разработка управленческого решения : учебник. 6-е изд., испр. и доп. – М. : Дело, 2006. – 440 с.
17. Маккензи Р.А. Ловушка времени. Как сделать больше за меньшее время : пер. с англ. – М. : Молодая гвардия, 1991. – 150 с.

18. Мескон М.Х., Альберт М., Хедоурн Ф. Основы менеджмента : пер с англ. – М. : Дело, 2005. – 720 с.
19. Моделі і методи прийняття рішень в аналізі та аудиті : навчальний посібник / За ред. Ф.Ф. Бутинця, М.М. Шигуна. – Житомир : ЖДТУ, 2004. – 352 с.
20. Нордстрем К.А., Риддерстрале Й. Бизнес в стиле фанк. Капитал пляшет под дудку таланта : пер с англ. – Стокгольмская школа экономики в Санкт-Петербурге, 2003. – 280 с.
21. Обґрунтування господарських рішень та оцінювання ризиків [Електронний ресурс] : навч. посіб. : рекомендовано МОН України / Л.І. Донець, О.В. Шепеленко, С.М. Баранцева та ін. – К. : ЦНЛ, 2012. – 471 с.
22. П. Друкер Эффективный руководитель / Пер. с англ. / Изд. дом Вильямск Москва – С.Петербург : К., 2012. – 222 с.
23. Пасічник В.Г. Економічне обґрунтування господарських рішень : навч.-методичний комплекс для студ. економічних спец. усіх форм навчання / В.Г. Пасічник, О.В. Акіліна. – К. : ЦНЛ, 2005. – 144 с.
24. Петров Е.Г. Методи і засоби прийняття рішень у соціально-економічних системах : навч. посібник / Е.Г. Петров, М.В. Новожилова, І.В. Гребеннік; За ред. Е.Г. Петрова. – К. : Техніка, 2004. – 256 с.
25. Приймак В.М. Прийняття управлінських рішень : навч. посіб. / В.М. Приймак. – К. : Атіка, 2008. – 235 с.
26. Серіков А.В. Метод аналізу ієрархій у прийнятті рішень : навч. посіб. : рекомендовано МОН України / А.В. Серіков, О.В. Білоцерківський. – Харків : Бурун Книга, 2006. – 141 с.
27. Череп А.В. Моделі та методи прийняття рішень в аналізі і аудиті : навч.-метод. посіб. для самост. вивч. дисц. / А.В. Череп, Н.М. Шмиголь, О.М. Бутник. – К. : Кондор, 2011. – 324 с.
28. Anderson, Barry F. [The Three Secrets of Wise Decision Making](#). Single Reef Press, 2002. [ISBN 0-9722177-0-3](#).
29. Boundaries of Rationality : Thinking and deciding (second edition), Baron, Jonathan, Cambridge : Cambridge University Press, 1994. 588 pp.
30. D.W. North. «A tutorial introduction to decision theory». IEEE Trans. Systems Science and Cybernetics, 4(3), 1968. Reprinted in Shafer & Pearl.
31. Daniel Kahneman [Thinking, Fast and Slow](#). Macmillan, 2012.
32. Games and decisions: Introduction and critical survey / By R. Duncan Luce and Howard Raiffa. John Wiley and Sons, Inc., 1957.
33. Glenn Shafer and Judea Pearl, editors. Readings in uncertain reasoning. Morgan Kaufmann, San Mateo, CA, 1990.
34. Goode, Erica. (2001) [In Weird Math of Choices, 6 Choices Can Beat 600](#). The [New York Times](#). Retrieved [May 16](#), 2005.
35. Howard Raiffa Decision Analysis: Introductory Readings on Choices Under Uncertainty. McGraw Hill, 1997. [ISBN 0-07-052579-X](#).
36. James O. Berger Statistical Decision Theory and Bayesian Analysis. Second Edition. 1980. Springer Series in Statistics. [ISBN 0-387-96098-8](#).
37. Jane Austen, Game Theorist / Michael Suk-Young Chwe. Published April 21st 2013 by Princeton University Press, 272 p.



38. Khemani, Karan, Ignorance is Bliss: A study on how and why humans depend on recognition heuristics in social relationships, the equity markets and the brand market-place, thereby making successful decisions, 2005.
39. Making Better Decisions / Itzhak Gilboa, Published October 1st 2010 by John Wiley & Sons, 232 p.
40. Marakas G. M. Decision support systems in the twenty-first century. Upper Saddle River, N.J. : Prentice Hall, 1999.
41. Morgan Kaufmann, San Mateo, CA, 1990.
42. Morris De Groot Optimal Statistical Decisions. Wiley Classics Library. 2004. (Originally published 1970.) ISBN 0-471-68029-X.
43. Paul Goodwin and George Wright, Decision Analysis for Management Judgment, 3rd edition. Chichester : Wiley, 2004 ISBN 0-470-86108-8.
44. Robert Clemen. Making Hard Decisions: An Introduction to Decision Analysis, 2nd edition. Belmont CA : Duxbury Press, 1996.
45. Sven Ove Hansson, «Decision Theory: A Brief Introduction», <http://www.infra.kth.se/~soh/decisiontheory.pdf>.

## Додаток А

## до практичного завдання №1

## „ДЕРЕВО” РІШЕНЬ І АНАЛІЗ ЧУТЛИВОСТІ РІШЕНЬ

Таблиця А.1 – Вихідні дані з варіантами

Варіант	Вартість аудиторської перевірки, грн.	Рекомендації аудитора і повернення займу, кількість пропозицій		Сума кредиту, грн.	Відсоток за кредит, що забезпечений заставою, %	Відсоток за кредит, що не забезпечений заставою, %
		повернена	не повернена			
1	2	3	4	5	6	7
1	100	700	30	25000	23	27
		270	-			
2	80	600	50	55000	30	34
		300	50			
3	120	1000	80	125000	28	32
		300	20			
4	80	1700	50	130000	40	44
		290	10			
5	96	840	36	60600	10	14
		324	-			
6	115	808	16	71500	31	35
		248	28			
7	125	882	18	88000	21	25
		270	30			
8	135	1235	25	10000	18	22
		378	62			
9	96	660	55	100000	16	20
		330	55			
10	110	792	60	18000	32	26
		396	52			
11	120	870	66	78900	35	39
		435	29			
12	130	953	72	52000	20	24
		475	-			
13	120	1100	90	20000	14	18
		310	-			
14	105	924	39	33000	19	23
		356	81			
15	100	735	10	99000	22	26
		235	20			

## Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7
16	205	1250	65	21000	29	33
		560	25			
17	250	1717	56	45000	11	15
		810	26			
18	150	1520	78	90000	30	34
		359	-			
19	105	2050	96	11000	24	28
		364	69			
20	95	1655	88	12500	12	16
		598	22			
21	175	1955	105	54500	16	20
		679	58			
22	560	960	77	59000	26	30
		504	-			
23	720	370	52	62000	18	22
		255	25			
24	700	599	105	51000	32	36
		266	65			
25	655	1908	111	48000	23	27
		255	77			
26	485	2040	94	36000	19	23
		750	49			
27	345	550	55	40500	25	29
		280	26			
28	890	1544	56	110000	31	35
		897	-			
29	255	2040	150	22800	14	18
		540	26			
30	305	2010	92	43500	27	31
		895	-			
31	310	1717	150	55600	17	21
		890	75			
32	202	1080	98	42800	21	25
		780	-			
33	333	2010	88	32500	25	29
		550	77			

**Додаток Б**  
**до практичного завдання №2**  
**Прийняття рішень в умовах невизначеності**  
**Вихідні дані до ситуацій прийняття рішень без використання чисельних значень ймовірностей виходів**

Таблиця Б.1 – Денний прибуток фірми, грн

<b>1 варіант</b>						
Собівартість виробів = 2,35 грн; Ціна продажу = 3,10 грн; Ціна залишків = 2,10 грн						
Попит на вироби, ОДИН	Кількість виробів у продажу					
		10	20	30	40	50
	11					
	22					
	33					
	44					
	49					

<b>2 варіант</b>						
Собівартість виробів = 4,10 грн; Ціна продажу = 5,00 грн; Ціна залишків = 4,00 грн						
Попит на вироби, ОДИН	Кількість виробів у продажу					
		4	8	12	14	18
	3					
	7					
	11					
	15					
	17					

<b>3 варіант</b>						
Собівартість виробів = 2,00 грн; Ціна продажу = 2,75 грн; Ціна залишків = 2,50 грн						
Попит на вироби, ОДИН	Кількість виробів у продажу					
		2	4	6	8	10
	1					
	3					
	5					
	7					
	9					

<b>4 варіант</b>						
Собівартість виробів = 3,35 грн; Ціна продажу = 3,90 грн; Ціна залишків = 3,50 грн						
Попит на вироби, ОДИН	Кількість виробів у продажу					
		4	6	8	10	12
	5					
	7					
	9					
	11					
	13					

<b>5 варіант</b>						
Собівартість виробів = 5,20 грн; Ціна продажу = 5,70 грн; Ціна залишків = 5,00 грн						
Попит на вироби, ОДИН	Кількість виробів у продажу					
		3	4	5	6	7
	2					
	3					
	5					
	7					
	10					

<b>6 варіант</b>						
Собівартість виробів = 4,38 грн; Ціна продажу = 5,12 грн; Ціна залишків = 4,50 грн						
Попит на вироби, ОДИН	Кількість виробів у продажу					
		4	6	8	10	12
	2					
	5					
	9					
	10					
	14					

<b>7 варіант</b>						
Собівартість виробів = 1,75 грн; Ціна продажу = 2,80 грн; Ціна залишків = 1,5 грн						
Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу					
		3	4	6	8	12
	1					
	5					
	7					
	9					
	11					

<b>8 варіант</b>						
Собівартість виробів = 2,17 грн; Ціна продажу = 3,00 грн; Ціна залишків = 2,00 грн						
Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу					
		4	8	16	32	40
	4					
	12					
	16					
	32					
	42					

<b>9 варіант</b>						
Собівартість виробів = 3,15 грн; Ціна продажу = 4,55 грн; Ціна залишків = 4,00 грн						
Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу					
		12	14	16	18	20
	11					
	13					
	17					
	19					
	20					

<b>10 варіант</b>						
Собівартість виробів = 8,50 грн; Ціна продажу = 9,20 грн; Ціна залишків = 7,15 грн						
Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу					
		6	8	11	15	18
	5					
	9					
	12					
	17					
	21					

<b>11 варіант</b>						
Собівартість виробів = 3,15 грн; Ціна продажу = 4,55 грн; Ціна залишків = 4,00 грн						
Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу					
		5	10	15	20	25
	4					
	8					
	12					
	18					
	24					

<b>12 варіант</b>						
Собівартість виробів = 8,50 грн; Ціна продажу = 9,20 грн; Ціна залишків = 7,15 грн						
Попит на вироби, один	Кількість виробів у продажу					
		14	16	18	20	22
	10					
	15					
	19					
	21					
	23					

<b>13 варіант</b>						
Собівартість виробів = 5,85 грн; Ціна продажу = 6,45 грн; Ціна залишків = 6,00 грн						
Попит на вироби, ОДИН	Кількість виробів у продажу					
		3	5	8	11	15
	1					
	4					
	7					
	10					
	14					

<b>14 варіант</b>						
Собівартість виробів = 2,99 грн; Ціна продажу = 3,99 грн; Ціна залишків = 2,00 грн						
Попит на вироби, ОДИН	Кількість виробів у продажу					
		24	28	36	38	40
	20					
	26					
	30					
	39					
	42					

<b>15 варіант</b>						
Собівартість виробів = 0,99 грн.; Ціна продажу = 1,99 грн.; Ціна залишків = 1,00 грн.						
Попит на вироби, ОДИН	Кількість виробів у продажу					
		15	21	26	29	33
	10					
	19					
	25					
	28					
	34					

<b>16 варіант</b>						
Собівартість виробів = 3,40 грн.; Ціна продажу = 4,20 грн.; Ціна залишків = 3,00 грн.						
Попит на вироби, ОДИН	Кількість виробів у продажу					
		11	22	33	44	55
	10					
	20					
	30					
	40					
	50					

<b>17 варіант</b>						
Собівартість виробів = 7,92 грн; Ціна продажу = 9,99 грн; Ціна залишків = 7,00 грн						
Попит на вироби, ОДИН	Кількість виробів у продажу					
		8	12	15	19	24
	7					
	11					
	16					
	20					
	23					

