

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Харківська філія
Українського державного університету економіки і фінансів

О. М. СУМЕЦЬ

**ОСНОВИ ОПЕРАЦІЙНОГО
МЕНЕДЖМЕНТУ
ТЕОРЕТИЧНИЙ АСПЕКТ
І ПРАКТИЧНІ ЗАВДАННЯ**

Підручник

(3-є видання, перероб. та доповн.)

За редакцією професора О. Л. Яременка

Затверджено

*Міністерством освіти і науки України
для студентів вищих навчальних закладів*



Київ – 2006

ББК 65.050.214 я73

С 73

Рецензенти:

Б. І. Валусь, академік АЕНУ

О. І. Яковлев, д-р екон. наук, проф. Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»

В. А. Войтов, д-р техн. наук, проф. Харківського державного технічного університету сільського господарства

**Затверджено Міністерством освіти і науки України
як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів
(лист № 1/11-4694 від 7 листопада 2003 р.)**

Сумець Олександр Михайлович

С 73 Операційний менеджмент: теоретичний аспект і практичні завдання: Підручник.
3-тє вид, перероб. та доповн. — К.: ВД «Професіонал», 2006. —480 с.

ISBN 966-8556-16-3

У підручнику викладені теоретичні, методичні і практичні питання операційного менеджменту як одного із сучасних напрямів загального менеджменту. Особливу увагу зосереджено на питаннях теорії операційних систем, їх функціонування і розвитку в різних сферах соціуму.

Підручник призначений для студентів ВНЗ, які опановують менеджмент і організацію операційних систем. Оптимальне поєднання принципів операційного менеджменту й основних положень теорії операційних систем дає право рекомендувати його для менеджерів будь-якого рівня, які бажають підвищити освітній і професійний рівень, а також для аспірантів і викладачів, які опікуються проблемами менеджменту.

ББК 65.050.214 я73

ISBN 966-8556-16-3

© О. М. Сумець, 2004

© ВД «Професіонал», 2004

ПЕРЕДМОВА ДО ТРЕТЬОГО ВИДАННЯ

Період ринкових реформ в Україні дещо затягнувся. Ринкові процеси в багатьох галузях народного господарства гальмуються. Однією з причин є недостатня кількість фахівців-менеджерів, здатних керувати на різних рівнях управління організацією. Світова практика показала, що ефективність управління будь-якої організації закладається на операційному рівні. Таким чином, *управління операціями є фундаментальною складовою підготовки фахівців* з менеджменту.

Навчальний курс «Операційний менеджмент» викладається в ВНЗ України порівняно малий час. Методичне забезпечення дисципліни поки що знаходиться на стадії напрацювання. Велику увагу для вирішення проблеми методичного забезпечення приділяє НМК з менеджменту Міністерства освіти і науки України під керівництвом професора Н. М. Ушакової. У 2001 році розроблено і затверджено Галузевий стандарт вищої освіти (ГСВО) з напрямку підготовки 0502 «Менеджмент», в якому дисципліна «Операційний менеджмент» віднесена до блоку нормативних дисциплін підготовки фахівців. На виконання рішення Президії НМК з менеджменту (протокол № 9 від

22–23. 04. 2003 р.) сформовано склад творчих авторських колективів для створення інтегрованих комплексів дисциплін нормативної частини освітньо-професійної програми підготовки фахівців з напрямку «Менеджмент». У тому числі організована творча група для підготовки базового комплексу навчально-методичних матеріалів з дисципліни «Операційний менеджмент», до складу якої ввійшли відомі фахівці і науковці В. О. Василенко, В. В. Дорофієнко, В. П. Колосюк, М. А. Корж, Т. В. Омельченко, І. Н. Пащенко, О. М. Сумець, Т. І. Ткаченко, О. О. Трут.

ГСВО визначив мету, предмет та основні змістовні модулі дисципліни.

Метою вивчення курсу є формування умінь розроблення операційної стратегії, створення та використання галузевих операційних підсистем як основи забезпечення досягнення місії організації.

Предметом дисципліни є закономірності планування, створення та ефективного використання операційної системи організації.

Об'єкт вивчення — операції у різних сферах людської діяльності.

Ринок праці потребує від фахівців високого рівня і теоретичних знань, практичних навичок в управлінні операціями та операційними системами. Тому перед вищою школою стоїть завдання постійного і безперервного удосконалення підручників і навчальних посібників з менеджменту, в тому числі і з дисципліни «Операційний менеджмент».

Третє видання підручника доповнено як в теоретичному, так і в практичному аспектах. До кожного розділу наведені ключові терміни і поняття, що надасть студентам можливість звернути увагу на проблемні моменти в вивчені матеріалу.

Перший розділ доповнено визначеннями поняття «система». У другому розділі додатково наведені характеристики якостей і

властивостей системи, більш ширше розкрито поняття структури і типології системи.

У третій розділ додано матеріал з математичної інтерпретації розміщення виробничої операційної системи за А. Вебером.

Шостий розділ доповнено новим підрозділом «Оцінка якості операційної математичної моделі». Тут подано інформацію щодо оцінки адекватності і точності моделей, які планується прийняти для формування управлінського рішення стосовно конкретної операції чи набору операцій.

У третьому виданні підручника додано новий розділ «Ситуаційне навчання при викладанні дисципліни «Операційний менеджмент». Цей матеріал є практичною порадою для викладачів та студентів до проведення ситуаційних семінарів і практичних занять.

До кожного розділу додані завдання, які допоможуть студентам на основі вивчення теоретичного матеріалу якісно підготуватись до практичних занять.

Питання та завдання до самостійної підготовки, а також тести до основних тем навчального курсу дають можливість оцінити якість засвоєного матеріалу, перевірити рівень знань, з'ясувати, які теми чи проблеми потребують ґрунтовнішого вивчення.

Автор сподівається, що цей підручник буде корисним не тільки студентам, аспірантам і викладачам вищих навчальних закладів, але й усім читачам, які бажають оволодіти мистецтвом управління операціями та операційними системами в різних сферах діяльності людини. Автор готовий до будь-яких пропозицій, творчої співпраці та зауважень стосовно концепції і змісту цього підручника тому, що проблеми управління операціями та операційними системами сучасних підприємств в ринкових умовах знаходяться ще на стадії їх активного відпрацювання.

ВСТУП

Розвиток і становлення методів керування операційними системами, своєчасне їх удосконалення є необхідною умовою подальшого технологічного й організаційного поступу економіки України. У зв'язку з цим перед вищою школою стоїть завдання докорінної зміни змісту підготовки фахівців-менеджерів.

Нині наявність таких фахівців є окремим якісним чинником успішного керування операційними системами усіх форм власності та напрямку діяльності. Складність прийняття управлінських рішень — у моделюванні структури і спрямованості операцій. Чим складнішим є об'єкт керування, тим потрібнішими стають здатність менеджера оптимізувати операцію, задати їй відповідний режим функціонування, його готовність до мобільного об'рунтування і структуривання прийнятого рішення. Ці засади слід враховувати і розвивати у ступінчатому процесі підготовки сучасного менеджера.

Нинішня підготовка операційних менеджерів потребує якісного поліпшення. Існують проблеми при складанні навчальних планів і програм ВНЗ. Відсутнє розуміння структури і завдань менеджменту. Отже, особливої актуальності набуває випуск навчальних і

довідкових посібників з теорії та практики операційного менеджменту, а також організація навчальних центрів для підвищення професійного рівня фахівців у галузі керування операціями.

Сьогодні, на жаль, ринок україномовної навчальної літератури недостатньо задовольняє попит вищих навчальних закладів на відповідні методичні матеріали. Цей підручник має за мету покращити зазначену ситуацію і є однією з перших вітчизняних публікацій з операційного менеджменту.

Його структура містить понятійний апарат операційного менеджменту і теоретичні основи операційних систем, аналіз методичної бази проектування і забезпечення надійності операційних систем, а також розкриває особливості побудови операційних систем у різних галузях ринкової діяльності. Особливу увагу приділено розгляду питання прийняття рішень в операційному менеджменті й використання для цього сучасних економіко-математичних моделей і методів.

Для повнішого засвоєння навчального матеріалу в підручнику після кожної поданої теми пропонуються тести для контролю знань. Кожний розділ завершується низкою основних контрольних запитань. З метою наочного підкріплення теоретичних знань наводяться практичні приклади. Додаткову зручність при вивченні та засвоєнні матеріалу створює словник основних термінів і дефініцій операційного менеджменту, а також іменний і предметний покажчики.

Засвоєння викладених у підручнику тем допоможе студентам сформувати власну думку щодо операційного менеджменту та значення його для ефективного, кваліфікованого керування операційними системами підприємств. Структура, послідовність, взаємозв'язок розділів спрямовані на досягнення основної мети підручника — допомогти читачеві набути навичок безпечних, оптимізаційних алгоритмів організації діяльності фірми, покликаних забезпечувати системі динамічну рівновагу, як внутрішню, так і щодо зовнішнього середовища.

Керуючись методологією курсу, автор враховував, що сьогодні зовнішнє і внутрішнє середовище об'єктів операційного менеджменту зазнають істотних змін. Інформатизація основ сучасних технологій потребує принципово нової якості управлінських функцій і проблем. Тому при побудові структури підручника основним було прагнення формалізувати концепцію операційного менеджменту більш чіткою, практично спрямованою і одночасно відкритою, такою, що допускає і передбачає істотні інновації.

Допрацьовуючи підручник, автор придержувався концепції пропорційної залежності процесу управління операціями від забезпечення операційної системи необхідними ресурсами в умовах їх обмеження та дифіциту.

Розділ 1

ПОНЯТІЙНИЙ АПАРАТ ОПЕРАЦІЙНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

*Я зробив, як міг — хто зможе,
хай зробить краще.
(Точка зору древніх римлян)*

***Ключові терміни і поняття:** операційний менеджмент, мета і предмет операційного менеджменту, операційний менеджер, операція, управління операціями, дослідження операцій, алгоритм управління, алгоритмізація, операційна функція, операційна стратегія, концепції та основні функції операційного менеджменту, операційна система.*

1.1 Об'єкт, предмет, загальні поняття і завдання операційного менеджменту

Операційний менеджмент — це цілеспрямована діяльність з керування операціями придбання потрібних ресурсів, їхньої трансформації в готовий продукт (послугу) з поставкою останнього (останніх) споживачу (на ринок). **Операційний менеджмент** замикається в своїй основі на операціях планування, організації і керування організацією (надалі — операційною системою).

Операційний менеджмент центральною лінією проходить через усю діяльність щодо створення (чи зміни стану) продукту шляхом перетворення необхідних ресурсів у потрібні товари, послуги за визначальної ролі операційних менеджерів і оперативної інформації.

Операційний менеджмент — підсумковий у циклі економічних дисциплін, бо будь-яка фірма є органічною цілісною системою, керування операціями має забезпечити інтегративні та координувальні ефекти, тобто в результаті операційного менеджменту фірма набуватиме статусу єдиного цілого. У той же час критерій ефективності керування повинен обов'язково співвідноситися зі стратегією бізнесу фірми, яка не зводиться до поточної ефективності.

Операційний менеджмент є не тільки визначеною системою керування операціями, у параметрах і показниках якої він відображається. У його змісті відбиваються характер і особливості професійного мислення менеджера. Це свого роду структура знань, викладена як конкретна система цінностей, установок, стереотипів, що поєднують накопичені дослідницький потенціал і практичний досвід, сформоване світовідчуження і перспективне мислення.

Мета операційного менеджменту — формування ефективної системи керування операціями у виробництві, сервісі. Він націлений на побудову керувальних систем, що забезпечує виконання необхідних дій і процедур для одержання ринкового результату діяльності фірми. Ринковий вибір може будуватися тільки на чіткому професійному врахуванні об'єктивних обмежень, критеріїв і стандартів. Оптимальні операційні рішення вимагають від керівника перебування в центрі виробничої системи, що розвивається. Поєднання в одне ціле основних чинників і аспектів діяльності підприємства — фінансових, організаційних, ринкових, технологічних — потребує, щоб цей процес здійснювався на міцній базі раціонального керування операціями.

Предметом операційного менеджменту є закономірності планування, створення й ефективного використання операційної системи організації.

Основне завдання операційного менеджменту — **побудова** керувальних систем, що забезпечують виконання необхідних дій і процедур для одержання ринкового результату від функціонування операційної системи будь-якої організації.

Спрямованість операційного менеджменту — *ефективність і раціональність у керуванні будь-якими операціями*. Останні можна прийняти за основні показники, що характеризують операційний менеджмент як певного роду діяльність організації (у даному випадку під «організацією» розуміється відносно відособлений структурний підрозділ у загальній системі суспільного розподілу праці).

В операційному менеджменті під «ефективністю» слід розуміти визначений ступінь досягнення поставлених операційною системою цілей. Для системи, організації — це, певним чином, задоволення потреб споживачів і одержання максимально можливого прибутку. Стосовно операції під «ефективністю» слід розуміти ступінь досягнення поставлених цілей. Причому основний принцип

кількісної оцінки ефективності складається з порівняння результатів проведення операції і витрат на її здійснення. Отже, ефективність операції може бути однозначно охарактеризована такими показниками: величиною очікуваного корисного ефекту (результату), імовірністю його досягнення і витратами ресурсів на досягнення цього ефекту з заданою імовірністю.

Рациональність — досягнення максимально можливої ефективності як системи загалом, так і операції зокрема за мінімальних можливих витрат.

Ефективність і рациональність — це ті показники, що «формують» прибутковість системи «організації», яка функціонує в економічному просторі.

Фундамент операційного менеджменту складають чотири головних компоненти — економіка, математичні основи дослідження операцій, технологія й організація (рис. 1.1), що взаємопов'язані і забезпечують успішну діяльність і розвиток системи (організації).



Рис. 1.1 Фундаментальна основа операційного менеджменту

Виконавець, керівник даної діяльності (виробничої чи сервісної) на рівні виконання окремих операцій, що забезпечують ефективне і раціональне ведення всієї роботи, буде називатися **операційним менеджером**. В принципі всіх менеджерів можна вважати операційними менеджерами, оскільки вони зобов'язані так керувати своїми підрозділами, щоб ті функціонували ефективно і раціонально за будь-якої специфіки своєї функції.

Об'єктом вивчення операційного менеджменту є операції у різних сферах людської діяльності. Вони уособлюють собою будь-яку діяльність у виробництві, науці, освіті, медицині, економіці тощо, яка пов'язана з творчим процесом. За ознаками загального менеджменту під «операцією» розуміється процес, метод або ряд дій, головним чином, практичного характеру чи сукупність цілеспрямованих актів, заходів, спрямованих на досягнення конкретної мети. Таким чином, кожний менеджер під «операцією» розуміє певну сукупність цілеспрямованих заходів.

Якщо дивитись крізь призму операційного менеджменту, то в загальному значенні операція — відносно досконала рухлива форма передбачуваного результату (товару чи послуги), підпорядковується системі вимог і обмежень, що задається ззовні (хоча і не виключається формування обмежень з внутрішнього середовища).

Операція завжди має результат, тобто сукупність результатів за підсумком її проведення.

Кожна операція має конкретну мету. У цьому випадку під «метою» операції розуміють той результат, заради досягнення якого вона проводиться. Тут доречно також зазначити, що операція має також властиве тільки їй визначене завдання, вирішення якого спрямоване на досягнення її мети.

Сфера діяльності сучасного менеджера велика — промисловість, бізнес, сервіс. Тому є сенс перелічити основні операції цих сфер, які особливо потребують вмілого керування (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Операції у різних сферах діяльності менеджера

Сфера діяльності	Об'єкт	Основні операції
1	2	3
Промисловість	Промислове підприємство, фірма	Проектування, обслуговування і ремонт промислового устаткування. Складання розкладів. Керування матеріальними потоками. Керування якістю. Контролінг процесу, продукту. Постачання. Керування виробничим процесом. Модернізація і проектування виробів (продукту). Керування використанням машин. Керування персоналом. Монтаж, демонтаж устаткування. Проектування виробництва.
Бізнес	Комерційний банк	Розклад роботи касирів. Міжбанківські розрахунки. Інкасація. Процес укладання угод. Обслуговування і ремонт устаткування. Проектування. Розміщення. Валютні операції. Обслуговування клієнтів.
Сервіс	Авіакомпанія пасажирських перевезень	Проектування, обслуговування і ремонт спеціалізованого устаткування. Обслуговування і ремонт (поточний, капітальний) літаків. Постачання. Складання розкладів польотів. Диспетчеризування. Керування польотами.

Будь-який об'єкт керування, залежно від складу організаційних функцій, містить у собі конкретне число операцій. Для унаочнення розглянемо комплекс операцій для промислового підприємства (табл. 1.2).

Визначений вид діяльності менеджера, окреслений його професійними функціями, також передається конкретним набором операцій. Як приклад, можна розглянути операції з запасами. Керуючи такими операціями, операційний менеджер добре знає, що запаси можуть переміщуватися: переходити з однієї форми в іншу — із запасів матеріалів у запаси в незавершеному виробництві, із запасів у незавершеному виробництві — в запаси готової продукції тощо.

Усі зміни запасів у натуральному чи вартісному поданні здійснюються за допомогою визначених операцій (транзакцій) із запасами.

Аналіз наведених таблиць дає змогу зробити висновок про те, що операції є основою основ в діяльності будь-якого виробничого чи обслуговуючого (сервісу) підприємства (організації).

Діяльність будь-якої організації можна розглядати як асортимент операцій. Виділяють чотири окремих види діяльності, що тлумачаться як операції:

- виробництво, тобто перетворення сировини (ресурсу) на продукти;
- поставки продукту споживачеві;
- транспортування, тобто переміщення товарів і людей з одного місця в інше без будь-яких фізичних змін;
- сервіс, тобто операція, спрямована на зміну «стану» споживача.

Транспортні і сервісні операції від виробництва і поставок відрізняють два важливих аспекти:

- споживач власноруч вносить вклад у процес;
- послуги немає можливості зберігати.

Таблиця 1.2

Перелік операцій промислового підприємства

Служба, відділ	Функція	Операції
1	2	3
Фінансовий відділ	Фінанси	Калькуляція собівартості. Бюджетний контроль. Платежі.
Відділ кадрів	Кадри	Визначення потреби в робочій силі. Визначення рівня персоналу на сучасний момент і на перспективу. Найм персоналу. Контроль.
Маркетингова служба	Маркетинг	Вивчення потреб ринку. Прогнозування попиту. Прогнозування майбутніх розробок. Аналіз наявних потужностей. Розрахунок часу виконання замовлення. Аналіз технічних можливостей.
Виробництво	Інжиніринг	Розробка й випуск інструментів.
	Виробничий інжиніринг	Вивчення методів виробництва. Оцінювання виконаної роботи. Матеріальне стимулювання.
	Планування виробництва	Планування. Складання розкладів. Аналіз результатів.
	Безпосереднє виробництво	Обробка. Складання. Консервація. Збереження.
	Забезпечення якості	Контроль якості. Оцінювання отриманих ресурсів. Інспекція підрозділів.

Закінчення на наст. стор.



Закінчення табл. 1.2

1	2	3
	Технічна	Проектування, реконструкція приміщень. Проектування, обслуговування і ремонт технічних засобів і промислових споруд.
Науково-технічний, аналітичний відділ	Дослідження і розробки	Дослідження продукту. Розробка удосконалених специфікацій продуктів. Розробка прогресивних напрямів.
Відділ	Закупівлі	Визначення договірних умов постачання з постачальниками ресурсів. Зміни в специфікаціях на ресурси. Установлення потреби в ресурсах.
Складське господарство	Надходження товару	Перевірка, приймання. Присвоєння коду (позначення). Утворення одиниць складування. Транспортування.
	Складування товару	Визначення місця складування. Ідентифікація і транспортування. Керування. Добірка. Ручні операції. Об'єднання.
	Видача товару	Оформлення документації на відправлення. Транспортування. Перевірка і видача.

1.2 Керування операціями

Керування операціями базується на методах раціонального розподілу обмежених ресурсів так само, як і будь-яка господарська діяльність, але в той же час операційний менеджмент допускає, що як прямі обмеження розглядаються дефіцит інформації, дефіцит систематизованих уявлень про об'єкт і дефіцит часу на прийняття рішень (рис. 1.2).

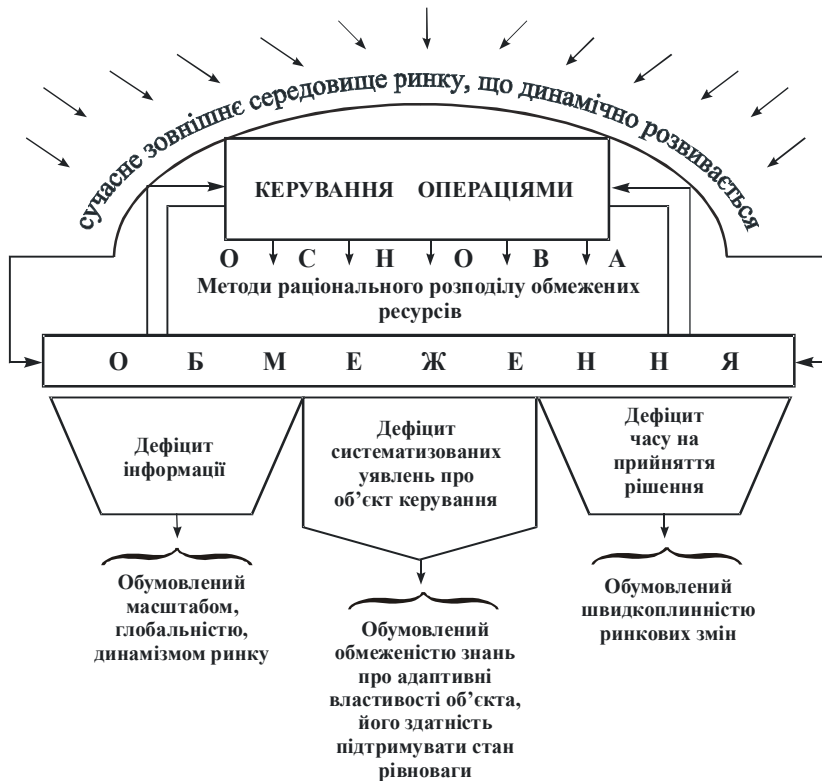


Рис. 1.2 Цілеспрямованість у вивченні керування операціями

Операція як управлінська проблема являє собою діалектичну єдність двох протилежних вимог: з одного боку, форма руху (використання) економічних ресурсів (має потребу в управлінському впливі з погляду збереження рівноважних умов); з іншого — «рухлива» форма очікуваного результату (товару чи послуги) підпорядковується іншій системі вимог і обмежень, що задаються ззовні, тобто формуються споживачем, ринком.

Система обмежень є прямим відображенням внутрішніх критеріїв у раціональному веденні бізнесу. Таким чином керування операціями припускає пошук безпечних оптимізуючих алгоритмів побудови діяльності фірми, що забезпечували б динамічну рівновагу фірми і середовища. Такий перехід уможливило застосування до завдань керування базових положень «дослідження операцій», де основним є пошук шляхів досягнення мети.

Стисла історична довідка щодо питання генезису дослідження операцій. Формування «дослідження операцій» як наукового напрямку припадає на період Другої світової війни. У прагненні вирішити проблему вибору найефективніших рішень у ході ведення бойових дій у збройних силах США й Англії були створені спеціальні групи вчених (в основному, математиків) для розробки методів кількісного оцінювання й оптимізації прийнятих командуванням рішень. Це був 1940 рік. Узагальнення цього досвіду вилилося у виникнення нової галузі наукової діяльності — «дослідження операцій».

Через кілька років методи цієї науки стали використовуватися в промисловості, підприємницькій і комерційній діяльності. Суть їх полягає в моделюванні майбутніх дій досліджуваної організації (системи) із застосуванням різноманітного математичного апарату: теорії імовірностей, математичної статистики, теорії ігор, математичного програмування, теорії масового обслуговування та ін.

Характерна риса «дослідження операцій» — системний підхід до вивчення явищ, що вимагають розгляду певних питань.

«Дослідження операцій» — це методологія залучення математичних кількісних методів для обґрунтування рішень у всіх галузях цілеспрямованої людської діяльності. «Дослідження операцій» — це математичні методи, що дають змогу визначати закономірності й оцінювати очікувану ефективність процесів, що протікають у виробничій, економічній, військовій сферах, і одержати рекомендації для обґрунтування рішення щодо керування цими процесами (А.І. Семененко. Підприємницька логістика, 1997).

Методи дослідження операцій використовуються не тільки під час вирішення загальних завдань керування в економіці та виробництві. Вони широко застосовуються й у разі забезпечення календарного планування виробництва і керування запасами, експлуатації і ремонту устаткування, комплектування штатів фірм чи компаній. Але оскільки будь-яка фірма є обмежувальною цілісною системою, керування операціями має забезпечувати інтегративні та координувальні ефекти, тобто внаслідок операційного менеджменту фірми повинні презентуватися як єдине ціле. У той же час критерій ефективності керування обов'язково слід узгоджувати зі стратегією фірми (не зводячи його тільки до поточної ефективності). Тому завжди необхідно прагнути досягти компромісу між поточними і стратегічними цілями організації. Вирішення цього завдання спрощується використанням операційного підходу, в основі якого лежать наступні процедури:

- а) вибір способу дій, зорієнтованого на прийняття «привабливого» рішення;
- б) оцінювання зисковості очікуваного результату згідно із заздалегідь прийнятими критеріями ефективності;
- в) формування адекватної математичної моделі і процедури її реалізації;
- г) використання сучасних обчислювальних засобів з метою автоматизації обчислювальних процесів.

1.3 Алгоритми керування операціями

1.3.1 Сутність поняття «алгоритм керування»

Поняття *алгоритм* (від лат. *algoritmus*) трактується як сукупність дій (правил) для вирішення поставленого завдання. Цьому терміну дав життя узбецький математик Мухамед-ібн-Сус (арабською — аль Хорезмі).

У менеджерській практиці дефініцію «алгоритм керування», очевидно, слід вживати для характеризування визначеної послідовності дій, які вибирає менеджер для розв'язання конкретної проблеми (завдання) з метою досягнення очікуваного результату (або досягнення поставленої мети і виконання призначення організації).

Управлінська діяльність менеджера передбачає час від часу, залежно від робочої ситуації, алгоритмізацію процесів керування. Під *алгоритмізацією* розуміється створення алгоритму, що здатний реалізувати конкретний процес (у даному випадку — управлінський) чи його частину.

Алгоритмізація діяльності застосовна до кожної з розглянутих функцій операційного менеджменту — планування, організації, мотивації, контролю, координації. У чому полягає її суть? Очевидно, вона покликана відповісти на запитання: «Які конкретно дії менеджер має «включати» у стратегію керування операційною системою під час здійснення тієї чи іншої функції?». Таким чином алгоритм керування слід розуміти як намічену та прийнятну менеджером послідовність методів у ході вирішення певної управлінської проблеми (у даному випадку — керування операціями чи операційною системою).

На сьогоднішній день відомі різні типи алгоритмів, що можуть бути використані у процесі керування операціями чи операційними системами. Їхня типологія включає наступні алгоритми:

- лінійний;
- циклічний;
- розгалужений;
- адаптивний.

Вибір і використання того чи іншого алгоритму визначається ступенем популярності управлінської проблеми, що виникла.

Стисло подамо кожний з цих алгоритмів.

1.3.2 Лінійний алгоритм

У своїй діяльності операційному менеджеру доводиться вирішувати проблеми, як правило, за «знайомим» сценарієм, тобто процес керування операціями буде проходити за умовами, що досить часто виникають, відомі йому чи керівникові. Причому привносити в даний процес щось нове не потрібно. За такого роду випадків чи ситуацій ефективним у керуванні може бути лінійний алгоритм.

Суть лінійного алгоритму полягає в тому, що він відтворює процес керування, який складається з ланцюжка послідовних дій. До того ж кожна з них залежить від результату попередньої, але не залежить від результатів наступних етапів (рис. 1.3).

З рис. 1.3 видно, що бажаний результат *БР* у плані підвищення ефективності функціонування *ЕФ* організації чи окремого її структурного підрозділу досягається послідовними діями, що мають різний «часовий ресурс» ($t_4 - t_5$, $t_6 - t_7$, $t_n - t_{n+1}$). Тому необхідно зазначити, що від періоду виникнення проблеми (t_1), її аналізу ($t_2 - t_3$) до здійснення реакції (момент t_4), як правило, проходить певний час. А сам період вирішення проблеми залежить від «стратегічного набору» *n-дій*.

1.3.3 Циклічний алгоритм

Циклічний алгоритм практично завжди є похідним від лінійного, тобто за умови, що отриманий проміжний результат від проведених дій (дії) буде незадовільним (небажаним), виникає потреба повернутися до однієї з попередніх дій з метою поліпшення отриманого раніше результату. Таким чином виникає деякий цикл у процесі керування. Звідси і назва — циклічний алгоритм.

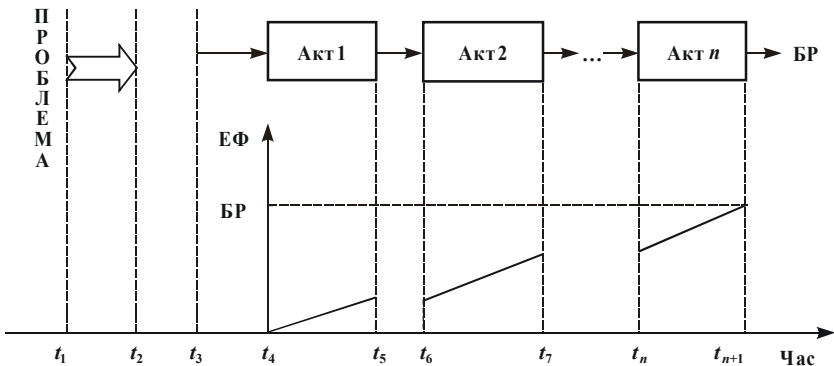


Рис. 1.3 Схема лінійного алгоритму:
ЕФ — ефективність функціонування; БР — бажаний результат;
 n — кінцеве число дій

Циклічний алгоритм може включати декілька циклів, що залежать від якості дій, які розпочато, рішень щодо керування операціями чи операційною системою. Трапляються випадки, коли два чи більше «циклічних шляхів» повернення до «похідного» об'єднуються (рис. 1.4).

Найбільша небезпека в таких управлінських алгоритмах, як зазначає І.І. Бажин (Інформаційні системи менеджменту, 2000), — «це можливість «зациклювання», коли виникає «хибне коло», з

якого не вибратається в інший спосіб, аніж змінивши структуру завдання». У цьому випадку загальний час T періоду вирішення проблеми може прагнути до нескінченності, тобто до такого числа, коли вже досягнутий $БР$ буде неефективним або потреба в ньому взагалі відпаде.

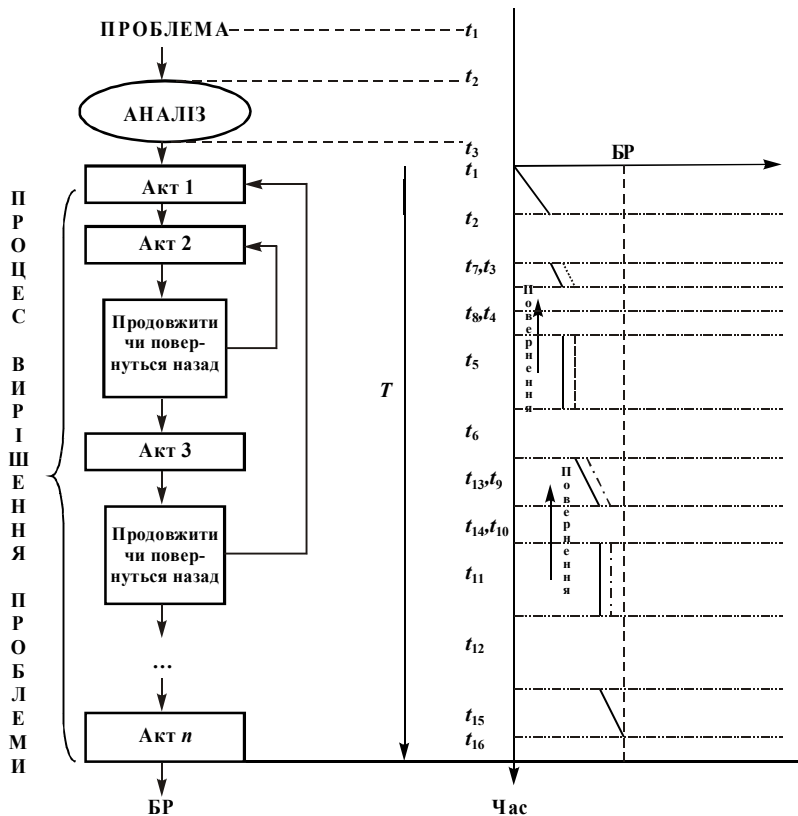


Рис.1.4 Схема циклічного алгоритму

1.3.4 Розгалужений алгоритм

Розгалужений алгоритм керування має місце в управлінських завданнях у тих випадках, коли функції окремих структур керування операційною системою не збігаються (рис. 1.5). Особливістю цього алгоритму є те, що в нього можуть входити «рівнобіжні дії», дуже вигідні в тому, що дозволяють збільшити кількість структур і людей (менеджерів), які одночасно виконують поставлену задачу.

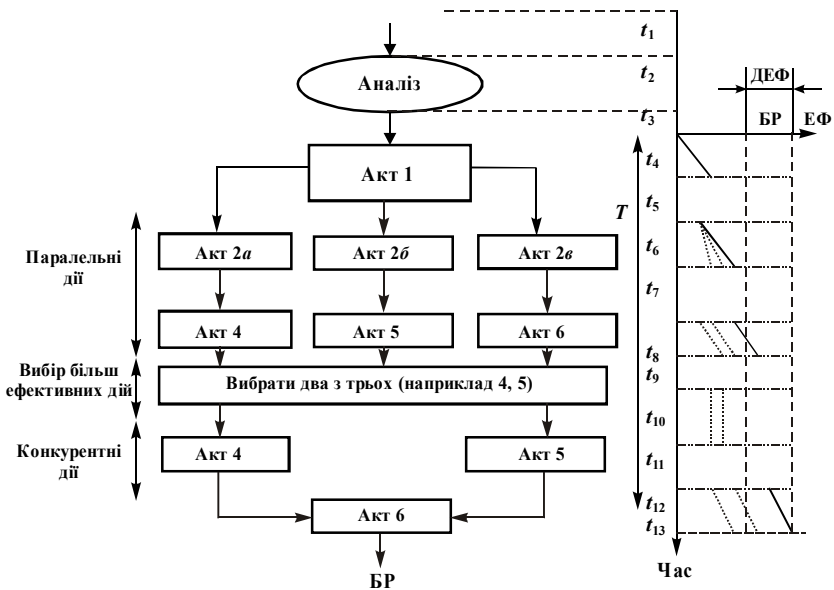


Рис. 1.5 Схема розгалуженого алгоритму:

----- — можливі варіанти розвитку управлінського процесу

Дані алгоритми гарні і тим, що в них можуть міститися так звані «конкуруючі дії», що дозволяють коригувати стратегію операційної системи відповідно до кращого результату попередніх дій.