<b>18 варіант</b>						
Собівартість виробів = 7,99 грн; Ціна продажу = 10,99 грн; Ціна залишків = 8,15 грн						
Попит на вироби, ОДИН	Кількість виробів у продажу					
		6	12	18	24	28
	5					
	13					
	19					
	25					
	29					

<b>19 варіант</b>						
Собівартість виробів = 0,88 грн; Ціна продажу = 2,88 грн; Ціна залишків = 0,8 грн						
Попит на вироби, ОДИН	Кількість виробів у продажу					
		7	17	27	37	47
	6					
	16					
	16					
	36					
	45					

<b>20 варіант</b>						
Собівартість виробів = 1,17 грн; Ціна продажу = 3,17 грн; Ціна залишків = 2,00 грн						
Попит на вироби, ОДИН	Кількість виробів у продажу					
		11	14	18	23	27
	13					
	15					
	17					
	21					
	26					

<b>21 варіант</b>						
Собівартість виробів = 2,70 грн; Ціна продажу = 5,10 грн; Ціна залишків = 2,00 грн						
Попит на вироби, ОДИН	Кількість виробів у продажу					
		8	10	20	27	31
	5					
	11					
	19					
	18					
	30					

<b>22 варіант</b>						
Собівартість виробів = 10,15 грн; Ціна продажу = 11,99 грн; Ціна залишків = 10,15 грн						
Попит на вироби, ОДИН	Кількість виробів у продажу					
		6	9	15	19	24
	7					
	8					
	16					
	17					
	22					

<b>23 варіант</b>						
Собівартість виробів = 4,45 грн; Ціна продажу = 6,05 грн; Ціна залишків = 6,00 грн						
Попит на вироби, ОДИН	Кількість виробів у продажу					
		13	15	17	19	25
	12					
	14					
	18					
	20					
	24					

<b>24 варіант</b>						
Собівартість виробів = 5,55 грн; Ціна продажу = 7,20 грн; Ціна залишків = 5,15 грн						
Попит на вироби, ОДИН	Кількість виробів у продажу					
		1	5	9	15	17
	2					
	5					
	11					
	13					
	16					

<b>25 варіант</b>						
Собівартість виробів = 7,05 грн; Ціна продажу = 8,99 грн; Ціна залишків = 8,00 грн						
Попит на вироби, ОДИН	Кількість виробів у продажу					
		15	20	25	30	33
	13					
	19					
	24					
	31					
	33					

<b>26 варіант</b>						
Собівартість виробів = 5,80 грн; Ціна продажу = 6,80 грн; Ціна залишків = 5,00 грн						
Попит на вироби, ОДИН	Кількість виробів у продажу					
		22	24	26	28	30
	21					
	23					
	25					
	27					
	29					

<b>27 варіант</b>						
Собівартість виробів = 0,15 грн; Ціна продажу = 1,05 грн; Ціна залишків = 1,00 грн						
Попит на вироби, ОДИН	Кількість виробів у продажу					
		20	24	28	32	35
	22					
	23					
	29					
	33					
	35					

<b>28 варіант</b>						
Собівартість виробів = 12,5 грн; Ціна продажу = 15,5 грн; Ціна залишків = 7,00 грн						
Попит на вироби, ОДИН	Кількість виробів у продажу					
		3	8	11	15	16
	2					
	6					
	10					
	14					
	16					

<b>29 варіант</b>						
Собівартість виробів = 1,25 грн; Ціна продажу = 3,55 грн; Ціна залишків = 3,00 грн						
Попит на вироби, ОДИН	Кількість виробів у продажу					
		4	9	13	16	21
	5					
	8					
	14					
	17					
	20					

<b>30 варіант</b>						
Собівартість виробів = 2,8 грн; Ціна продажу = 3,20 грн; Ціна залишків = 2,15 грн						
Попит на вироби, ОДИН	Кількість виробів у продажу					
		5	8	11	18	23
	4					
	7					
	10					
	19					
	22					



<b>31 варіант</b>						
Собівартість виробів = 5,05 грн; Ціна продажу = 5,55 грн; Ціна залишків = 5,00 грн						
Попит на вироби, ОДИН	Кількість виробів у продажу					
		14	21	26	32	38
	15					
	20					
	25					
	33					
	37					

<b>32 варіант</b>						
Собівартість виробів = 3,20 грн; Ціна продажу = 4,20 грн; Ціна залишків = 2,00 грн						
Попит на вироби, ОДИН	Кількість виробів у продажу					
		15	19	24	29	34
	16					
	20					
	23					
	30					
	35					

<b>33 варіант</b>						
Собівартість виробів = 7,01 грн; Ціна продажу = 8,00 грн; Ціна залишків = 8,00 грн						
Попит на вироби, ОДИН	Кількість виробів у продажу					
		8	10	15	20	22
	7					
	11					
	14					
	21					
	23					

<b>34 варіант</b>						
Собівартість виробів = 4,35 грн; Ціна продажу = 5,20 грн; Ціна залишків = 3,50 грн						
Попит на вироби, ОДИН	Кількість виробів у продажу					
		10	14	19	25	30
	11					
	15					
	20					
	24					
	29					

**Додаток В**  
**до практичного завдання №3**  
**Вихідні дані до ситуацій прийняття рішень без використання**  
**чисельних значень ймовірностей виходів, грн**

Таблиця В.1 – Річний прибуток фірми, тис грн

1 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-20	6	180	180	180	180
	30	-50	1	30	87	87	87
	40	-120	-3	23	73	140	140
	50	-180	-21	11	54	109	310
2 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-10	4	70	70	70	70
	30	-25	2	30	93	93	93
	40	-55	-4	19	21	190	190
	50	-89	-10	7	17	60	300
3 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-100	-38	145	145	145	145
	30	-68	-86	98	280	280	280
	40	-116	-133	50	230	410	410
	50	-166	-181	1	360	510	700
4 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-71	12	195	195	195	195
	30	-118	-36	158	240	240	240
	40	-166	-83	100	102	302	302
	50	-216	-121	71	286	309	600