При використанні цього алгоритму ключем є стимулювання, заохочення нових стратегічних дій (ініціатив), здійснюваних ініціативними менеджерами чи командами з вірою в удачу і дуже сильним бажанням «везіння».

У даному алгоритмі вся стратегія (процес) керування сформована із суми ініціатив (зазначимо: конкурентних), що повинні бути схвалені і захищені. Зазначене дає можливість досягти більш вагомих результатів у підвищенні ефективності функціонування операційної системи на умовну величину *ДЕФ*. Причому незначне збільшення часу *T* компенсується величиною, що досягається.

1.3.5 Адаптивний алгоритм

Суть адаптивних алгоритмів полягає у тому, що в них від самого початку визначається тільки перший крок, перша дія (акт). У подальшому вибір кожної наступної дії залежить від результатів попередньої дії алгоритму (рис. 1.6).

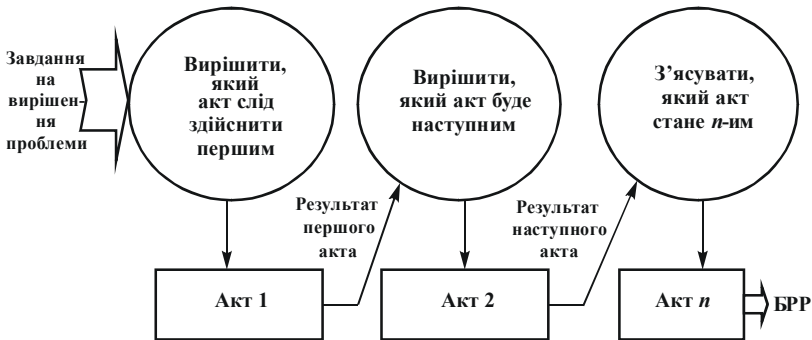


Рис. 1.6 Схема адаптивного алгоритму

У принципі така стратегія представляється більш зисковою, оскільки схема пошуку завжди визначається на базі повної інформації. Проте в адаптивних алгоритмах є і недолік, що криється в неможливості передбачити і проконтролювати витрати та терміни виконання проекту.

Із зазначених вище алгоритмів багато менеджерів воліють застосовувати саме адаптивні, оскільки вони дають змогу максимально використовувати творчий потенціал керівника щодо прийняття правильних дій, хоча і з певною часткою ризику. Останнє сприяє підвищенню ефективності функціонування *ЕФ* організації за досить стислий час *T*. Крім того, використання адаптивних алгоритмів допомагає забезпечити також вибір того чи іншого ступеня зміни схеми пошуку й ухвалення вірного рішення.

1.4 Тракткування понять «операційна функція» й «операційна стратегія»

Для правильного розуміння терміну «операційна функція» доцільно звернутися до визначень «функція» і «операційний». Функція (від лат. *functio* — виконання, закінчення) позначає величину, що змінюється разом із незалежною змінною величиною (аргументом). Також даний термін можна трактувати як явище, що залежить від іншого і змінюється синхронно з ним.

«Операційний» — той, що стосується операції.

Таким чином поняття «операційна функція» має тлумачитися як дія, яка стосується забезпечення (виконання) операції.

Щодо операційної системи підприємства (організації), то операційна функція буде характеризувати дії, внаслідок яких продукується товар, надаються послуги, виконуються роботи.

Мета керування будь-яким об'єктом, будь-якою системою передбачає, що з усіх можливих рішень було знайдено

найоптимальніше. Стосовно підприємств, фірм таке рішення буде спрямоване, насамперед, на відпрацювання і взаємозв'язування комплексу дій як безпосередньо на підприємстві, так і в зовнішньому оточенні. Тут доречно наголосити на необхідності оптимізувати операційну функцію.

Операційна функція є основою будь-якої організації і взаємодіє з усіма можливими функціями. Під час дослідження операційної функції перевагу віддають системному підходу, коли діяльність будь-якого одного структурного підрозділу організації впливає на роботу решти. Тому для відпрацювання операційної функції необхідно визначити всі найбільш вагомі взаємозв'язки й встановити їхній вплив на стратегію і стан усієї організації. До того ж варто враховувати те, що операційна функція повністю залежить від зовнішнього середовища, чим і визначаються її форма і зміст.

Ефективність процесу керування організацією, розглянутого як сукупність дій, цілковито залежить від правильності вибору операційної стратегії. Якщо операційна функція не має чітких і досяжних цілей, то вона, як і організація в цілому, незабаром почне вироджуватися, тобто буде нездатна протистояти конкуренції. Природним є твердження, що *«без ефективної і раціональної організованої операційної функції жодна організація не може втримати за собою лідерства на ринку, оскільки вона програє у швидкості доставки, ціні, якості, або по всіх трьох показниках»* (Лес Гелловей, 2001). Очевидно, операційна функція є одним з основних інструментів формування і виконання операційної стратегії, що визначає, як керувати ключовими організаційними ланками операційної системи, а також як забезпечувати виконання стратегічно важливих оперативних завдань (купівля матеріалів, керування запасами, ремонт, транспортування, рекламні кампанії).

Тільки поєднання операційної функції й операційної стратегії є ключем до успішного досягнення місії організації.

1.5 Необхідність вивчення основ операційного менеджменту

Операції є складовою частиною будь-якої діяльності соціуму, пов'язаної з творчим процесом. Логіка аналізу і представлена схема (рис. 1.7) приводять до висновку, що операційний менеджмент проходить червоною ниткою в будь-якій сфері діяльності соціально-економічної системи. Отже, найголовнішою роллю операційного менеджменту є забезпечення ефективного і раціонального ведення цієї діяльності. Вивчення основ і принципів операційного менеджменту допоможе сучасним менеджерам і керівникам управляти своєю організацією відповідно до постійних вимог ринку і «підступності» конкуренції. Варто також підкреслити ще ряд основних моментів необхідності вивчення операційного менеджменту. Це, по-перше, те, що він є витратною частиною будь-якої організації, по-друге, здатний забезпечити ефективність і раціональність діяльності організації в напрямі не тільки в бік максимальної прибутковості, але і забезпечення життєздатності. І, по-третє, — це чудова можливість кар'єрного зростання в таких галузях як:

- індустріальний інжиніринг;
- керування виробництвом;
- сфера матеріально-технічного постачання;
- контроль якості;
- прогнозування і нормування запасів;
- моделювання економічних і виробничих процесів;
- наукове керування;
- сервіс;
- інформаційні технології;
- банківський бізнес тощо.

Лес Гелловей, відповідаючи на запитання «Навіщо слід вивчати операційний менеджмент?», особливо звертає увагу на те, що «...знання принципів операційного менеджменту не тільки

допоможе керівникам працювати більш ефективно, але і дасть змогу повніше усвідомити принципи діяльності всієї організації. Результат — розуміння ключових сильних сторін фірми і можливостей їхнього раціонального використання і встановлення слабких сторін сукупно з визначенням шляхів подолання їх».

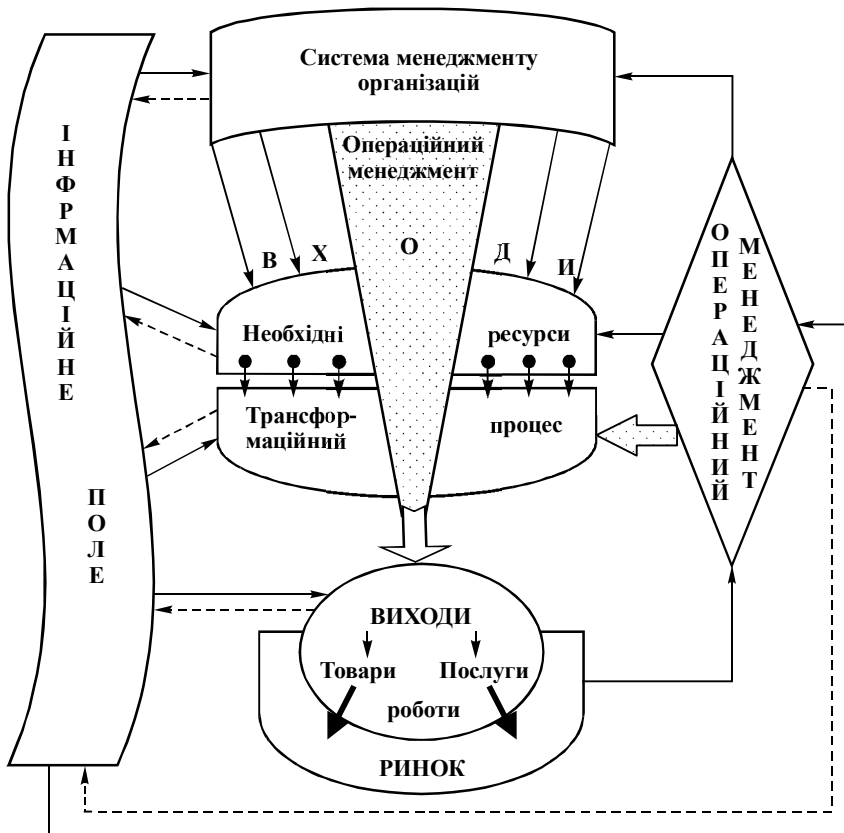


Рис. 1.7 Місце операційного менеджменту в суспільному виробництві

У висновку важливо відзначити те, що керівник постійно повинен прагнути опанування принципів операційного менеджменту.

1.6 Генезис операційного менеджменту

Вивчення основ менеджменту уможливило визначення основних елементів системи менеджменту організації:

- генеральний (загальний) менеджмент;
- стратегічний менеджмент;
- фінансовий менеджмент;
- інноваційний менеджмент;
- операційний менеджмент;
- екологічний менеджмент;
- кадровий менеджмент та ін.

Розглядаючи операційний менеджмент як один із розділів загального менеджменту, необхідно визнати, що його теоретико-методологічні основи базуються на сукупності спеціальних економічних дисциплін, а також на теорії систем, включаючи системотехніку, кібернетику та ін. Навіть сама етимологія словосполучення «операційний менеджмент» припускає широке використання економіко-математичного апарату — від найпростіших арифметичних дій аж до використання, як уже було відзначено нами, інструментарію дослідження операцій, теорії масового обслуговування тощо.

Термін «операційний менеджмент» був відомий донедавна лише вузькому колу фахівців, проте сьогодні активно поширюється. Основна причина криється в тому, що його починали використовувати в економіці.

Історично операційний менеджмент — особлива сфера управлінських дисциплін — розвивався як метод вирішення проблемних індустріальних управлінських завдань, що у подальшому послужило фундаментом для інших відкриттів у техніці й економіці.

Етапи генезису операційного менеджменту можна в першому наближенні простежити за допомогою «хронологічного спектру», представленого в матричній формі в додатку Е.

Попри своє індустріальне походження, операційний менеджмент сьогодні перетворився на більш широкий і глибокий управлінський підхід, ніж просте керування індустріальними операціями.

Загальні методи раціонального операційного менеджменту сьогодні дуже часто засновуються поза межами індустріального виробництва і розвиваються, базуючись на досягненнях багатьох наукових дисциплін (у тому числі — промислового інжинірингу і науки керування), а також сучасного математичного апарату та інформаційних технологій (процеси систематизації даних і переробки інформації). Впровадження останніх докорінно змінює принципи менеджменту і відкриває широкі можливості по-іншому сприймати проблеми керування операціями через призму єдиного світового інформаційного середовища, де основним інструментом є глобальна інформаційна система — Інтернет. Інтерактивна природа інформаційних технологій сприяє формуванню операційного менеджера як керівника нового покоління, який володіє процесом прийняття функціональних рішень у середовищі інформаційних технологій.

Теоретико-пізнавальні основи операційного менеджменту не вичерпуються тільки цим. Вони включають також діалектику взаємозв'язку операційного менеджменту з іншими науково-прикладними аспектами життєздатності соціально-економічних систем.

1.7 Концепції й основні функції операційного менеджменту

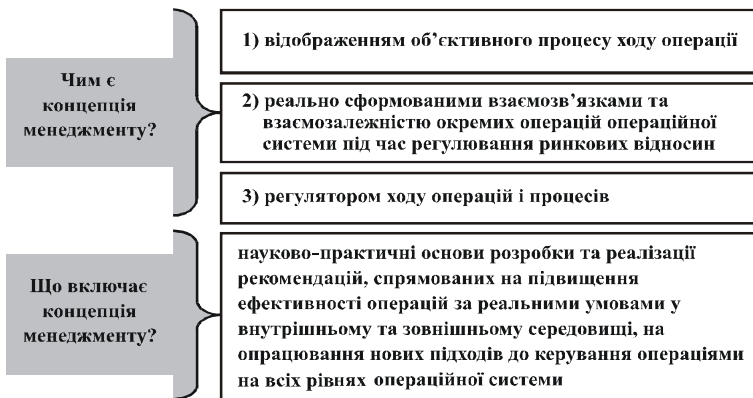
У загальному значенні в науці під «концепцією» розуміється система поглядів на об'єкт, властивість, явище, процес тощо.

Щодо операційного менеджменту, то під *концепцією* слід розуміти:

- 1) систему наукових знань, що формують теоретичну базу практики керування операційною системою (операціями);
- 2) систему розробки і забезпечення науковими рекомендаціями практики операційного менеджменту.

Отже, концепція включає не тільки теоретичне об'рунтування необхідності регулювання операцій, але і є передумовою для розробки практичних рекомендацій у частині удосконалення механізму керування операціями, а надалі — й операційними системами.

Спробуємо стисло охарактеризувати концепцію операційного менеджменту у вигляді евентуальної схеми:



Операційний менеджмент є неоднорідним як за теоретико-методологічним об'рунтуванням, так і за конкретно-прикладним значенням. Це не дивно, адже наука і практика можуть сповідувати різні концепції операційного менеджменту, вибудовувати різноманітні його моделі. Однак, якщо під концепцією операційного менеджменту розуміти систему поглядів, спрямовану на раціоналізацію і підвищення ефективності операційних систем через

оптимізацію і раціоналізацію операцій, то, напевно, доцільно виділити аналітичну, технологічну й інтегральну концепції.

Аналітична концепція — первісний класичний підхід до операційного менеджменту як до теоретичної науки, об'єктом вивчення якої є керування операціями й операційними системами.

Технологічна концепція базується на основах системотехніки і системаналізу, що використовуються як для моделювання власне операцій і операційних систем, так і їхнього синтезу. Автоматизація операцій сполучається з використанням сучасних інформаційних технологій для вирішення складних проблем керування операціями й операційними системами.

Інтегральній концепції можна пророкувати перспективність і популярність. Вона покликана відбивати нове розуміння бізнесу, коли окремі операції будуть розглядатися як деякі центри бізнес-активності чи аналогічні структури, об'єднані в інтегральному процесі керування операційними системами для більш повного і якісного задоволення клієнтів відповідно до їхніх специфічних потреб і цілей бізнесу.

Практичним втіленням таких концепцій стали різні системи керування виробничими операційними системами, розроблені в США і Японії. Вони широко поширені в Західній Європі. Це такі системи:

- optimized Production Technologies (OPT) — оптимізовані виробничі технології (розробка фахівців з США й Ізраїлю);
- just-in-time (JIT) — «точно вчасно»;
- kanban — «канбан».

У цих операційних системах винятково реалізуються основні функції операційного менеджменту — планування, організація, мотивація, контроль і координація.

Виходячи з розглянутих раніше дефініцій «операція», «операційний менеджмент» і перспектив формування операційного ме-

неджера нової епохи, розглянемо концептуально кожен з функцій операційного менеджменту.

Функція планування допускає вибір мети організації (надалі — операційної системи), а також інструментів і механізмів її досягнення. Функція планування допускає використання моделювання для виконання операцій у заданому тимчасовому полі; моделювання розвитку операційної системи для досягнення поставленої мети.

Функція організації. Операційні менеджери створюють і постійно розвивають її для реалізації прийнятих (запланованих) планів (програм) окремими виконавцями і підрозділами. Функція організації має забезпечувати чіткість виконання операцій, чіткий взаємозв'язок виконавців і підрозділів операційної системи і підвищувати ефективність праці.

Функція мотивації відбиває необхідність виконання доручень виконавцем, тобто прямих функціональних обов'язків. Завдання функції мотивації — забезпечити виконання роботи усіма виконавцями робіт відповідно до їхніх службових повноважень і розробленого плану. Ціль функції мотивації — створення внутрішньої мотивації для виконавців у частині ефективного додержання своїх обов'язків (а точніше — здійснення операцій).

Реалізація функції мотивації забезпечується операційним менеджером завдяки формуванню навколо виконавців ситуації, що спонукає їх до виконання своєї роботи з найвищою віддачею. Це досягається вмилім керуванням персоналом і адекватним стимулюванням їхньої праці.

Функція контролю. Під «контролем» розуміється систематичний процес, за допомогою якого операційні менеджери регулюють діяльність організації (операційної системи), забезпечуючи її відповідність планам, цілям і нормативним показникам. Для цього операційні менеджери розроблюють (створюють) стандарти і комунікаційні мережі — гаранті того, що виконавці,

керівництво, організація (операційна система) реалізовуватимуть відповідні плани для досягнення мети.

Функція координації є важливою ланкою в діяльності операційної системи, де реалізується визначений комплекс операцій. Без координації операційного поля система перестає бути ефективною.

Всі ці функції операційного менеджменту не можна розглядати як окремі складові процесу життєздатності операційної системи, оскільки вони складають єдине ціле з діалектичним взаємозв'язком і взаємозалежністю, що не піддається розподілу. Активування і реалізація усіх функцій забезпечується за допомогою методів операційного менеджменту, серед яких чільні позиції займають такі, як організаційні, адміністративні, економічні, соціально-психологічні.

1.8 Поняття операційної системи

Зі шкільного віку кожний із нас зіштовхується з поняттям «система»: на уроках фізики й астрономії можна довідатися, що таке «сонячна система», під час вивчення математики знайомимося з «системою рівнянь» і «системою обмежень», освоєння комп'ютера — з «операційною системою» (зараз усім відома вже дискова операційна система — DOS — і її найбільш розповсюджена версія MS-DOS — дискова операційна система фірми Microsoft). Уроки біології дають поняття «біологічної системи». В інституті вивчаємо «соціально-економічні системи», «фінансові системи», «технічні системи»... І так впродовж усього свідомого життя «*homo sapiens*» оточений різними системами, працює в них. Отже, що ж вкладено в термін «система»?

У Великому енциклопедичному словнику термін «система» трактується як об'єктивна єдність закономірно ув'язаних пред-

метів, явищ, а також знань про природу і суспільство. У системній теорії надійності «система» визначається як сукупність спільних елементів, призначених для самостійного виконання заданих функцій. У техніці під «системою» розуміють об'єкт, призначений для самостійного виконання певних функцій. Щодо промислово-економічної сфери соціуму, то термін «система» означає замовлення і настроювання.

Більш точні визначення терміна «система» можна зустріти в багатьох роботах закордонних і вітчизняних авторів. Так, наприклад, Г. І. Рузавін під системою розуміє «...множину однорідних або різнорідних окремоностей, що знаходяться в більш міцних, чим з навколишнім середовищем, відношеннях і зв'язках один з одним і тому утворюючих якусь цілісність, єдність». Приведене визначення не є загальноновизнаним: навколо фундаментального поняття «системи» продовжуються дискусії. Тому заслуговує на увагу аргументація П. К. Анохіна: «системою можна назвати тільки такий комплекс вибірково залучених компонентів, у яких взаємодія здобуває характер взаємодії компонентів на одержання фокусованого корисного результату».

Таким чином, використовуючи методологію системного підходу, можна констатувати, що будь-яка організація є відкритою системою, яка спроможна перетворювати «вхідні» зв'язки з зовнішнього середовища (це можуть бути праця, сировина тощо) на «вихідні» (продукція, послуги). Тому «повну систему» виробничої діяльності будь-якої організації (об'єкта) назвемо «операційною системою». У ній повністю реалізується операційна функція, тобто сукупність дій з трансформації ресурсів (праці, сировини тощо), одержуваних від метасистеми (зовнішнього середовища) і видачі «продукції» у цю ж саму метасистему (рис. 1.8).

Уперше термін «операційна система» був використаний при створенні програмних засобів для обчислювальної техніки. Тут «операційна система» була визначена як комплекс програм, написаних

машинною мовою (тобто мовою, зрозумілою машині), які реалізують у комп'ютері безліч функцій, включаючи і керування периферійними пристроями. Таким чином комп'ютерна «операційна система» є міні-зразком «операційної системи» будь-якої організації.



Рис. 1.8 Принципова схема операційної системи

Критеріями операційної системи, що сформувалася, є економічна самостійність, організаційна цілісність, наявність спеціалізованих інформаційних структур, можливість виділення загального результату роботи (продукт, послуга).

Питання для самоконтролю

1. Що таке «операційний менеджмент» і які його основні функції?
2. Що слід розуміти під терміном «операція»? Якими операціями доводиться керувати менеджеру у своїй практичній діяльності?
3. У чому суть дефініцій «операційна функція» і «операційна стратегія»?
4. Серед наявних алгоритмів керування операційними системами яка є більш ефективною за ринкових умов господарювання?
5. Під час керування операціями які обмеження необхідно враховувати і чому?
6. У чому суть алгоритмізації управлінського процесу?
7. Чинна концепція операційного менеджменту.

Завдання для самостійної підготовки до практичних занять

Завдання 1.1

Загальні відомості до постановки завдання

Серцевину діяльності будь-якої організації складають операції, у ході яких продукти створюються і доставляються споживачам. Для здійснення цих операцій потрібні найрізноманітніші вхідні складові, перетворені потім у бажані комбінації для клієнтів (див. рис. 1.9). У число вхідних складових входять сировина, компоненти, виконавці, інформація, гроші й інші ресурси. До операцій відносяться виробництво, обслуговування, перевезення, продажі, професійна підготовка персоналу і т. д. Основна продукція — товари і послуги.

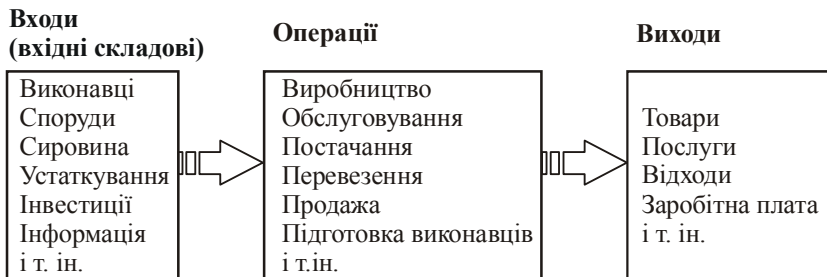


Рис. 1.9. Набір операцій, необхідних для перетворення вхідних складових в готовий продукт

Умова задачі

Мережа ресторанів у якості вхідних складових використовує продукти харчування, кухарів, кухонне устаткування, офіціантів і безпосередньо площу, на якій клієнти їдять.

Необхідно скласти подібну вище наведеній схему (див. рис. 1.9) з указівкою повного переліку конкретних операцій ресторану по переробці (трансформації) вхідних складових у готову їжу для клієнтів. Укажіть на схемі вихід «продукції» ресторану.

Завдання 1.2

Опис ситуації

Підприємство компанії Augilla Limited, яке розташоване в Бомбеї, випускає різноманітний асортимент простого одягу. Процес виробництва досить легкий, але голову ради директорів компанії Прадхіра Аугіллу не влаштовує час, що витрачається на доставку продукції кінцевому споживачеві. У даний момент він розглядає можливість придбання інших компаній, що входять у ланцюг постачань, і аналізує, чи допоможе це поліпшити загальні показники діяльності компанії. Щоб більш об'рунтовано прийняти рішення по цій проблемі, він зібрав інформацію про те, який час у середньому затрачається на виконання різних видів діяльності, починаючи від закупівлі волокна на ринку товарів і закінчуючи постачанням продукції кінцевому споживачеві.

Ланцюг постачань для компанії починається з придбання волокна на товарному ринку.

1. Закупка, доставка і зберігання волокна на товарних складах компанії	140 дн.
2. Поставка волокна на підприємство і передача в прядильний цех	11 дн.
3. В прядильному цеху:	
- збереження первинного волокна в якості виробничого запасу	21 дн.
- одержання пряжі на прядильному устаткуванні	13 дн.
- збереження пряжі як готового продукту на складських площах прядильного цеху	11 дн.
4. Доставка пряжі в в'язальний цех	8 дн.
5. У в'язальному цеху:	
- збереження пряжі в якості виробничого запасу	6 дн.
- виготовлення тканини	9 дн.
- збереження незавершеного виробництва у виді напівфабрикату	12 дн.
- фарбування напівфабрикату в стандартні кольори й одержання готової тканини	7 дн.
- збереження тканини як готової продукції	8 дн.



6. Доставка тканини на підприємство компанії Augilla Limited для виготовлення готового одягу і зберігання на сировинному складі	7 дн.
7. На підприємстві Augilla Limited:	
- збереження тканини	12 дн.
- розкрій тканини	5 дн.
- збереження крою	6 дн.
- пошив одягу	14 дн.
8. Відправлення готової продукції на регіональний розподільний центр	21 дн.
9. Доставка готової продукції з регіонального розподільного центру місцевому оптовику	17 дн.
10. Доставка місцевим оптовиком готової продукції в роздрібні магазини	19 дн.

Ланцюг постачань закінчується, коли покупець купує одяг у магазині.

Визначити:

- а) з загального процесу основні технологічні і логістичні операції;
- б) загальну тривалість виконання технологічних і логістических операцій;
- в) співвідношення логістичних і технологічних операцій впроцесі.

Завдання 1.3

Складання поїздів з відомої кількості вагонів нерідко приводить до важких задач. Прикладом такої проблеми може служити наступний.

Мається маневровий тепловоз Т і два вагони А і В, що знаходяться на різних коліях (рис. 1.10). Завдання полягає в тому, щоб, користуючись тепловозом, поміняти місцями верхній і нижній вагони і повернути тепловоз у вихідне положення. Тепловоз може тягти і штовхати вагони попереду і позаду. Вагони, якщо це необхідно, можна зчіплювати один з одним.

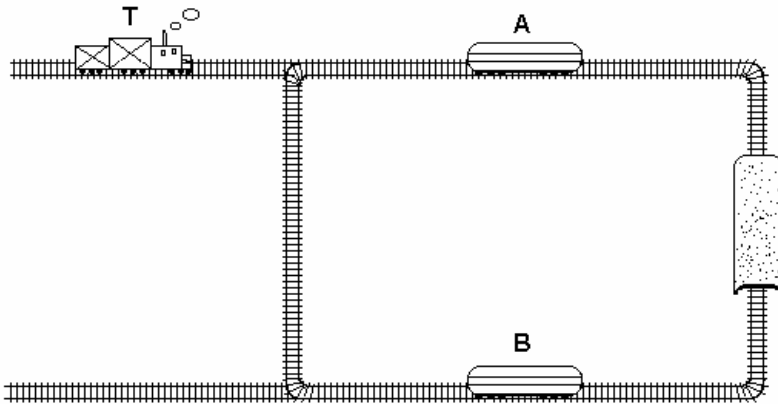


Рис. 1.10 Схема розміщення тепловоза і вагонів

Кращим вважається рішення, при якому необхідний результат досягається найменшим числом транспортних операцій. Під «операцією» тут розуміється будь-який пробіг тепловоза Т між двома зупинками (зупиняється тепловоз перед тим, як почати рухатися в зворотному напрямку, при під'їзді до вагона, який потрібно штовхнути, або коли від нього відчіплюють вагон, що до того він тяг за собою). Переклад стрілок операцією не вважається.

При рішенні задачі можна вважати, що обидва вагони розташовані набагато далі до «сходу». А на відріжку шляху, що відокремлює вагони від стрілок, може розміститися тепловоз з іншим вагоном.

На рішення задачі накладається два обмеження. Перше — тунель досить широкий для того, щоб через нього вільно проходив тепловоз, але вузький для проїзду вагонів А і В.

Друге — переводити стрілки «на ходу» не дозволяється. Наприклад, не можна переводити стрілки в той момент, коли тепловоз тільки проштовхнув через неї не зчеплений з ним вагон, щоб вагон покотився по одній гілці, а тепловоз, не зупиняючись, продовжував рух по іншій.

Необхідно визначити мінімальну кількість транспортних операцій для здійснення маневру з вагонами. Описати ці операції в строгій послідовності їх виконання.

Список літератури

1. *Гелловей Л.* Операционный менеджмент. Принципы и практика: Пер. с англ.— СПб.: Питер, 2001.— 319 с.
2. *Курочкін А.С.* Операційний менеджмент.— К.: МАУП, 2000.— 144 с.
3. *Меском М. Х., Альберт М., Хедоури Ф.* Основы менеджмента: Пер. с англ.— М.: Дело ЛТД, 1997.— 702 с.
4. *Томпсон А. А., Стрикленд А. Дж.* Стратегический менеджмент: Пер. с англ.— М.: Банки и биржи, 1998.— 576 с.
5. *Козловский В.А., Маркина Т.В., Макаров В.М.* Производственный и операционный менеджмент: Учебник.— СПб.: Специальная литература, 1998.— 366 с.
6. *Козловский В.А., Маркина Т.В., Макаров В.М.* Производственный и операционный менеджмент: Практикум.— СПб.: Специальная литература, 1998.— 216 с.
7. *Adam E.E., Ebert J.R.* Production and Operation Management: Concepts, Models and Behavior. 5th ed.— New York: Prentice Hall Englewood Cliffs, 1990.
8. *Bowman E.H., Fetter R.B.* Analysis for Production and Operations Management. 3 rd ed.— Homewood, Illinois: Richard D. Irvin, 1967.
9. *Heizer J.H., Render B.* Production and Operations Management: Strategies and Tactics. 3 rd ed.— Boston: Allyn and Bacon, 1993.
10. *Chase R.B., Aquilano N.J.* Production and Operations Management: Manufacturing and Services.— Boston: Irvin McGraw-Hill, 1995.

Тести для контролю знань

1. Що розуміється в операційному менеджменті під терміном «операція»:

- 1) це є процес чи метод, ряд дій практичного характеру;
- 2) це сукупність цілеспрямованих дій;
- 3) будь-яка діяльність у виробництві, науці, освіті, медицині, економіці тощо;

- 4) це відносно завершена рухлива форма передбачуваного результату.

2. Керування операціями припускає:

- 1) перебування безпечних оптимізувальних алгоритмів побудови діяльності фірми, що забезпечували б динамічну рівновагу фірми і середовища;
- 2) формування оптимальної технологічної структури;
- 3) облік і контроль «виготовляють» продукт чи забезпечують послуги;
- 4) складання раціональної послідовності операцій технологічного процесу.

3. Що забезпечує керування операціями:

- 1) безперерійну закупівлю сировини;
- 2) оптимальне співвідношення керувальної і керованої підсистем операційної системи;
- 3) координацію тактики операційної системи;
- 4) інтегративні та координувальні ефекти.

4. Що лежить в основі керування операціями:

- 1) базові положення «дослідження операцій»;
- 2) «жорсткий» виробничий менеджмент;
- 3) економічні знання менеджерів;
- 4) прагнення керівництва досягти високих результатів.

5. В основі операційного підходу лежать наступні процедури:

- 1) вибір способу дій, зорієнтованого на прийняття «вдалого» рішення;
- 2) оцінювання зисковості очікуваного результату розв'язуваного завдання згідно з заздалегідь прийнятими критеріями ефективності;

- 3) використання сучасних обчислювальних засобів з метою автоматизації обчислювальних процесів;
- 4) все перераховане загалом.

6. Окресліть окремі види діяльності будь-якої організації, що описують як операції:

- 1) виробництво, постачання, транспортування, сервіс;
- 2) виробнича діяльність і сервісне обслуговування клієнтів;
- 3) формування інформаційної інфраструктури операційної системи;
- 4) керування, організація, планування, контроль.

7. Операційна функція — це:

- 1) керування елементами операційної системи;
- 2) об'єднання складових елементів технологічного процесу;
- 3) частина управлінського алгоритму операційної системи;
- 4) акти, у результаті яких виготовляються товари і надаються послуги.

8. Що визначають операційні стратегії:

- 1) як керувати ключовими організаційними ланками операційної системи;
- 2) як забезпечити виконання стратегічно важливих оперативних завдань, вирішуваних операційною системою;
- 3) як обчислити оптимальний прибуток;
- 4) правильна відповідь 1) і 2).

9. Операційний менеджмент — це:

- 1) ефективно і раціонально організована операційна функція;
- 2) інструмент керування організаційними ланками операційної системи;
- 3) чітко спрямована діяльність по управлінню операціями придбання ресурсів, їхньої трансформації і доставки клієнтам продукту або забезпечення послуги;

- 4) ефективно визначення завдань керування операційною системою.

10. У чому полягає спрямованість операційного менеджменту:

- 1) в умінні керувати операційною системою;
- 2) в ефективності і раціональності керування будь-якими операціями;
- 3) в оперативному керуванні операціями доставки «продуктів» клієнту;
- 4) правильна відповідь 1) і 2).

11. Що складає фундамент операційного менеджменту:

- 1) економічні основи;
- 2) технологічні й організаційні основи;
- 3) дослідження операцій усіх можливих управлінських і виробничих аспектів діяльності операційної системи;
- 4) усе перераховане вище.

12. Операційний менеджмент виник як метод:

- 1) керування виробничою діяльністю;
- 2) вирішення проблемних індустріальних управлінських завдань;
- 3) комунікації в межах операційної системи;
- 4) одержання додаткових прибутків.

13. Операційним менеджером називають:

- 1) фахівця з керування операціями;
- 2) менеджера, який володіє апаратом визначення операцій із загального виробництва й опису їх на теоретико-абстрактному рівні;
- 3) менеджера, який керує конкретним видом діяльності на рівні виконання окремих операцій, що забезпечують ефективно і раціональне ведення цієї діяльності;
- 4) виконавець, який знає набір операцій операційної системи.

14. Операційна система — це:

- 1) «повна система» виробничої діяльності будь-якої організації;
- 2) сукупність дій з трансформації ресурсів;
- 3) взаємозв'язок операційних функцій організаційного і технологічного рівнів підприємства;
- 4) комплекс функціональних підрозділів.