Продовження таблиці В.1							
5 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-120	-60	316	316	316	316
	30	-68	-19	17	204	204	204
	40	-116	-31	-30	148	190	390
	50	-180	-140	-81	95	173	525
6 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-71	12	245	245	245	245
	30	-118	-48	15	370	370	370
	40	-166	-109	-34	145	450	450
	50	-201	-73	-89	115	270	452
7 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-81	22	132	132	132	132
	30	-128	5	76	160	160	160
	40	-176	-12	50	138	282	282
	50	-226	-27	102	108	140	390
8 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-10	4	100	100	100	100
	30	-25	1	40	181	181	181
	40	-55	-5	20	30	177	177
	50	-90	-12	8	22	140	234
9 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-221	-40	100	100	100	100
	30	-268	-78	-14	200	200	200
	40	-316	-133	-19	167	415	415
	50	-366	-181	-67	84	407	564

Продовження таблиці В.1							
10 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-70	50	234	234	234	234
	30	-138	4	180	370	370	370
	40	-166	-20	101	310	207	207
	50	-206	-80	53	127	243	480
11 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-90	32	260	260	260	260
	30	-138	-16	16	407	407	407
	40	-186	-66	180	359	542	542
	50	-235	-97	131	332	402	630
12 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-30	16	61	61	61	61
	30	-42	4	50	95	95	95
	40	-54	-8	38	83	129	129
	50	-91	-20	25	71	117	163
13 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-40	21	82	82	82	82
	30	-56	5	66	126	126	126
	30	-72	-11	50	111	172	172
	50	-89	-27	33	71	156	217
14 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-60	31	123	123	123	123
	30	-84	7	189	290	290	290
	40	-108	-17	75	143	258	258
	50	-132	-40	53	142	234	325

Продовження таблиці В.1

15 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-20	6	180	180	180	180
	30	-50	1	30	87	87	87
	40	-120	-3	23	73	140	140
	50	-180	-21	11	54	109	310
16 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-10	4	70	70	70	70
	30	-25	2	30	93	93	93
	40	-55	-4	19	21	190	190
	50	-89	-10	7	17	60	300
17 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-100	-38	145	145	145	145
	30	-68	-86	98	280	280	280
	40	-116	-133	50	230	410	410
	50	-166	-181	1	360	510	700
18 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-71	12	195	195	195	195
	30	-118	-36	158	240	240	240
	40	-166	-83	100	102	302	302
	50	-216	-121	71	286	309	600
19 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-120	-60	316	316	316	316
	30	-68	-19	17	204	204	204
	40	-116	-31	-30	148	190	390
	50	-180	-140	-81	95	173	525

Продовження таблиці В.1

20 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-71	12	245	245	245	245
	30	-118	-48	15	370	370	370
	40	-166	-109	-34	145	450	450
	50	-201	-73	-89	115	270	452
21 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-81	22	132	132	132	132
	30	-128	5	76	160	160	160
	40	-176	-12	50	138	282	282
	50	-226	-27	102	108	140	390
22 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-10	4	100	100	100	100
	30	-25	1	40	181	181	181
	40	-55	-5	20	30	177	177
	50	-90	-12	8	22	140	234
23 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-221	-40	100	100	100	100
	30	-268	-78	-14	200	200	200
	40	-316	-133	-19	167	415	415
	50	-366	-181	-67	84	407	564
24 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-70	50	234	234	234	234
	30	-138	4	180	370	370	370
	40	-166	-20	101	310	207	207
	50	-206	-80	53	127	243	480

Продовження таблиці В.1							
25 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-90	32	260	260	260	260
	30	-138	-16	16	407	407	407
	40	-186	-66	180	359	542	542
	50	-235	-97	131	332	402	630
26 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-30	16	61	61	61	61
	30	-42	4	50	95	95	95
	40	-54	-8	38	83	129	129
	50	-91	-20	25	71	117	163
27 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-40	21	82	82	82	82
	30	-56	5	66	126	126	126
	30	-72	-11	50	111	172	172
	50	-89	-27	33	71	156	217
28 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-60	31	123	123	123	123
	30	-84	7	189	290	290	290
	40	-108	-17	75	143	258	258
	50	-132	-40	53	142	234	325
29 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-20	6	180	180	180	180
	30	-50	1	30	87	87	87
	40	-120	-3	23	73	140	140
	50	-180	-21	11	54	109	310

Продовження таблиці В.1							
30 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-10	4	70	70	70	70
	30	-25	2	30	93	93	93
	40	-55	-4	19	21	190	190
	50	-89	-10	7	17	60	300
31 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-100	-38	145	145	145	145
	30	-68	-86	98	280	280	280
	40	-116	-133	50	230	410	410
	50	-166	-181	1	360	510	700
32 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-71	12	195	195	195	195
	30	-118	-36	158	240	240	240
	40	-166	-83	100	102	302	302
	50	-216	-121	71	286	309	600
33 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-120	-60	316	316	316	316
	30	-68	-19	17	204	204	204
	40	-116	-31	-30	148	190	390
	50	-180	-140	-81	95	173	525
34 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-71	12	245	245	245	245
	30	-118	-48	15	370	370	370
	40	-166	-109	-34	145	450	450
	50	-201	-73	-89	115	270	452



Закінчення таблиці В.1							
35 варіант							
Кількість кімнат $x_i$	Кількість зайнятих кімнат $S_i$						
		0	10	20	30	40	50
	20	-81	22	132	132	132	132
	30	-128	5	76	160	160	160
	40	-176	-12	50	138	282	282
	50	-226	-27	102	108	140	390