15. Що, як правило, визначає форму і зміст операційної функції:

- 1) внутрішнє середовище;
- 2) зовнішнє середовище;
- 3) дії менеджерів;
- 4) корпоративне керівництво.

16. З якими функціями організації взаємодіє операційна функція:

- 1) що забезпечують;
- 2) керувальними;
- 3) виробничими;
- 4) із усіма можливими.

17. У вивченні операційної функції віддають перевагу:

- 1) ситуаційному аналізу;
- 2) аналізу конкурентноздатності організації в цілому;
- 3) системному підходу;
- 4) композиції і структуруванню.

Розділ 2

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМ

*Системи створюють світ.
Системи керують світом.
(Авторське)*

Ключові терміни і поняття: система, критерій оптимального проектування, оператор перетворення, критерій «ефективність», технологія, життєвий цикл операційної системи, функція допустимих меж, функціонування, розвиток, режим функціонування, нормальний режим, перехідний режим .

2.1 Формалізація операційної системи

Розрізняють штучні, створені для досягнення лише конкретних цілей (цілеспрямовані) і природні (нецілеспрямовані) системи. На практиці менеджмент, а особливо операційний, використовує тільки цілеспрямовані системи. Залежно від цілей аналізу і рівня абстрагування відомі різні підходи до формалізації систем. На сьогоднішній день найбільш загальним і досить об'рунтованим є теоретико-множинний опис. Суть його полягає в тому, що у ході дослідження зв'язків конкретної системи їх розподіляють на зовнішні (\Rightarrow , \rightarrow) і внутрішні (\Leftrightarrow , \leftrightarrow). Зовнішніми називають зв'язки, що виходять за межі системи, а внутрішніми — з підпорядкованими підсистемами S_i' , елементами M_{in} або між ними. За рис. 2.1, зв'язки з зовнішнім середовищем Ω мають різновекторне спрямування: зв'язок від зовнішнього середовища Ω до системи S (або її елемента), позначений на рис. 2.1 як $\omega_i \rightarrow$, називається «входом», а спрямований назовні, позначений \Rightarrow , називається «виходом». На внутрішньосистемному рівні кожний зв'язок між елементами ($-$) системи є входом для одного з них і виходом — для іншого.

Чи можна систему формалізувати з метою її вивчення, проектування, реконструкції тощо? У загальному випадку на теоретико-множинному рівні абстракції поняття «система» можна визначити як упорядковану масу елементів M , відносин (зв'язків) між ними R і властивостей P :

$$S = \langle M_s, R_s, P_s \rangle, \quad (2.1)$$

де $\langle M_s, R_s, P_s \rangle$ — середнє за часом зазначених випадкових величин. Індекс s означає, що елементи, зв'язки між ними і властивості елементів характерні тільки для конкретної проектованої або досліджуваної системи S .

За такої формалізації системи можна припускати, що нескінченне число властивостей P , яких набула система, задається (або формується) зовнішнім середовищем (метасистемою). Метасистема — це сукупність зовнішніх елементів, що потенційно можуть впливати на стан системи $S(t)$ у тимчасовому масштабі. Тут слід зазначити, що $S(t)$, зрозуміло, не може не залежати як від внутрішнього стану $r(t)$, так і від стану метасистеми, тобто від зовнішнього оточення (середовища) $\omega(t)$. Отже, стан системи може характеризуватися значенням функціонала, що досягається

$$S(t) = F\{r_1(t), r_2(t), \dots, r_i(t); \omega_1(t), \omega_2(t), \dots, \omega_n(t)\}, \quad (2.2)$$

де $r_i(t)$ — параметри системи і її елементів, тобто стан внутрішнього середовища;

$\omega_n(t)$ — стан метасистеми чи зовнішнього середовища.

За аналізом $S(t)$ можна виділити, наприклад, на стадії формування технічного завдання на проектування системи, ряд відповідних властивостей P_s . Відображення ж P_s на універсуми M_s, R_s дає, відповідно, підмножини елементів M_c і відношень R_c , на яких можна побудувати систему з заданими властивостями, тобто визначити сферу існування системи. А вже виходячи з технічних, економічних, евристичних трактувань, сферу існування системи можна згорнути до бажаних меж, задавши певне число M_g, R_g .

Границі системи визначаються в залежності від ступеня взаємної адаптації і спрямованості об'єктів (підсистем, ланок): дуже високим ступенем взаємної адаптації компонентів — об'єктів усередині системи, і істотно більш низькою — між компонентами системи і зовнішнім середовищем — об'єктами її оточення.

У ряді наукових праць висловлюється думка про неможливість досліджувати, а тим більше проектувати систему, границі якої не визначені. Визначення ж їх і аналіз функціонала $S(t)$,

P_s , M_s і R_s дають можливість локалізувати систему, більш чітко окреслити її кордони. Практично це здійснюється за допомогою додаткових формалізованих методик керування, методичних матеріалів, типових рішень тощо. У даному випадку важливим моментом є встановлення найбільш істотних зв'язків R у системі. На жаль, формалізовані способи виділення останніх у системі на сьогоднішній день відсутні. Тому операційному менеджеру необхідно переглядати повний спектр зв'язків і виділяти з нього ті, за зміни характеристик яких система істотно змінює свої показники.

Відомо, що найважливішими якостями і властивостями систем є *функціональні* та *структурні*. *Функціональні якості системи* — це характеристики процесів взаємної адаптації системи з зовнішнім середовищем. *Структурні якості* — це характеристики процесів взаємної адаптації внутрішніх компонентів системи між собою. Останні досягають високих значень при відтворенні оптимальної *структури системи*.

Структура системи — це відображення визначеної закономірності процесу взаємної адаптації її внутрішніх компонентів. Структура систем може бути різною, але всеж вони частіше організовані по ієрархічному принципу. Система, яка має ієрархічну структуру організована як ансамбль взаємодіючих частин, який складається із послідовно вкладених одна в одну взаємодіючих субодиниць. Сьогодні велика увага ієрархічним структурам приділяється в менеджменті. У даному випадку має місце ієрархія підпорядкованості, в якій системи ранжовані по рівням субординації і можуть тільки взаємодіяти одна з одною, не включаючи низові позиції в склад вищих структур. Тому в процесі проектування, модернізації системи операційний менеджер керується принципом «від простого до складного», дотримуючись принципів і правил ієрархії і композиції. Під «ієрархією» розуміється певний порядок, що встановлює в системі різні рівні і ранги підсистем і їхніх елементів.

Композиція — об'єднання елементів, підсистем таких рівнів і рангів у цілісність, тобто в систему.

Звертаючи увагу на склад і структуру системи (рис. 2.1), зручно її аналізувати у вигляді схеми, наприклад, як граф переходів, що відбиває функціональні зв'язки, або як структурну схему, що визначає конфігурацію тієї ж системи.

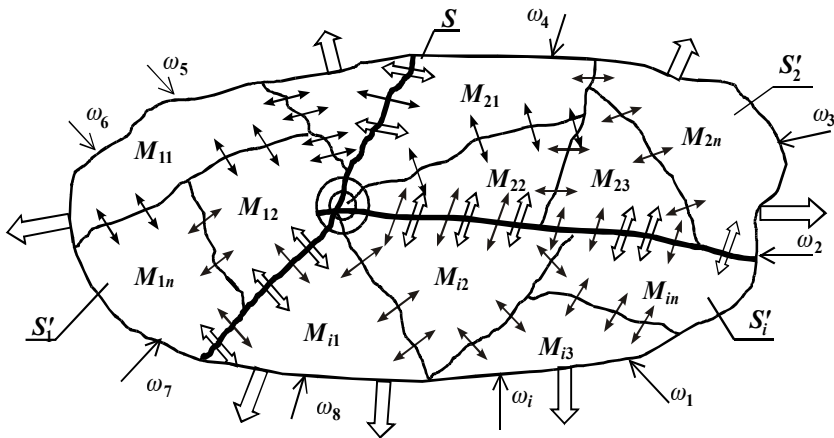


Рис. 2.1 Графічно-формалізована загальна схема системи з внутрішніми і зовнішніми зв'язками: Ω — зовнішнє середовище; ω_i — чинники впливу зовнішнього середовища; S — система; S_1, S_2, \dots, S_i — підсистеми; M_{in} — елементи; \leftrightarrow зв'язки між елементами системи; \rightleftarrows зв'язки між підсистемами; \rightarrow «вхідний» зв'язок із зовнішнім середовищем; \Rightarrow «вихідний» зв'язок із зовнішнім середовищем

Отже, будь-яку систему можна подати n -рівневою ієрархічною структурою типу «дерево»: система \rightarrow підсистеми \rightarrow елементи (рис. 2.2). На кожному рівні утворюються власні підсистеми відповідно до принципу декомпозиції. Така схематизація уможливорює окремо дослідження підсистем S'_i і елементів M_{in} .

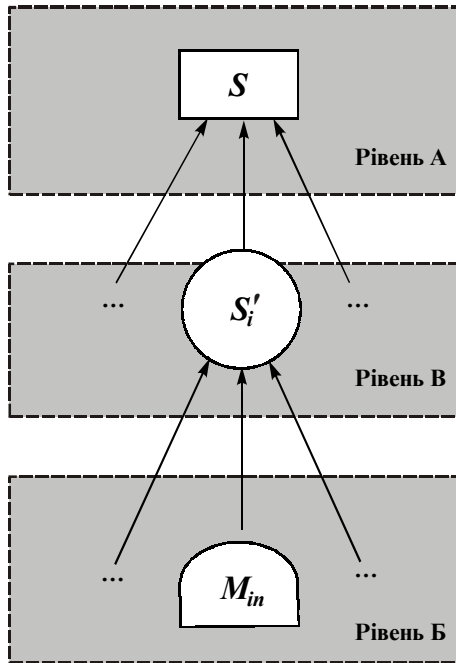


Рис. 2.2 Загальна структурна схема системи

2.2 Узагальнений критерій оптимального проектування операційних систем

Метою проектування будь-якої операційної системи є максимізація ефективності, тобто одержання максимального ефекту від використання системи на одиницю витрачених ресурсів. Під «ефектом» для операційної системи розуміється ступінь досягнення поставлених перед системою цілей, у якості яких може виступити ряд необхідних властивостей

$$P_s = \{p_{sj}\}, j = \overline{1, m}. \quad (2.3)$$

Елементи P_s , приведені до виду, що допускає кількісне оцінювання, утворюють низку так званих локальних критеріїв оцінки ефекту системи

$$P_s^k = \{p_{si}^k\}, \quad i = \overline{1, n}. \quad (2.4)$$

Для однієї конкретно спроектованої операційної системи групи її властивостей є взаємозалежними і змінюються узгоджено. Виходить, що у загальному випадку у разі, коли $n \leq m$, досліджувані групи властивостей можуть бути оцінені одним синтетичним окремим критерієм. Відомо, що операційну систему з заданими властивостями можна побудувати лише тільки на масі елементів M_s і відношень між ними R_s . А для досягнення необхідних і бажаних властивостей в операційну систему необхідно докласти деякий «обсяг» різнорідних ресурсів (матеріальних, трудових тощо)

$$B_s = \{b_{sj}\}, \quad j = \overline{1, m}, \quad (2.5)$$

необхідних для реалізації елементів і відношень (зв'язків) між ними.

Таким чином можна припустити, що на абстрактному рівні існують певні (задані) узагальнені оцінки ефекту операційної системи E та ресурсовитрат (їхньої вартості) C

$$E = \Phi_E (P_s^k); \quad (2.6)$$

$$C = \Phi_C (B_s), \quad (2.7)$$

де Φ_E, Φ_C — оператори згортки, ідентифікація яких і є суттю проблеми багатокритеріального оцінювання.

Визначивши узагальнені оцінки E і C операційної системи, можна вважати, що її ефект у загальному випадку є неубуваюча функція її вартості

$$E = F(C), \tag{2.8}$$

де F – оператор перетворення.

Функціональна залежність (2.8) показує, що кількісні і якісні характеристики операційної системи залежать від виду оператора перетворення F , що визначається припустимими множниками функціональних елементів, принципів побудови, структур і технологій функціонування операційної системи

$$F = F' \cdot F'' \cdot F''',$$

де F' — число допустимих структур системи;

F'' — маса допустимих топологічних реалізацій структур F' ;

F''' — безліч допустимих технологічних реалізацій топологічних структур F'' .

За умови твердого фіксування оператора F залежність $E = F(C)$ графічно буде інтерпретована S -подібною кривою (рис. 2.3).

Даний графік зазначає, що для кожної конкретної операційної системи існує обмеження на потенційно можливий ефект. Виходить, останній можна максимізувати двома способами:

- а) значним введенням «обсягів» ресурсів у систему;
- б) оптимізацією оператора перетворення ресурсів, що входять в систему (процес удосконалення F тривалий і трудомісткий).

Якщо операційна система будується на умовах достатності ресурсів, то теоретично можна прогнозувати можливість необмеженого зростання

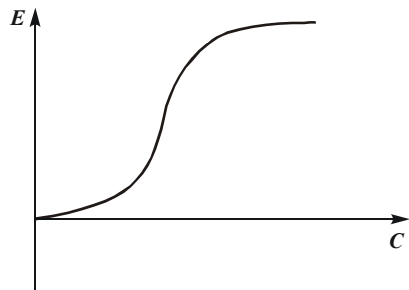


Рис. 2.3 Залежність ефекту системи від вкладених ресурсів

ефекту. Однак перед операційним менеджером у будь-якому випадку буде поставати завдання оптимізування ефективності так званих науково-технічних (галузевих) рішень за критерієм «ефект — вартість»

$$K = \underset{F, C}{opt} G[E, C], \quad (2.9)$$

де $opt G$ — оператор, що визначає конкретний вид критерію ефективності.

У більшості випадків операційним менеджерам у процесі проектування систем доцільно користуватися критеріями виду

$$K_1 = \max_{F, C} \frac{E}{C} \quad (2.10)$$

чи

$$K_2 = \max_{F, C} (E - C). \quad (2.11)$$

Рішення оптимізаційного завдання проектування операційної системи за критерієм (2.9) чи (2.10) і (2.11) дає можливість операційному менеджеру визначати стратегію розвитку визначеного класу систем, зокрема, об'рунтовувати економічно доцільний рівень ефекту системи E^* і оцінювати раціональність рівня витрат C^* .

2.3 Типологія операційних систем

Типологія — класифікація об'єктів по спільності ознак. Потреба в типології систем виникає тоді, коли накопичений величезний дослідницький масив даних про них і виникає необхідність у формуванні єдиної картини. Типологія систем дає можливість для дослідника:

- а) одержати систематизовану інформацію;
- б) оцінити вихідні параметри;

- в) одержати характеристику з організаційної точки зору, яку можна буде використовувати для здійснення можливих трансформаційних змін у структурі.

Практика підтверджує, що операційні системи неоднакові не тільки за своїми наслідками, але і, власне, за суттю. Необхідність у розгалуженій класифікації операційних систем пов'язана з диференціацією засобів і способів керування не тільки ними, але й здійснюваними операціями. Якщо є типологія і розуміння характеру операційної системи, уможлиблюється «ефективізація» діяльності останніх.

Проектовані, створювані й експлуатовані на даний час операційні системи, що відносяться до різних сфер людської діяльності, характеризуються зростаючою складністю як щодо кількісного, так і якісного аспектів. Для полегшення вивчення операційних систем необхідно мати їхню розгорнуту класифікацію, основне в якій — спрощення процесу дослідження, виявлення наявних обмежень на функціонування і створення внутрішніх критеріїв організації операції.

Найявні класифікації операційних систем здебільшого засновані на характері та типі використовуваного процесу переробки ресурсів. Такий підхід не зовсім толерантний, оскільки класифікація операційних систем має формувати ще й ряд конкретних практичних вимог і умов керування операціями:

- з раціонального обсягу управлінських завдань;
- з їх складності;
- з обов'язкових вимог до кваліфікації і досвіду менеджерів (за умови недотримання обов'язкових вимог на належному рівні спроектована операційна система не зможе працювати).

Тому в основу класифікації операційних систем повинні бути ще включені:

- характеристика операційного середовища (зовнішня і внутрішня);
- характер взаємозв'язку операційної системи із середовищем.

Відповідно до цих зауважень операційні системи класифікують за відповідними основними класифікаційними ознаками: за природою, тобто типові середовища; за рівнем невизначеності середовища; за структурою; за масштабністю; за ступенем складності; за ступенем детермінованості; за характером розв'язку в часі; за інформаційною забезпеченістю.

2.3.1 Класифікаційна ознака «за природою»

За природою (тип середовища) розрізняють такі операційні системи: *промислові, технічні, інформаційні, обчислювальні, фінансові, освітні, транспортні, проектні, науково-дослідні* тощо.

Промислові операційні системи охоплюють будь-які підприємства (організації) з випуску продукції і надання послуг. У цій системі, створеній на основі раціонального розподілу праці та поєднання в часі і просторі предметів, засобів і, власне, праці, реалізується операційна функція, тобто дії з конвертування вхідних матеріалів у товари і послуги (табл. 2.1).

Такого роду операційні системи, як відзначає О. С. Курочкін, практично складаються з трьох підсистем:

- **переробної**, що працює продуктивно і безпосередньо зв'язана з перетворенням вхідних величин у вихідні результати;
- **забезпечення** з функціями задоволення переробної підсистеми і не зв'язаної безпосередньо з виробництвом виходу;
- **планування і контролю**, що одержує інформацію з зовнішнього і внутрішнього середовища про стан переробної підсистеми і підсистеми забезпечення для обробки останньої з метою видачі рішення про те, як повинна працювати переробна підсистема.

Власне кажучи, дані підсистеми властиві практично кожному типу розглянутих надалі операційних систем.

Таблиця 2.1

Конвертування входів у виходи

Приклади входів	Трансформаційні приклади		Приклади виходів
	Процес	Промисловість	
Нафта	Хімічний процес	Крекінг-процес	Бензин, олія, мазут
Зерно	Одержання борошна (механічна переробка)	Пекарня, магазин	Хліб та здоба
Складальні одиниці (двигуни, ведучі мости, коробки зміни передач)	Складання	Потокова лінія	Автомобіль
Залізна руда	Плавка	Верстат	Деталь

Технічна операційна система — це система, що складається з комплектуючих частин, з'єднаних між собою, і призначена для самостійного виконання заданих функцій: виробництва конкретного виду продукції (або здійснення конкретного виду роботи) з можливим задоволенням конкретних потреб споживачів.

Інформаційна операційна система, що складається з підсистем і елементів, призначена для збору, переробки інформації і видачі її в згорнутому вигляді для прийняття рішень.

На цьому обмежимося розглядом операційних систем, що класифікуються за типом операційного середовища.

2.3.2 Класифікаційна ознака «рівень невизначеності природи (середовища)»

Дуже важливим аспектом класифікації операційних систем є визначення типу середовища, в якому вони функціонуватимуть.

Найважливіша характеристика середовища, що має безпосереднє відношення до керування операціями, — його невизначеність. На відміну від інших галузей менеджменту операційний дозволяє більш низький допустимий рівень невизначеності середовища. За аспектом рівня невизначеності, що допускається, всі операційні системи можна умовно поділити на:

- жорсткі (певною мірою — однозначні);
- багатоваріантні гнучкі системи.

Жорсткі системи вимагають однозначної відповідності процесів і продуктів. Перелік необхідних ресурсів є кінцевим і завершеним. Такі технології сприяють забезпеченню найбільш високої поточної ефективності, у той же час вони дуже уразливі стосовно чинників зовнішнього середовища, що збуджують.

Запас мінливості операційної системи завжди становить різницю між розрахунковою і поточною ефективністю. Система, здатна протистояти несприятливим змінам середовища, включає і такі функції, які в поточному режимі не працюють взагалі або працюють недостатньо ефективно. Їхнє завдання — включитися в роботу у разі істотних змін, коли деякі з наявних функцій стануть неефективними, зайвими чи взагалі шкідливими.

Багатоваріантний тип допускає наявність декількох альтернативних комбінацій вихідних ресурсів і декількох альтернативних основних технологій. Характеристикою взаємодії з зовнішнім середовищем може служити поняття багатоедності, що передбачає істотну диференціацію зв'язків і функцій за рівнем їхньої поточної необхідності й ефективності.

Ці два типи операційної системи прийнято називати однорідними і гетерогенними. Дана класифікація є гранично агрегованою, а, виходить, і одночасно абсолютною, необхідною для вирішення стабільних й інноваційних завдань операційного менеджменту.

Характеристика *однорідних систем* є важливою в двох аспектах:

- можна швидко й ефективно формувати операційну систему для простих і однозначних операційних ситуацій;
- здатна служити підставою для постановки аналізу і вирішення завдання спрощення будь-яких операційних систем.

Підхід до розв'язання проблем поточної ефективності з позиції однорідних твердих систем є універсальним управлінським підходом.

На коротких тимчасових інтервалах, коли можна говорити про незмінність наявних параметрів, підвищення поточної ефективності, завдяки спрощенню операційної системи, є одним із надійних і доступних методів. Один з методів спрощення операційної системи — відкидання варіантів, що складається з наступних етапів:

- I. З маси ресурсних комбінацій вибирається найдоступніша, найдешевша.
- II. З численних технологічних рішень приймається рішення, що оптимально пов'язується саме з даними ресурсами.
- III. Визначається модель взаємозв'язку процесів і продуктів, що є найменш варіантною.

Попри свою удавану простоту, спрощення операційної системи є потенційно конфліктним процесом, оскільки це пов'язано зі зміною повноважень, зон відповідальності, статусу тощо. Це може провокувати управлінські конфлікти.

Власне, методи спрощення систем самі по собі непрості, бо допускають наявність технологічних, управлінських і ресурсних амортизаторів, що допомагають загасити у визначених границях коливання середовища.

Якщо управлінські витрати, пов'язані з таким амортизуванням, занадто високі, то метод спрощення неефективний і недоцільний.

Визначення типу системи — управлінське завдання, яке слід періодично поновлювати. Зокрема, якщо поточна ефективність однорідної системи почала спадати, корисно ще раз переконатися в тому, що ми маємо справу з дійсно однорідною системою.

Головна ознака гетерогенних систем — наявність декількох основних технологій, декількох наборів ресурсів для даної технології, декількох варіантів взаємодії продуктів і процесів. Передумовами таких операційних систем є:

- багатоваріантність продукту і його характеристик;
- багатоваріантність технологічних процесів.

З погляду операційного менеджменту вихідним рівнем завдання керування операціями є проблема спрощення. Як було розглянуто вище, даний рівень управлінського завдання обмежує менеджера метою та засобами його діяльності. Таке обмеження припустиме для більш коротких інтервалів, ніж час гарантованої стабільності умов і чинників операційної діяльності.

Якщо часові умови операційного менеджменту виходять за межі гарантованої стабільності, то мета і завдання керування операціями, а також придатні засоби обов'язково повинні виходити за рамки однорідної моделі.

Кількісні поверхневі відмінності гетерогенних операційних систем від однорідних (складніше, триваліше, більш невизначено) уможливають одержання керівником негативних критеріїв формування гетерогенної операційної системи.

Всі управлінські варіанти, що не укладаються в цю поверхневу характеристику, викликають «невпевненість» щодо модифікації однорідної моделі.

Дані негативні критерії побудови гетерогенної операційної системи дають можливість одержувати імітаційну модель гетерогенної операційної системи і потім на її основі організувати формування реальної системи. Не виключено також, що реальна система виявиться досить наближеною до імітаційної системи.

У загальному випадку гетерогенні операційні системи переважають на тривалих операційних інтервалах, коли дуже велика імовірність зміни істотних параметрів. Звідси випливає неминучість постановки і вирішення завдання, що є зворотним керуванню. Розгляд цього зворотного завдання можливий як у рамках керування гетерогенною операційною системою, так і за умов кардинальних змін середовища, де діє однорідна операційна система.

Таким чином у загальному випадку проблема ускладнення операційної системи є більш складною, ніж спрощення. Але воно спричинює такі ж конфлікти і проблеми, як і перша (перерозподіл повноважень, зон відповідальності тощо).

В ідеалі менеджер має схилитися до гетерогенної операційної системи, але пам'ятати, що це благо не з дешевих.

Управлінські переваги гетерогенних операційних систем зводяться до наступних:

1. У таких систем більш широка амплітуда реакції.
2. Реакція цієї системи на зміни середовища є спеціалізованою і, отже, більш адекватною.
3. Є можливість ефективно асимілювати принципово нові можливості та ресурси.
4. Гетерогенна операційна система, залишаючись у рамках операційної системи, припускає вихід на рівень інноваційних рішень.
5. Гетерогенні операційні системи не просто допускають істотні інновації, а є необхідним управлінським інструментом реальних інноваційних процесів.

2.3.3 Класифікаційна ознака «за структурою»

Термін «структура» походить від латинського *structura* — «будівля», розташування, порядок, взаємозв'язок складових. Тому під «структурою операційної системи» слід розуміти відносно постійний порядок внутрішніх просторово-тимчасових зв'язків

системи між її елементами і взаємодію їх із зовнішнім середовищем, що визначає функціональне призначення останньої.

За традиційно сформованою структурою операційні системи можна розподілити на:

- радіальні (рис. 2.4);
- радіально-вузлові (рис. 2.5);
- деревоподібні (рис. 2.6).

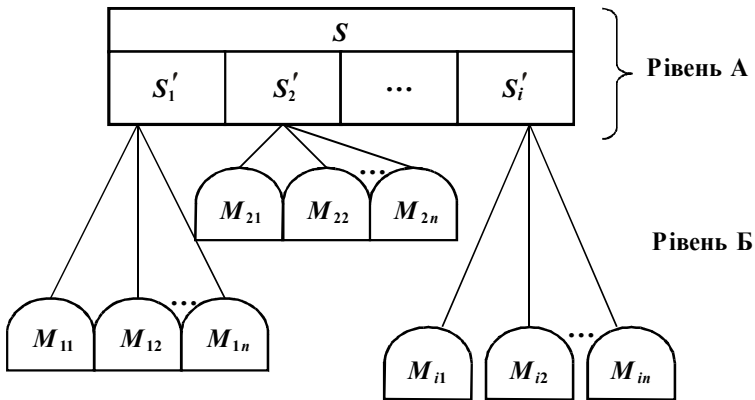


Рис. 2.4 Схема радіальної структури операційної системи

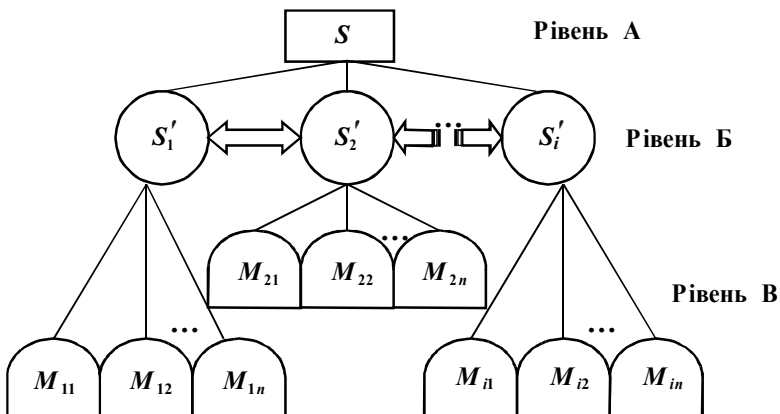


Рис. 2.5 Схема радіально-вузлової структури операційної системи

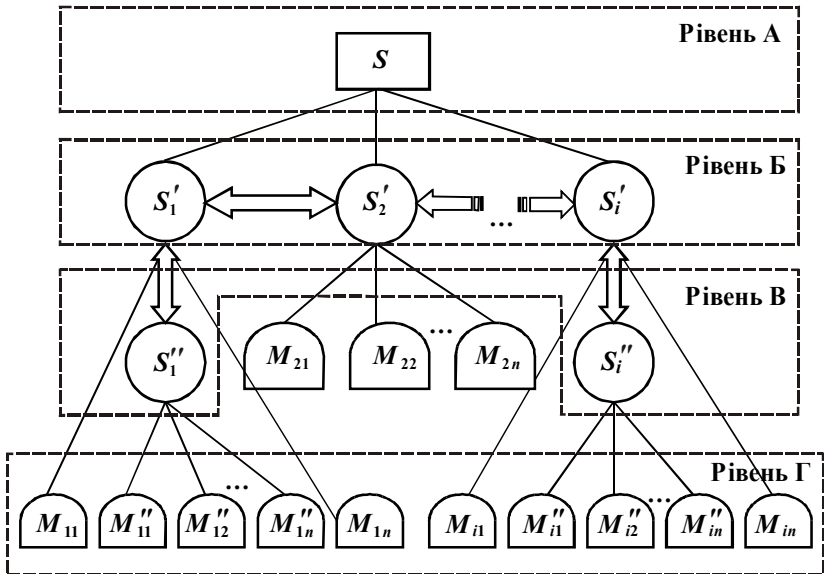


Рис. 2.6 Схема деревоподібної структури операційної системи

За радіальної структури кожний з елементів M_{in} будь-якої підсистеми S'_i безпосередньо зв'язаний із системою. Радіально-вузлова структура припускає зв'язок кожного елемента із системою S через визначену підсистему S'_i . Деревоподібна структура є найбільш загальною і передбачає зв'язок елемента із системою через безліч підсистем і зв'язків, при цьому кожний елемент безпосередньо зв'язаний тільки з однією з підсистем. Таким чином під час аналізу операційну систему розчленовують на складові частини — підсистеми, елементи. До того ж віднесення «об'єкта» до категорії «система» чи «підсистема» умовне. Операційна система, як правило, поділяється на частини, вплив яких на її життєздатність можна представити за допомогою структурної схеми чи розрахунку або алгоритмом моделювання

її функціонування. Тому той самий «об'єкт» може бути і системою, і її частиною (підсистемою). Наприклад, ЕОМ з оператором є локальною обчислювальною операційною системою, що складається з процесора, каналів пам'яті й інших пристроїв. Вона, у свою чергу, є частиною іншої субглобальної операційної системи, наприклад, обчислювального комплексу, що, за етапом, є частиною операційної системи керування.

Може виявитися, що дослідження процесора потребуватиме подальшого поглиблення, розчленовування його на складові частини. Процесор з категорії «складова частина системи» може перейти в категорію «система» зі своїми «складовими частинами», тобто підсистемами й елементами.

Операційна система може бути не тільки сукупністю технічних засобів і оператора, який керує ними, але й включати нетехнічні засоби, наприклад, програмне забезпечення, виконавців тощо.

Запропонована структуризація операційних систем (рис. 2.4–2.6) дає можливість окремо досліджувати ефективність функціонування як підсистем, так і елементів, використовуючи найпростіші дворівневі структури типу «система — елементи». Таким чином, починаючи з першого рівня, рекурентно обчислюються характеристики всіх елементів системи. На кожному новому кроці досліджується система буде одним з елементів більш високого ієрархічного рівня, характеристика якого визначена на попередньому кроці. Наприклад, для структури, зображеної на рис. 2.5, підсистема S_i' буде «системою» стосовно елементів $M_{11}, M_{12} \dots M_{1n}$.

У разі спрощення схем з'єднання до найпростіших можна в загальну структуру вводити додаткові ієрархічні підрівні.

2.3.4 Класифікаційна ознака «масштабність»

Залежно від числа значущих перемінних, що входять в опис операційної системи, розрізняють сублокальні (1–3 пе-

ремінні), локальні (4–14 перемінних), субглобальні (15–35 перемінних), глобальні (36–100 перемінних) і суперглобальні (понад 100 перемінних).

2.3.5 Класифікаційна ознака «ступінь складності»

Залежно від ступеня взаємозв'язку перемінних, операційні системи розподіляють на надпрості (відсутність взаємозв'язку), прості (наявність парних взаємозв'язків), складні (наявність взаємозв'язку і взаємовпливу) і надскладні (необхідність обліку взаємозв'язку).

2.3.6 Класифікаційна ознака «ступінь детермінованості»

За даною ознакою операційні системи класифікують як:

- детерміновані,
- стохастичні,
- змішані.

2.3.7 Класифікаційна ознака «характер розвитку в тимчасовому масштабі»

Характер розвитку в тимчасовому масштабі (регулярна складового процесу — тренду) дає можливість розрізняти операційні системи за принципом:

- дискретні,
- аперіодичні,
- періодичні.

Стосовно даної класифікаційної ознаки О. С. Курочкін наводить тільки дискретні та неперервні системи (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

**Класифікація операційних систем
(за О. С. Курочкіним)**

Тип переробної системи	Продукція
Дискретний: проектне виробництво	Будівельна, твори письменника
дрібносерійне виробництво	Друкарська, столярна
масове виробництво	Автоскладального заводу, швейна
Безперервний	Нафтопереробки Вугільна

**2.3.8 Класифікаційна ознака «інформаційна
забезпеченість»**

Відповідно до наявності інформаційної інфраструктури є такі операційні системи:

- з повним кількісним забезпеченням;
- з неповним кількісним забезпеченням;
- з наявністю якісної інформації (і частково кількісної);
- з повною відсутністю ретроспективної інформації.

Отже, для більшого унаочнювання класифікацію операційних систем подамо у вигляді табл. 2.3.


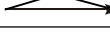
2.4 Характерні риси операційних систем

Операційні системи, якими доводиться керувати операційним менеджером, здебільшого належать до категорії складних. Розглянемо їхні характерні особливості.

1. Операційні системи, в першу чергу — промислові, фінансові, освітні, технічні, транспортні, складаються з великого числа

Таблиця 2.3

Класифікація операційних систем

Ознака	Тип операційної системи
Природа, тип середовища	Промислові Технічні Інформаційні Обчислювальні Фінансові Освітні Транспортні тощо
Рівень невизначеності середовища	Тверді  Однорідні Різноманітні  Гетерогенні
Структура	Радіальні Радіально-вузлові Деревоподібні
Масштабність	Сублокальні (1–3 перемінні) Локальні (4–14 перемінних) Субглобальні (15–35 перемінних) Глобальні (36–100 перемінних) Суперглобальні (понад 100 перемінних)
Ступінь детермінованості	Детерміновані Стохастичні Змішані
Ступінь складності	Надпрості (здійснення взаємозв'язку) Прості (наявність парних взаємозв'язків) Складні (наявність взаємозв'язку і взаємовпливу) Надскладні (необхідність обліку взаємозв'язку)
Характер розвитку в тимчасовому масштабі	Дискретні Аперіодичні Періодичні Неперервні
Інформаційна забезпеченість	З повним кількісним забезпеченням З неповним кількісним забезпеченням З наявністю якісної інформації

підсистем і елементів. Разом з тим кожна з них є єдиною системою, що складається з технічних засобів, програмно-обчислювального та інформаційного забезпечення, персоналу, який обслуговує систему під час її функціонування.