**Додаток Г**  
**до практичного завдання №4**  
**Оптимальний план розкрою матеріалів**

Таблиця Г.1 – Варіанти завдань до практичної роботи

№ вар.	Р, м	А, м	Б, м	Л, А/Б
1	6x15	3x1	1x1	1/1
2	6x14	3x2	1x2	1/1
3	6x9	3x3	1x3	1/1
4	6x11	3x4	1x4	1/1
5	6x9	3x5	1x5	1/2
6	6x10	3x6	1x6	1/2
7	7x15	3x7	1x7	1/3
8	7x16	3x8	1x8	1/1
9	7x18	3x9	1x9	2/3
10	8x12	4x1	2x2	2/3
11	8x12	4x2	2x3	2/3
12	8x10	4x3	2x4	2/1
13	8x10	4x4	2x5	2/1
14	9x15	4x5	2x6	2/1
15	9x14	4x6	2x7	2/1
16	9x17	4x7	2x8	3/1
17	9x20	4x8	2x9	3/1
18	10x11	4x3	2x5	3/1
19	10x10	5x1	4x4	3/2
20	11x10	5x2	2x3	3/2
21	11x13	5x3	3x3	3/2
22	12x13	5x4	3x4	4/3
23	13x13	5x5	3x5	4/3
24	13x8	6x1	3x6	4/1
25	14x3	6x2	3x2	4/1
26	18x4	6x3	3x8	4/1
27	20x5	6x4	3x9	1/1
28	14x6	6x5	3x2	1/2
29	14x7	6x3	4x4	1/3
30	10 x20	4 x2	3 x3	1/2

**Додаток Д**  
**до практичного завдання №5**

**Задача Канторовича для одного верстата**

Таблиця Д.1 – Варіанти завдань до задачі одного верстата

№ вар.	Параметри	1	2	3	4	5	6	7
	Типорозмір, $n$							
1	Число деталей, $\alpha_i$ , один.	15	17	20	23	31	18	43
	Тривалість обробки виробу, $T_i$	7	4	3	12	11	1	2
2	Число деталей, $\alpha_i$ , один.	16	18	20	25	30	19	45
	Тривалість обробки виробу, $T_i$	6	5	4	16	13	2	6
3	Число деталей, $\alpha_i$ , один.	19	12	42	19	2	5	8
	Тривалість обробки виробу, $T_i$	1	2	3	4	5	6	7
4	Число деталей, $\alpha_i$ , один.	10	14	30	3	1	4	9
	Тривалість обробки виробу, $T_i$	3	5	1	9	4	1	3
5	Число деталей, $\alpha_i$ , один.	11	15	20	4	3	7	8
	Тривалість обробки виробу, $T_i$	2	3	4	5	6	7	8
6	Число деталей, $\alpha_i$ , один.	12	17	10	5	6	2	1
	Тривалість обробки виробу, $T_i$	11	9	10	8	6	7	5
7	Число деталей, $\alpha_i$ , один.	13	15	5	6	7	20	25
	Тривалість обробки виробу, $T_i$	4	5	6	7	8	9	10
8	Число деталей, $\alpha_i$ , один.	14	16	10	7	26	30	21
	Тривалість обробки виробу, $T_i$	5	6	7	8	9	10	11
9	Число деталей, $\alpha_i$ , один.	15	17	19	8	29	40	1
	Тривалість обробки виробу, $T_i$	6	7	8	9	10	11	12

Продовження таблиці Д.1

10	Число деталей, $\alpha_i$ , один.	16	18	15	9	30	25	2
	Тривалість обробки виробу, $T_i$	7	8	9	10	11	12	13
11	Число деталей, $\alpha_i$ , один.	17	19	20	10	26	31	3
	Тривалість обробки виробу, $T_i$	1	2	3	4	5	6	7
12	Число деталей, $\alpha_i$ , один.	18	20	25	11	14	2	6
	Тривалість обробки виробу, $T_i$	2	3	4	5	6	7	8
13	Число деталей, $\alpha_i$ , один.	19	15	30	12	15	6	8
	Тривалість обробки виробу, $T_i$	3	4	5	6	7	8	9
14	Число деталей, $\alpha_i$ , один.	20	16	35	13	9	23	12
	Тривалість обробки виробу, $T_i$	4	5	6	7	8	9	10
15	Число деталей, $\alpha_i$ , один.	21	17	40	14	8	11	3
	Тривалість обробки виробу, $T_i$	5	6	7	8	9	10	11
16	Число деталей, $\alpha_i$ , один.	11	18	45	15	9	2	5
	Тривалість обробки виробу, $T_i$	6	7	8	9	10	11	12
17	Число деталей, $\alpha_i$ , один.	12	19	50	16	17	4	9
	Тривалість обробки виробу, $T_i$	7	8	9	10	5	6	11
18	Число деталей, $\alpha_i$ , один.	13	14	5	17	12	2	8
	Тривалість обробки виробу, $T_i$	8	9	10	11	12	13	14
19	Число деталей, $\alpha_i$ , один.	14	15	10	18	10	6	9
	Тривалість обробки виробу, $T_i$	9	10	11	12	1	2	3
20	Число деталей, $\alpha_i$ , один.	15	16	15	19	10	1	5
	Тривалість обробки виробу, $T_i$	8	7	5	3	2	1	6
21	Число деталей, $\alpha_i$ , один.	16	18	20	2	33	41	5
	Тривалість обробки виробу, $T_i$	9	11	012	6	7	8	9

Продовження таблиці Д.1

22	Число деталей, $\alpha_i$ , один.	17	19	25	3	10	13	6
	Тривалість обробки виробу, $T_i$	2	3	4	5	6	7	8
23	Число деталей, $\alpha_i$ , один.	18	20	30	4	12	14	1
	Тривалість обробки виробу, $T_i$	5	6	11	12	8	9	2
24	Число деталей, $\alpha_i$ , один.	19	21	35	5	16	2	9
	Тривалість обробки виробу, $T_i$	12	8	9	2	5	6	7
25	Число деталей, $\alpha_i$ , один.	20	22	40	6	11	15	1
	Тривалість обробки виробу, $T_i$	2	3	12	8	9	1	11
26	Число деталей, $\alpha_i$ , один.	21	24	2	7	12	16	3
	Тривалість обробки виробу, $T_i$	10	12	8	9	2	6	7
27	Число деталей, $\alpha_i$ , один.	10	15	6	8	13	26	19
	Тривалість обробки виробу, $T_i$	12	8	9	2	1	5	20
28	Число деталей, $\alpha_i$ , один.	11	17	8	9	12	25	3
	Тривалість обробки виробу, $T_i$	3	4	5	20	12	8	9
29	Число деталей, $\alpha_i$ , один.	12	18	10	11	19	24	1
	Тривалість обробки виробу, $T_i$	3	4	12	8	9	16	20
30	Число деталей, $\alpha_i$ , один.	13	16	4	12	17	26	2
	Тривалість обробки виробу, $T_i$	10	12	8	9	34	29	5