До перерахованого нами складу слід також додати менеджерів і вище керівництво. Тому узагальнений аналіз операційних систем вимагає врахування стану і зв'язків усіх їхніх складових, особливо — впливу «людського чинника» та стратегії функціонування і розвитку в заданому сегменті ринку.

2. Операційні системи вирішують комплекс різноманітних функціональних завдань, до яких можуть входити:
 - керування підготовкою виробництва;
 - техніко-економічне постачання;
 - оперативне керування виробництвом;
 - керування кадрами;
 - керування фінансами тощо.
3. Операційні системи, залежно від типу і структури побудови, мають складну мережу передання інформації (рис. 2.7): проста кільцева, радіально-кільцева, проста ʼратчаста, складна ʼратчаста, місткова, з перехресними зв'язками.
4. Схема підпорядкованості ланок операційних систем, як правило, ієрархічна, тобто в системі існують верхні, нижні та проміжні ланки.
5. Операційні системи мають загальну мету: створення «продукції» з одночасним представленням послуг на ринку споживачів.
6. Існування «зони обслуговування» чи сегмента ринку для кожної операційної системи.

На рис. 2.8 представлені типові структури керування.

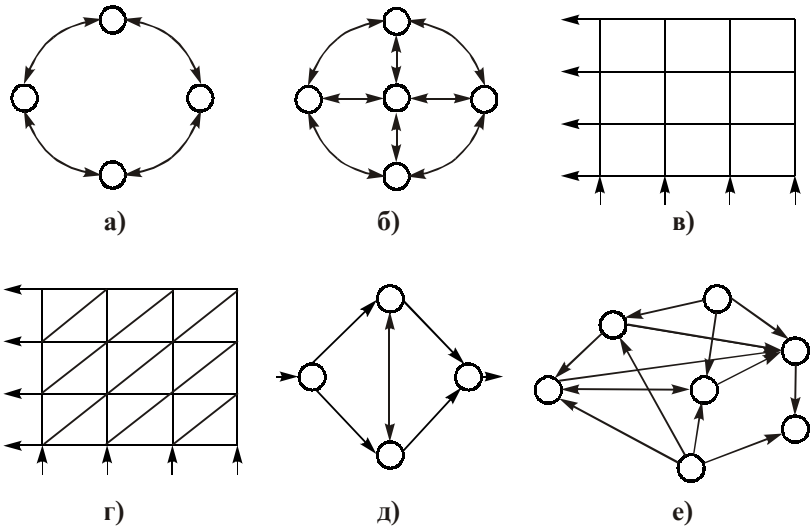


Рис. 2.7 Типові структури передавання інформації в операційних системах:

a — проста кільцева; *б* — радіально-кільцева;
в — проста ґратчаста; *г* — складна ґратчаста;
д — місткова; *е* — з перехресними зв'язками

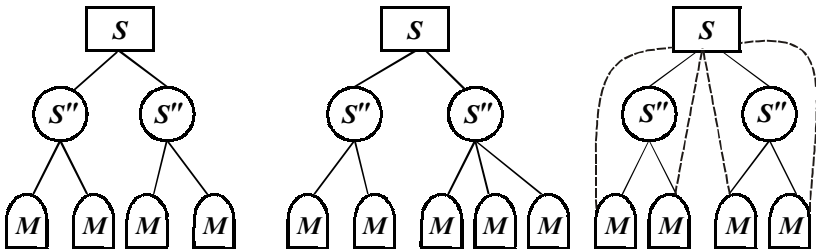


Рис. 2.8 Типові структури ієрархічного керування в операційних системах:

a — симетрична; *б* — асиметрична;
в — з обходом через ранг (рівень)

7. Залежність показників функціональної ефективності та цінності від структури, топології операційної системи і технології її функціонування при одночасному глибокому взаємозв'язку всіх характеристик.

Розглянуті особливості операційних систем потребують особливого підходу у разі дослідження їхнього функціонування, проектування і модернізації. Від розуміння операційної системи цілком, як внутрішніх, так і зовнішніх її функцій, структури передавання інформації і керування системою залежить можливість операційного менеджера приймати «корисні» рішення, що підвищують життєздатність і продуктивність, ефективність і раціональність останньої.

2.5 Встановлення управлінських зв'язків в операційній системі

В основу побудови операційних систем закладено виділення основної ланки (технології).

Технологія — це прийнятий для даного бізнесу метод з'єднання економічних, людських та інформаційних ресурсів, коли створюється товар чи надається послуга споживачеві.

Виділення основної ланки операційних систем означає введення принципу ієрархії в керування операціями. У цьому випадку ієрархічний принцип є вихідним у побудові операційного менеджменту. Усі ланки, елементи і процедури субординовані.

Керування операціями — традиційно авторитарний процес, що припускає ланцюг команд. В основі ієрархічної побудови операційних систем — переважання ролі базової технології. Найбільш прийнятно цей принцип реалізує функціональний підхід. Основа побудови операційної системи — вертикаль.

Ця технологічна ієрархія в керуванні операціями повинна обов'язково відбиватися в ієрархіях відповідальності, посад, обов'язків і технологій.

Горизонтальні зв'язки в керуванні операціями відіграють дуже важливу роль, але вони вторинні стосовно ієрархічних, субординованих законів.

Особливо важливі горизонтальні зв'язки у керуванні операціями в багатопрофільних та адаптивних структурах.

Співвідношення між горизонтальними і вертикальними зв'язками в побудові операційної системи змінюється у разі кризи і швидких зрушень.

За таких умов вертикаль повинна на певний час бути самодостатньою. Це забезпечить необхідну концентрацію операційного керування, але в той же час перевантажуватиме вертикальний рівень керування і робитиме його негнучким, неадаптивним.

В аналізі й описі операційної системи ми завжди будемо зіштовхуватися з деякими неформалізованими умовами і чинниками.

2.6 Сучасні підходи до побудови операційних систем

Відомі три підходи до побудови операційних систем:

- функціональний;
- галузевий;
- організаційний.

Функціональний підхід побудований на основі виділення і формалізованого опису послідовних чи рівнобіжних функцій, необхідних для одержання заданого результату.

Найчастіше функціонування операційних систем будують як сукупність:

- 1) забезпечувальних процесів;
- 2) основних процесів;
- 3) оформлювальних процесів.

Такий підхід деякою мірою може розглядатися як найбільш доступний і відносно надійний. Найчастіше функціональний підхід використовують як первинну чи навіть тимчасову конструкцію операційної системи. Нерідко у менеджера відсутня необхідна інформація про детальні вимоги щодо завершального результату, особливо коли мова йде про новий бізнес. У цьому випадку варто будувати операційні системи у прямій послідовності від попередніх і підготовчих функцій до результативних.

Елемент, що забезпечує виконання основних функцій, називається «процесором операційної системи».

У даному випадку систему можна будувати за аналогією, використовуючи вже наявні операційні моделі. Тоді менеджер страхує себе від занадто серйозних помилок і втрат, але в той же час обмежує можливості підйому ефективності.

Функціональна операційна система може розглядатися як особливий тип побудови системи операційного менеджменту й одночасно як вихідна управлінська модель, на основі якої можна конструювати більш конкретні й адаптивні моделі керування.

Функціональний підхід дає змогу в наочній формі реалізувати методика «вхід–вихід».

Функціональний підхід посідає особливе місце в ряді інших підходів формування операційних систем ще й тому, що на його основі можна формувати більш витончені, адекватні й адаптивні операційні системи.

Галузевий підхід припускає, що операційні системи будуються на підставі максимального обліку і відображення галузевої специфіки діяльності.

Головний критерій складання галузевої операційної системи — це критерій керованості основною технологією. Цей підхід

більш ризикований, тому що він істотно підвищує потенційні втрати від хибних рішень, але і сприяє істотному підвищенню ефективності керування операціями. Наочний приклад галузевого підходу — операційні методи керування в галузях з безперервним виробничим циклом, на машинобудівних підприємствах.

Галузева операційна система, з одного боку, максимально прив'язана до конкретних технологій і операцій і тому дуже ефективна, але, з іншого, вона не допускає змін і тому не є адаптивною. Отже, така операційна система вимагає обов'язкових зовнішніх операційних демпферів.

Організаційний підхід допускає, що технічні, функціональні та галузеві чинники вже враховані у вигляді деяких операційних констант. З використанням цих операційних блоків будується система, що уможливорює оптимізування і відбір процесів підготовки інформації і прийняття рішень.

Організаційний підхід є найбільш адекватним і гнучким, оскільки налагоджує керування операціями, виходячи з власне інформаційних критеріїв ефективності керування, але все це допустимо тільки при безумовному врахуванні операційних констант.

Ці три підходи при уважному розгляді не є альтернативними. Розумна побудова операційного менеджменту передбачає послідовне застосування функціонального, галузевого й організаційного підходів.

Дана класифікація підходів до побудови операційних систем є незавершеною і відкритою, поява принципово інших підходів цілком імовірна в зв'язку з інформатизацією технологій і керування.

2.7 Опис життєвого циклу операційної системи

Будь-яка операційна система — банківська, освітня, інформаційна і тощо не існує вічно: вона виникає, проходить періоди

становлення і розвитку, розквіту і, нарешті, спаду і занепаду. На зміну їй приходять нові системи, більш досконалі, пристосовані до навколишнього середовища.

Ефективність складних операційних систем, як правило, розвивається своєрідними еволюційними циклами, кожний з яких добре апроксимується S-подібною кривою (рис. 2.9), яка ніби обгинає еволюційні цикли, що відповідають кількісній, а в окремих випадках і якісній зміні параметрів системи за незмінних принципів її побудови. Локальні цикли «життя» операційної системи також добре описуються S-подібними кривими (рис. 2.10).

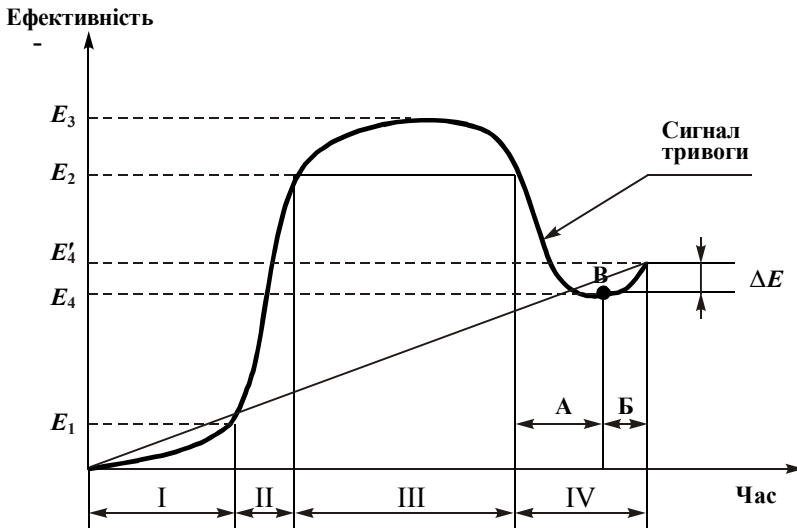


Рис. 2.9 Етапи життєвого циклу операційної системи

Вони описують підвищення ефективності операційної системи за рахунок зміни окремих параметрів системи, можливо, вхідних, вихідних, внутрішніх або одночасно декількох. Кожний з еволюційних локальних циклів проходить з тимчасового інтерва-

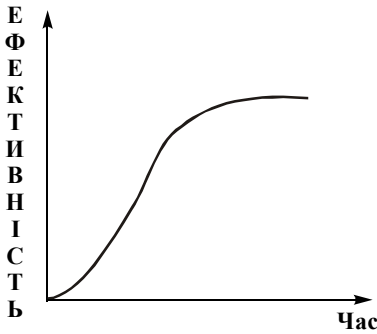


Рис. 2.10 Графічна інтерпретація локального циклу

лу від виникнення нового принципу побудови системи до його вичерпання. Час проектування конкретної системи короткий у порівнянні з еволюційним циклом, тому інтервал зміни параметрів низький і визначається обмеженнями, що виходять з рівня розвитку науки і техніки на момент проектування.

Дані обмеження ніби «вирізують» визначений відрізок на S-подібній кривій. І вже залежно від вирізаної ділянки, крива може бути опуклою чи увігнутою (початкова ділянка), наблизитися до лінійної (середньої) або увігнутої (кінцевої) чи апроксимуватися ними. Таким чином у процесі розвитку операційної системи варто виділити три або навіть чотири етапи життєвого циклу, щоб характеризувати поточну ефективність будь-якої операційної системи (див. рис. 2.10).

2.7.1 Етапи життєвого циклу операційної системи

Етап перший (I) — зародження і формування операційної системи. Він характеризується порівняно незначною ефективністю E_1 і відносно низькими темпами її зростання (слабкий підйом кривої).

Головна причина «незадовільної» ефективності — недостатньо виражені ефекти координації й інтеграції, тобто на цьому етапі ще не сформовані всі необхідні основні та допоміжні ланки, а координація між вже завершеними ще надто слабка.

На цьому етапі потрібна особлива (переважно централізована) система менеджменту, що припускає виняткову концентрацію повноважень і відповідальності.

Етап другий (II) — швидке зростання ефективності. Віддача, тобто поточна ефективність, тут збільшується за рахунок зняття обмежень координації ланок, підрозділів і їхніх функцій.

Операційна система сформувалася як цілісність. На другому етапі змінюються вимоги до операційних систем. Надконцентрування повноважень і відповідальності поступається місцем їхньому збалансованому розподілу. Головна передумова керування операційною системою — це раціональна внутрішня структура, правильна організація інформаційних потоків і чітка спеціалізація підрозділів і ланок, що виражається у розподілі зон відповідальності.

Етап третій (III) — період стабільності. Він характеризується практично найвищими показниками ефективності функціонування операційної системи (E_2 та E_3), незмінністю (сталістю) вихідних параметрів системи, низькою імовірністю відмовлень, високими показниками живучості і чутливості тощо. Тут резерви ефективності ($E_3 \approx const \geq E_2$) пов'язані з керуванням витратами, раціональною системою стимулювання з частковими технологічними поліпшеннями і перенавчанням персоналу.

Період стабільності найбільш тривалий етап існування операційної системи. Він прямопропорційно залежить від стилю керування операційного менеджера, наявності та якості вхідних ресурсів, маркетингової служби. За реальних ситуацій даний період є найважчим у плані тривалості збереження мети організації, її стратегії і тактики.

Етап четвертий (IV). Він включає дві ділянки — А та Б.

Ділянка А — стадія спаду ефективності, на якій йдуть «сигнали тривоги» про втрату досягнутих значень E_2 (E_3) та решти

параметрів системи. Тут вирішується проблема вибору — ліквідації чи модернізації операційної системи, зміни дислокації, призначення.

Ділянка Б — приріст ефективності. Показник приросту ΔE в цей період незначний і зв'язаний, радше, зі згортанням діяльності.

Зниження ефективності на даному етапі спричинюється двома групами впливу:

- 1) зміною зовнішніх умов функціонування, наприклад, зниженням цін (розширенням маркетингового поля), зменшенням обсягу реалізацій, активізацією конкуренції тощо;
- 2) внутрішніми деструктивними процесами, пов'язаними з падінням дисципліни і відповідальності, погіршенням відносної «якості персоналу», фізичним і моральним застаріванням устаткування тощо.

З аналізу *S*-подібної кривої життєвого циклу виходить, що під час проектування операційної системи «від нуля» перший етап можна істотно скоротити, на відміну від періоду переходу її в нову якість чи модернізаційного циклу.

На другому і четвертому етапах життєвого циклу дуже важливо забезпечити формування гнучкого, чутливого до інновацій менеджменту, що забезпечить якнайшвидший вихід на об'рунтування рішень щодо подальшої долі системи.

Дуже часто на цих стадіях виникає необхідність заміни колишнього керівництва на нове, яке здатне неупереджено й об'єктивно судити про перспективи даної операційної системи.

Система керування операціями, що є, таким чином, гнучкою та розвинутою системою вимог щодо ефективності менеджменту, повинна ґрунтуватися на *S*-подібній кривій життєвого циклу.

З позиції *S*-подібної кривої можна виділити визначений клас операційних систем із надзвичайно високим запасом мінливості,

тобто здатних до переходу на нові ділянки цієї кривої без ліквідації бізнесу. В галузі консервативного бізнесу — це банківські та освітні, інформаційні системи.

Примітка. Під час проектування операційних систем менеджером слід враховувати, що еволюційні цикли різних їхніх параметрів (характеристик) можуть не збігатися. Тому варто одночасно реалізовувати криві трьох типів (опукла, увігнута і близька до лінійної). Причому бажано, щоб функція зисковності була універсальною і забезпечувала реалізацію всіх зазначених залежностей як функції **допустимих меж** зміни параметрів. Зазначеним вимогам відповідає функція типу

$$\varepsilon_i(k_i) = \left(\frac{k_i - k_{inx}}{k_{инл} - k_{inx}} \right)^{\alpha_i}, \quad (2.12)$$

де k_i — значення i -го приватного критерію для варіанту операційної системи;

$k_{инл}$, k_{inx} — його найкраще і найгірше значення, що відповідає границям сфери припустимої зміни відповідних параметрів системи чи границям наближеної сфери компромісів;

α_i — показник нелінійності.