**Додаток Е**  
**до практичного завдання №6**  
**Завантаження двох "верстатів" (задача Джонсона)**

Таблиця Е.1 – Розрахункові дані до задачі двох "верстатів"

№ вар.	Показники	Номери виробів									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Час обробки на 1 робочому місці, хв.	3	5	8	5	3	8	2	6	9	3
	Час обробки на 2 робочому місці, хв.	4	9	4	2	7	9	4	2	1	6
2	Час обробки на 1 робочому місці, хв.	3	7	8	5	3	8	2	6	9	3
	Час обробки на 2 робочому місці, хв.	4	9	3	2	7	9	4	2	1	6
3	Час обробки на 1 робочому місці, хв.	3	5	1	7	3	8	2	6	9	3
	Час обробки на 2 робочому місці, хв.	4	9	4	2	7	5	4	2	1	6
4	Час обробки на 1 робочому місці, хв.	3	5	8	1	3	8	2	6	9	3
	Час обробки на 2 робочому місці, хв.	4	3	4	2	7	9	4	2	1	6
5	Час обробки на 1 робочому місці, хв.	3	3	8	5	3	8	2	6	9	3
	Час обробки на 2 робочому місці, хв.	4	9	4	2	7	4	4	2	1	6
6	Час обробки на 1 робочому місці, хв.	3	4	5	1	3	8	2	6	7	3
	Час обробки на 2 робочому місці, хв.	4	3	4	2	7	9	4	2	1	6
7	Час обробки на 1 робочому місці, хв.	3	1	8	5	3	8	2	6	9	3
	Час обробки на 2 робочому місці, хв.	4	9	4	2	7	1	4	2	1	6
8	Час обробки на 1 робочому місці, хв.	3	7	8	5	3	8	2	6	9	3
	Час обробки на 2 робочому місці, хв.	4	9	4	2	7	3	4	2	1	5
9	Час обробки на 1 робочому місці, хв.	3	9	8	5	3	8	2	6	9	3
	Час обробки на 2 робочому місці, хв.	4	9	4	2	7	5	4	2	1	6
10	Час обробки на 1 робочому місці, хв.	3	5	6	5	3	9	4	6	4	3
	Час обробки на 2 робочому місці, хв.	4	6	5	2	5	6	6	6	4	6
11	Час обробки на 1 робочому місці, хв.	3	5	8	6	3	8	2	7	9	3
	Час обробки на 2 робочому місці, хв.	4	2	4	2	7	9	4	5	1	6
12	Час обробки на 1 робочому місці, хв.	3	5	6	5	3	8	2	1	9	3
	Час обробки на 2 робочому місці, хв.	2	9	4	2	7	9	4	2	1	5
13	Час обробки на 1 робочому місці, хв.	3	5	8	5	3	2	2	6	1	3
	Час обробки на 2 робочому місці, хв.	4	9	4	2	9	8	4	2	9	6
14	Час обробки на 1 робочому місці, хв.	6	5	2	5	3	8	2	3	2	3
	Час обробки на 2 робочому місці, хв.	4	3	4	2	7	5	4	2	1	6
15	Час обробки на 1 робочому місці, хв.	3	6	8	5	3	8	2	4	4	3
	Час обробки на 2 робочому місці, хв.	4	9	4	3	7	4	4	3	1	6
16	Час обробки на 1 робочому місці, хв.	3	5	8	2	3	8	2	6	1	3
	Час обробки на 2 робочому місці, хв.	4	9	4	2	7	8	4	2	1	6

## Продовження таблиці Е.1

17	Час обробки на 1 робочому місці, хв.	3	5	5	5	3	5	2	6	9	1
	Час обробки на 2 робочому місці, хв.	4	9	4	2	7	9	4	2	2	3
18	Час обробки на 1 робочому місці, хв.	3	5	7	5	3	8	2	2	9	3
	Час обробки на 2 робочому місці, хв.	4	9	4	2	5	9	7	2	1	6
19	Час обробки на 1 робочому місці, хв.	3	5	8	5	3	7	2	6	9	3
	Час обробки на 2 робочому місці, хв.	4	9	4	1	7	9	4	2	2	6
20	Час обробки на 1 робочому місці, хв.	3	5	8	2	3	8	7	6	9	3
	Час обробки на 2 робочому місці, хв.	4	9	4	2	1	9	2	2	1	6
21	Час обробки на 1 робочому місці, хв.	3	3	8	5	3	4	2	6	9	3
	Час обробки на 2 робочому місці, хв.	4	9	4	6	7	9	4	7	1	6
22	Час обробки на 1 робочому місці, хв.	3	5	8	5	3	8	2	6	9	3
	Час обробки на 2 робочому місці, хв.	4	9	4	2	7	9	4	2	1	6
23	Час обробки на 1 робочому місці, хв.	3	5	8	5	3	8	2	6	6	3
	Час обробки на 2 робочому місці, хв.	4	9	4	2	7	9	4	2	1	6
24	Час обробки на 1 робочому місці, хв.	3	5	8	5	3	8	2	6	9	3
	Час обробки на 2 робочому місці, хв.	4	9	4	2	7	9	4	2	1	6
25	Час обробки на 1 робочому місці, хв.	3	5	8	3	3	8	8	6	9	3
	Час обробки на 2 робочому місці, хв.	4	9	4	2	7	8	4	2	3	6
26	Час обробки на 1 робочому місці, хв.	3	7	8	3	3	8	2	6	1	6
	Час обробки на 2 робочому місці, хв.	4	9	4	4	7	2	4	2	9	3
27	Час обробки на 1 робочому місці, хв.	3	5	6	5	3	8	2	6	1	6
	Час обробки на 2 робочому місці, хв.	4	9	4	2	2	9	4	2	2	3
28	Час обробки на 1 робочому місці, хв.	3	5	8	5	3	8	2	6	9	3
	Час обробки на 2 робочому місці, хв.	4	9	4	2	7	9	4	2	1	6
29	Час обробки на 1 робочому місці, хв.	3	5	8	5	3	8	2	6	9	3
	Час обробки на 2 робочому місці, хв.	4	9	4	2	7	9	4	2	1	6
30	Час обробки на 1 робочому місці, хв.	3	5	8	5	3	8	2	6	9	3
	Час обробки на 2 робочому місці, хв.	4	9	4	2	7	9	4	2	1	6

**Додаток Ж**  
**до практичного завдання №7**  
**Оптимізація планування методами теорії розкладів**  
**(Задача трьох "верстатів")**

Таблиця Ж.1 – Варіанти індивідуальних завдань

№ вар.	$i$	1	2	3	4	5	6	№ вар.	$i$	1	2	3	4	5	6	№ вар.	$i$	1	2	3	4	5	6
1	$a_i$	1	2	3	1	2	3	11	$a_i$	1	1	3	1	1	2	21	$a_i$	1	3	3	1	1	1
	$b_i$	4	3	2	2	3	3		$b_i$	4	1	3	3	4	2		$b_i$	4	5	3	1	4	3
	$c_i$	2	2	1	3	2	1		$c_i$	3	1	2	3	5	2		$c_i$	3	3	2	1	3	3
2	$i$	1	2	3	4	5	6	12	$i$	1	2	3	4	5	6	22	$i$	1	2	3	4	5	6
	$a_i$	1	1	2	3	3	3		$a_i$	1	2	4	3	1	1		$a_i$	1	3	1	2	3	1
	$b_i$	2	1	3	1	2	1		$b_i$	3	2	1	4	1	4		$b_i$	4	2	4	2	4	1
	$c_i$	3	1	4	3	2	1		$c_i$	3	2	1	1	2	3		$c_i$	5	3	3	2	1	2
3	$i$	1	2	3	4	5	6	13	$i$	1	2	3	4	5	6	23	$i$	1	2	3	4	5	6
	$a_i$	2	2	3	1	2	3		$a_i$	2	3	3	4	5	1		$a_i$	4	5	4	3	3	3
	$b_i$	3	2	4	1	3	3		$b_i$	3	3	1	1	3	4		$b_i$	1	3	1	3	1	3
	$c_i$	1	2	1	2	2	2		$c_i$	2	3	4	1	3	3		$c_i$	1	3	1	3	3	2
4	$i$	1	2	3	4	5	6	14	$i$	1	2	3	4	5	6	24	$i$	1	2	3	4	1	6
	$a_i$	1	2	1	2	2	2		$a_i$	3	4	4	5	1	1		$a_i$	2	1	2	4	4	5
	$b_i$	3	3	4	1	2	3		$b_i$	5	4	1	3	3	4		$b_i$	1	3	3	4	1	3
	$c_i$	3	2	4	1	3	3		$c_i$	3	4	1	3	3	5		$c_i$	1	3	2	4	1	3
5	$i$	1	2	3	4	5	6	15	$i$	1	2	3	4	5	6	25	$i$	1	2	3	4	5	6
	$a_i$	2	2	1	1	3	3		$a_i$	2	5	3	1	3	2		$a_i$	3	2	1	5	4	2
	$b_i$	3	2	4	1	3	3		$b_i$	3	5	4	1	2	3		$b_i$	2	3	4	5	1	3
	$c_i$	2	2	3	1	2	3		$c_i$	2	5	1	2	3	1		$c_i$	3	1	3	5	1	2
6	$i$	1	2	3	4	5	6	16	$i$	1	2	3	4	5	6	26	$i$	1	2	3	4	5	6
	$a_i$	3	3	2	2	1	2		$a_i$	1	2	2	4	5	3		$a_i$	1	3	2	6	1	3
	$b_i$	2	2	3	4	5	2		$b_i$	2	3	2	1	3	2		$b_i$	2	2	2	6	5	1
	$c_i$	1	3	1	2	3	2		$c_i$	3	2	2	1	3	1		$c_i$	3	3	2	6	3	4



Продовження таблиці Ж.1

7	$i$	1	2	3	4	5	6	17	$i$	1	2	3	4	5	6	27	$i$	1	2	3	4	5	6
	$a_i$	1	2	3	3	2	5		$a_i$	3	1	3	1	3	2		$a_i$	1	3	2	1	1	2
	$b_i$	1	2	3	2	2	1		$b_i$	4	1	3	4	2	3		$b_i$	3	2	3	1	4	5
	$c_i$	1	1	4	3	2	2		$c_i$	1	2	3	3	3	1		$c_i$	3	3	1	1	2	1
8	$i$	1	2	3	4	5	6	18	$i$	1	2	3	4	5	6	28	$i$	1	2	3	4	5	6
	$a_i$	2	4	5	6	1	1		$a_i$	3	2	4	3	2	1		$a_i$	4	5	4	2	1	3
	$b_i$	2	1	3	3	3	3		$b_i$	2	1	4	2	3	4		$b_i$	1	3	1	2	3	2
	$c_i$	2	1	3	3	3	3		$c_i$	3	1	2	3	1	3		$c_i$	1	3	1	2	3	3
9	$i$	1	2	3	4	5	6	19	$i$	1	4	5	4	5	6	29	$i$	1	2	3	4	5	6
	$a_i$	3	3	2	4	2	3		$a_i$	3	2	1	4	5	6		$a_i$	3	2	3	3	1	2
	$b_i$	3	2	3	1	2	5		$b_i$	1	2	5	1	3	3		$b_i$	2	3	5	3	4	5
	$c_i$	3	3	1	1	2	3		$c_i$	4	2	5	1	3	3		$c_i$	3	1	3	3	2	1
10	$i$	1	2	3	4	5	6	20	$i$	1	2	3	4	5	6	30	$i$	1	2	3	4	5	6
	$a_i$	4	4	5	3	2	3		$a_i$	3	3	1	1	2	1		$a_i$	4	5	6	4	4	5
	$b_i$	4	1	3	2	3	1		$b_i$	5	2	1	4	5	3		$b_i$	1	3	3	4	1	3
	$c_i$	4	1	3	3	1	4		$c_i$	3	3	1	2	1	3		$c_i$	1	3	3	4	1	3

Таблиця Ж.2 – Вихідні дані рішення задачі трьох "верстатів"

$N_{\text{верстату}}$ \ $i$	1	2	3	4	5	6
1						
2						
3						

Таблиця Ж.3 – Робоча таблиця до розв'язання задачі трьох "верстатів"

$\sigma_1$	A,B,C	Z	$\sigma_i$	A,B,C	Z

**Додаток 3**  
**до практичного завдання №8**  
**Задачі динамічної оптимізації**  
**Варіанти завдань**

**Варіант 1**

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	120	180	100	190
A <sub>1</sub>		0	80	220	200
A <sub>2</sub>			0	90	185
A <sub>3</sub>				0	250
A <sub>4</sub>					0

**Варіант 2**

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	150	200	170	210
A <sub>1</sub>		0	60	190	220
A <sub>2</sub>			0	250	130
A <sub>3</sub>				0	100
A <sub>4</sub>					0

**Варіант 3**

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	175	230	200	180
A <sub>1</sub>		0	190	300	160
A <sub>2</sub>			0	150	200
A <sub>3</sub>				0	250
A <sub>4</sub>					0

**Варіант 4**

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	140	200	210	100
A <sub>1</sub>		0	150	190	220
A <sub>2</sub>			0	250	200
A <sub>3</sub>				0	170
A <sub>4</sub>					0

**Варіант 5**

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	200	350	200	160
A <sub>1</sub>		0	190	300	80
A <sub>2</sub>			0	150	200
A <sub>3</sub>				0	280
A <sub>4</sub>					0

**Варіант 6**

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	180	250	200	300
A <sub>1</sub>		0	170	350	200
A <sub>2</sub>			0	150	280
A <sub>3</sub>				0	250
A <sub>4</sub>					0

**Варіант 7**

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	100	250	160	300
A <sub>1</sub>		0	400	150	120
A <sub>2</sub>			0	250	200
A <sub>3</sub>				0	170
A <sub>4</sub>					0

**Варіант 8**

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	240	150	300	90
A <sub>1</sub>		0	300	310	190
A <sub>2</sub>			0	250	220
A <sub>3</sub>				0	250
A <sub>4</sub>					0

**Варіант 9**

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	300	270	220	100
A <sub>1</sub>		0	400	80	130
A <sub>2</sub>			0	50	200
A <sub>3</sub>				0	250
A <sub>4</sub>					0

**Варіант 10**

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	200	150	300	100
A <sub>1</sub>		0	120	350	200
A <sub>2</sub>			0	150	250
A <sub>3</sub>				0	150
A <sub>4</sub>					0

## Варіант 11

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	130	250	180	400
A <sub>1</sub>		0	100	350	200
A <sub>2</sub>			0	150	300
A <sub>3</sub>				0	170
A <sub>4</sub>					0

## Варіант 12

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	100	350	200	400
A <sub>1</sub>		0	500	350	200
A <sub>2</sub>			0	150	300
A <sub>3</sub>				0	250
A <sub>4</sub>					0

## Варіант 13

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	100	250	300	100
A <sub>1</sub>		0	400	150	200
A <sub>2</sub>			0	350	220
A <sub>3</sub>				0	190
A <sub>4</sub>					0

## Варіант 14

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	220	250	200	300
A <sub>1</sub>		0	180	190	230
A <sub>2</sub>			0	250	200
A <sub>3</sub>				0	150
A <sub>4</sub>					0

## Варіант 15

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	300	200	200	100
A <sub>1</sub>		0	300	250	180
A <sub>2</sub>			0	250	200
A <sub>3</sub>				0	170
A <sub>4</sub>					0

## Варіант 16

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	300	220	200	400
A <sub>1</sub>		0	300	250	200
A <sub>2</sub>			0	250	100
A <sub>3</sub>				0	250
A <sub>4</sub>					0

## Варіант 17

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	190	250	180	200
A <sub>1</sub>		0	300	150	200
A <sub>2</sub>			0	210	100
A <sub>3</sub>				0	90
A <sub>4</sub>					0

## Варіант 18

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	110	200	320	140
A <sub>1</sub>		0	200	350	100
A <sub>2</sub>			0	350	200
A <sub>3</sub>				0	150
A <sub>4</sub>					0

## Варіант 19

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	200	190	170	300
A <sub>1</sub>		0	200	150	260
A <sub>2</sub>			0	150	200
A <sub>3</sub>				0	140
A <sub>4</sub>					0

## Варіант 20

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	140	200	190	300
A <sub>1</sub>		0	250	170	200
A <sub>2</sub>			0	320	180
A <sub>3</sub>				0	190
A <sub>4</sub>					0

## Варіант 21

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	100	350	200	120
A <sub>1</sub>		0	130	350	210
A <sub>2</sub>			0	250	300
A <sub>3</sub>				0	150
A <sub>4</sub>					0

## Варіант 22

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	280	150	300	120
A <sub>1</sub>		0	170	300	200
A <sub>2</sub>			0	150	200
A <sub>3</sub>				0	270
A <sub>4</sub>					0

## Варіант 23

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	180	220	180	300
A <sub>1</sub>		0	260	150	200
A <sub>2</sub>			0	230	100
A <sub>3</sub>				0	150
A <sub>4</sub>					0

## Варіант 24

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	120	350	200	100
A <sub>1</sub>		0	100	50	230
A <sub>2</sub>			0	350	100
A <sub>3</sub>				0	130
A <sub>4</sub>					0

## Варіант 25

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	100	200	150	350
A <sub>1</sub>		0	300	180	230
A <sub>2</sub>			0	130	100
A <sub>3</sub>				0	250
A <sub>4</sub>					0

## Варіант 26

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	250	100	300	230
A <sub>1</sub>		0	230	180	300
A <sub>2</sub>			0	250	100
A <sub>3</sub>				0	50
A <sub>4</sub>					0

## Варіант 27

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	100	150	180	230
A <sub>1</sub>		0	180	300	50
A <sub>2</sub>			0	250	180
A <sub>3</sub>				0	50
A <sub>4</sub>					0

## Варіант 28

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	30	80	100	150
A <sub>1</sub>		0	90	45	180
A <sub>2</sub>			0	300	50
A <sub>3</sub>				0	100
A <sub>4</sub>					0

## Варіант 29

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	100	120	60	240
A <sub>1</sub>		0	30	180	90
A <sub>2</sub>			0	60	180
A <sub>3</sub>				0	240
A <sub>4</sub>					0

## Варіант 30

	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
A <sub>0</sub>	0	170	50	200	140
A <sub>1</sub>		0	190	150	100
A <sub>2</sub>			0	100	70
A <sub>3</sub>				0	150
A <sub>4</sub>					0