Саме функція корисності (2.12) характеризує ступінь наближеності до локального оптимуму за критерієм k_i , що є для операційного менеджера достатнім для ухвалення правильного рішення проектування або модернізації операційної системи. Також зазначимо, що для вибору єдиного рішення з компромісів необхідно об'рунтувати аксіоматику і на її основі сформулювати правило (схему компромісу) ухвалення рішення. Для розв'язання цієї проблеми потрібна додаткова інформація, яку можна одержати шляхом аналізу і формалізації особливостей мети операційної системи.

2.8 Стисла характеристика режиму функціонування операційної системи

Операційна система в будь-якому своєму вигляді і формі — освітня чи інформаційна — має дві тенденції свого існування:

- функціонування;
- розвиток.

Функціонування — це підтримка життєздатності, збереження функцій, що визначають цілісність операційної системи, якісну її визначеність і характеристики її сутності.

Розвиток — це набуття операційною системою нової якості, що зміцнює життєздатність за умов змін у зовнішньому середовищі.

Функціонування і розвиток найтіснішим чином взаємозалежні і відбивають єдність основних тенденцій операційних систем будь-якого виду і топології. Цей зв'язок забезпечується режимом функціонування («режим» — установлений розпорядок роботи).

2.8.1 Сприйняття режиму функціонування

Під «режимом функціонування» розуміється сукупність параметрів і умов функціонування, що забезпечують передбачуване за технологією створення продукту, а також збереження й поточне відтворення елементів операційної системи.

Поняття «режим функціонування» не включає корінних інновацій, капіталовкладень й інвестицій, бо ці процеси обов'язково викликають істотні взаємні відхилення основних параметрів операційної системи і тим самим породжують принципово інше управлінське завдання. Поняття «режим операційної системи» тісно пов'язане з технологією, яка задає умови і конкретні значення найважливіших параметрів системи.

Розходження між технологією і режимом як об'єктами керування полягають у тому, що:

- 1) технологія виявляє себе через прямі і непрямі параметри функціонування. У керуванні технологією безпосереднім об'єктом керування є прямі параметри (наприклад, напруга в мережі та сила струму, енергоємність процесу, сировинні нормативи). Непрямі параметри керуються лише настільки, наскільки вони здатні впливати на основні. А режим як об'єкт керування в однаковій мірі охоплює і прямі, і непрямі параметри. Більш того, в окремих випадках непрямі параметри можуть бути більш важливим об'єктом керування;
- 2) режим уособлює, крім основної діяльності операційної системи, ще й діяльність з обслуговування операційної системи.

Режим операційної системи складається з ряду окремих аспектів:

- технологічної дисципліни (мінімально необхідна сукупність процедур для забезпечення основної технології, дотримання найважливіших прямих параметрів даної технології);
- рівня використання ресурсів;
- узгодження основних функцій у просторі та часі;
- дотримання норм допоміжного забезпечення основної технології;
- підтримки робочого стану основних елементів операційної системи;
- рівня організаційного забезпечення єдності основних параметрів (інформаційне, документарне і кадрове забезпечення єдності).

Операційна система, що знаходиться на стадії стабільного функціонування, звичайно допускає не більш одного оптимального режиму. У той же час у сукупності параметрів, що характеризують оптимальний режим (тобто той, що дає найоп-

тимальніше рішення взаємозалежних проблем виробництва продукту й відтворення операційної системи), допускаються деякі варіанти їх, що пристосовують систему до поточних флуктуацій (коливань) зовнішнього і внутрішнього середовища.

У зв'язку з необхідністю нейтралізації поточних флуктуацій середовища, керування режимом допускає забезпечення резерву потужності і наявність організаційної підсистеми, що гарантують оптимальне реагування на флуктуації.

Режим функціонування операційної системи як об'єкт керування є сферою менеджерських проблем, що забезпечують поточне узгодження зовнішніх і внутрішніх чинників дії системи. Це означає, що завдання керування режимом повинні узгоджуватися з перспективними цілями і процедурами керування.

2.8.2 Нормальний режим функціонування

Поняття нормального режиму характеризує збіг або достатню наближеність фактичних і планових параметрів операційної системи, що функціонує в межах її реальної потужності.

Поняття «реальна потужність» у даному випадку допускає, що рівень використання основного процесора забезпечує його поточне функціонування і відтворення без виходу на критичні (руйнівні) параметри.

За життєвим циклом операційної системи (див. рис. 2.9) нормальний режим характерний для II і III етапів. Причому вважається, що даний режим виникає усередині II і завершується усередині III.

Нормальний режим функціонування є більш передбачуваним «об'єктом керування», тому що саме його поняття будується на деяких стабільних мінімально взаємопов'язаних параметрах і показниках.

Саме для нормального режиму найбільшою мірою придатний дуже ощадливий метод керування за відхиленнями. Цей режим дає можливість менеджерів сконцентрувати управлінські ризики на перспективних і стратегічних питаннях операційної системи.

Система, що функціонує в нормальному режимі, забезпечує максимальну в порівнянні з іншим режимом віддачу. Тому згідно з нею варто плавно готуватися до неминучих обмежень і змін внутрішнього і зовнішнього характеру. Менеджер має планувати заміну і відновлення критичних ланок основної технології, знаходити «вільні вікна» у грошових потоках, що можуть забезпечити фінансування цих витрат.

Критерієм оптимальної стабільності режиму операційної системи є рівень використання ресурсів. Цей критерій дає нам характеристику вхідної, вихідної й операційної потужності системи і допомагає судити про наявність резервів і можливість зміни даного режиму. Вхідна потужність характеризує здатність до сприйняття визначеного масиву ресурсів, вихідна — забезпечення визначеної маси (кількості) готової продукції.

Операційна потужність характеризує внутрішню спроможність системи забезпечувати необхідну технологічну переробку ресурсів. Прийнято вважати, що критерій оптимізації режиму системи полягає в достатньому ступені відповідності цих трьох видів потужності.

Управлінські переваги нормального режиму такі:

- 1) можливість підвищення кваліфікації персоналу в силу стабільності виконуваних функцій, зниження витрат;
- 2) підвищення якості продукції;
- 3) можливість раціоналізаторської інновації;
- 4) концентрація менеджменту на окремих актуальних аспектах керування за рахунок зниження рівня контролю стабільних і незмінних аспектів.

Типові проблеми і протиріччя керування системою, що знаходиться в нормальному режимі:

- 1) відсутність внутрішніх стимулів для інновацій;
- 2) можливість нагромадження внутрішніх невідповідностей між параметрами, умовами або аспектами;
- 3) застарівання компонентів операційної системи;
- 4) накопичення *«професійно-технологічної втоми»* всередині операційної системи, тобто перетворення творчих функцій на рутину, стандартну й уніфіковану дію незалежно від реального стану зовнішнього і внутрішнього середовища.

Система, для якої автономність від несприятливих умов середовища перетворилася з засобу на самоціль, починає використовувати всі можливості для ізоляції від екзогенних інновацій. Організаційно дуже важливо створити практичний механізм перегляду і переоцінки критеріїв і умов норм режиму, що повинен бути мінливим. Критерієм нормальності мінливого режиму може служити такий розмитий критерій, як збереження головної технології.

2.8.3 Перехідний режим функціонування

Перехідний режим як управлінська проблема представляє такі значення найважливіших параметрів, що знаходяться на інтервалі між оптимальними і руйнівними засадами (рис. 2.11).

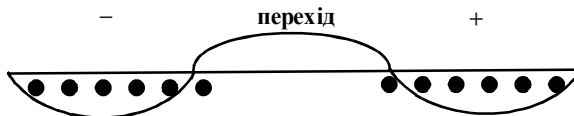


Рис. 2.11 Ілюстрація перехідного режиму

Перехідний режим системи, на відміну від особливих режимів, коливається, тобто границею його виникнення вважається

сукупність параметрів (за нерівноваги може рухатися або у бік оптимізації, або у бік руйнування операційної системи).

Перехідний режим характеризується невідповідністю вхідної потужності системи, а також вимог технологічної дисципліни, якості і структури використовуваних ресурсів, зривами узгодження в просторі і часі основних параметрів і функцій.

Безліч можливих «наслідків» для системи в перехідному режимі включає наступні варіанти (рис. 2.12):

- повернення системи до оптимального рівня;
- перехід системи до нового оптимального режиму;
- руйнування операційної системи (необоротне припинення діяльності).



Рис.2.12 Можливі «наслідки» операційної системи в перехідному режимі

Перехідні режими пов'язані з рядом причин проблемного характеру, які можна розподілити на зовнішні і внутрішні (рис. 2.13).



Рис. 2.13 Класифікація причин перехідного режиму

До зовнішніх належать проблеми ресурсного забезпечення, які пов'язані зі споживачем; до внутрішніх — технологічні збої, пов'язані з поточними помилками персоналу. Організаційно-менеджерські проблеми можуть включати як поточні помилки менеджменту, так і стабільні системні помилки.

Виконавці не роблять системних помилок. Якщо вони з'являються більше ніж один раз, то це помилка керівника. Керівник повинен виявляти, аналізувати і запобігати системних похибок виконавця.

Перехідний режим операційної системи не слід змішувати з режимом модернізації. Головна відмінність режиму модернізації полягає в тому, що єдина його мета — вихід на якісно новий нормальний режим. У випадку, якщо режим модернізації не може бути завершений переходом до якісно вищого нормального стану, цілком допустимо ставити і вирішувати проблему повернення на колишній нормальний рівень.

Перехідний режим операційної системи ставить перед керівником проблему критеріїв та орієнтирів. Щодо керованості режиму в перехідному стані, то більш простим є процес повернення до вихідного стану. Більш складним є процес переходу до нової якості (див. рис. 2.12). Оскільки результат руйнування є найбільш небезпечним, то керівник може полегшити своє завдання, округляючи небезпечні значення у бік збільшення.

Кінцевим завданням керування режимом операційної системи є оптимальне співвідношення поточної і довгострокової ефективності, а безпосереднім — оптимізація поточної ефективності операційної системи. Тут слід зазначити, що оптимальність режиму буде забезпечена, якщо, крім іншого, операційний менеджер схильний до впровадження в операційну систему систем «канбан», «точно вчасно» (JIT), «кайзен». Суть цих систем стисло викладена в додатку до цієї книги.

Питання для самоконтролю

1. Операційна система. Класифікація операційних систем.
2. Охарактеризуйте життєвий цикл операційної системи.
3. Суть узагальненого критерію оптимального проектування операційних систем.
4. Стисло подайте формалізовану модель операційної системи.
5. Як залежить ефект операційної системи від вкладених ресурсів?
6. Перелічіть характерні риси операційних систем.
7. Розкрийте поняття режиму функціонування операційної системи.
8. У чому розходження нормального і перехідного режимів функціонування операційної системи?
9. Які основні причини входження операційної системи в перехідний режим функціонування?

Завдання для самостійної підготовки до практичних занять

Завдання 2.1

1. Пропонується три варіанти проекту операційної системи (див. табл.) з періодом виходу їх у фазу стабільності 3,5 роки.

Завданням операційного менеджера є вибір кращого варіанта операційної системи. Кращим варіантом буде вважатися той, крива життєвого циклу якого буде наближатися до до класичного варіанта (див. рис. 2.9).

2. Операційному менеджеру необхідно орієнтовно визначити кінцевий термін доцільного «вливання» ресурсів у розвиток операційної системи (указати конкретно рік і місяць) за умови, що критерій «ефект – вартість» (K_1 , K_2) не повинний бути меншим за 30% (значення $K_{1\min}$ і $K_{2\min}$ встановлює в технічному завданні на проектування операційної системи замовник).

3. Побудувати графічну залежність ефекту операційної системи від вкладених в її розвиток ресурсів. На графіку вказати локальні цикли (етапи) життєвого циклу операційної системи.

Таблиця 2.4

Вихідні дані до вибору проекту операційної системи

ПРОЕКТИ ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМ					
Проект 1		Проект 2		Проект 3	
<i>E</i> , тис. у. г. о.	<i>C</i> , тис. у. г. о.	<i>E</i> , тис. у. г. о.	<i>C</i> , тис. у. г. о.	<i>E</i> , тис. у. г. о.	<i>C</i> , тис. у. г. о.
7,5	5	6	5	15	5
15	10	7,5	10	25	10
18	20	16	20	35	20
25	30	19	30	35,5	30
48	40	20	40	35,8	40
68	50	25	50	35,9	50
102	60	30	60	36	60
110	70	39	70	53	70
117	80	50	80	74	80
120	90	65	90	90	90
122	100	80	100	110	100
123	110	95	110	117	110
123,5	120	125	120	124	120
124	130	125	130	124,5	130
		126	140	124,8	140
		126,5	150	125,2	150

Позначення:

У. г. о. — умовні грошові одиниці,

E — ефективність функціонування операційної системи,

C — вартість вкладених ресурсів в розвиток операційної системи.



Завдання 2.2

Для вихідних даних, що отримані шляхом прогностичних розрахунків (див. табл. 2.5), операційному менеджеру необхідно оцінити правильність прийнятого рішення на проектування операційної системи, життєвий цикл якої описується кривою, яка представлена на графіку (рис. 2.14).

Таблиця 2.5

Вихідні дані, отримані шляхом прогностичних розрахунків

Показники	Етапи життєвого циклу операційної системи				
	I	II	III	IV	
				A	B
Ефективність функціонування операційної системи, тис. грн.	4,5	10,4	12,0	4,2	8,5
Витрати на використовуємі ресурси для запуску, функціонування та розвитку операційної системи, тис. грн.	4,8	6,3	8,1	7,4	6,5
Показник нелінійності «Альфа»	0,8	1,2	1,08	0,9	0,85
Значення приватного критерію (k_i) для операційної системи:					
- тах бажане (найкраще).....	1,0	1,6	1,4	0,9	1,25
- найгірше.....	0,4	1,0	1,0	0,4	0,9
Рекомендуєме (нормативне) значення функції корисності ($\varepsilon_i(k_i)$)	0,9 – 0,96	1,4 – 1,8	1,35 – 1,4	0,6 – 0,8	1,1 – 1,2

Висновок про прийняте рішення необхідно сформулювати на основі аналізу функції корисності (функції припустимих меж зміни критерію «ефективність – вартість»). (рішення про прийняття для необхідних розрахунків критерію K_1 або K_2 залишається в компетенції операційного менеджера).

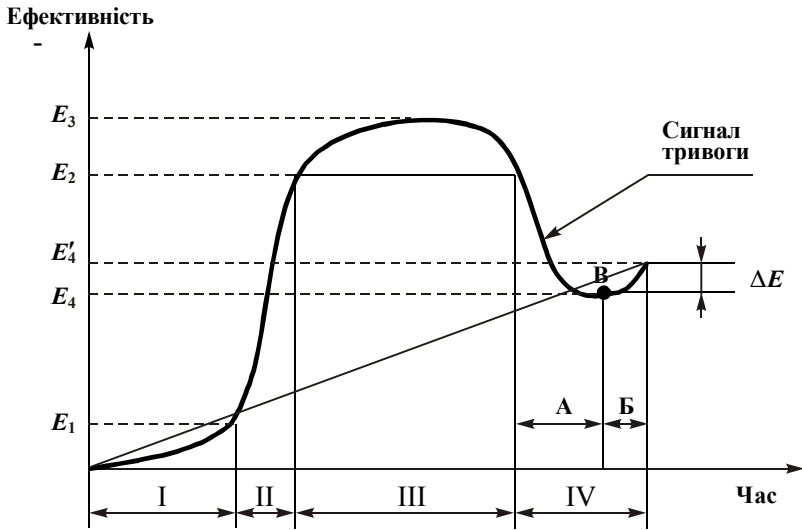


Рис. 2.14 Етапи життєвого циклу операційної системи

Завдання 2.3

Операційному менеджеру потрібно визначити доцільність проектування операційної системи. Попередній розрахунок показав, що за життєвий цикл тривалістю шість років ефективність функціонування системи складе в грошовому вираженні $E = 10\,560\,000$ грн., а вартість проектування, побудови і витрат ресурсів на функціонування за зазначений період складають $C = 9\,850\,000$ грн.

Завдання 2.4

Операційному менеджеру на основі використання функції корисності потрібно визначити доцільність проектування операційної системи. При цьому відомо, що нормативне значення приватного критерію k функції корисності для такого типу систем складає 1,5 з показником лінійності $1/2$. Для проектованого варіанта найкраще і

найгірше значення даного критерію, відповідно, можуть бути рівні:
 $k_{нл} = 1,2$ і $k_{нх} = 0,85$.

Завдання 2.5

Керівництво великої промислової корпорації з метою утримання стійкого положення на ринку вирішило зробити заміну виробничої операційної системи. Для оперативної оцінки прийнятого рішення операційний менеджер одержав наступну інформацію: дані по ефекту (E) операційної системи і вартості використовуваних ресурсів (C) на її експлуатацію ($E = 2\,555\,000$ грн., $C = 2\,346\,000$ грн.). При цьому відомо, що нормативне значення приватного критерію k функції корисності для такого типу систем складає 1,6 з показником лінійності 1/2. Розрахунок поточних граничних значень k для діючої операційної системи дозволив одержати найкраще і найгірше значення даного критерію на даний період часу: вони склали, відповідно, $k_{нл} = 1,2$ і $k_{нх} = 0,85$.

Список літератури

1. *Бойко В. В., Савинов В. М.* Проектирование баз данных информационных систем.— М.: Финансы и статистика, 1989.— 351 с.
2. *Бусленко Н. П.* Моделирование сложных систем.— М.: Наука, 1978.— 400 с.
3. *Дружинин Г. В.* Надежность автоматизированных систем.— М.: Энергия, 1977.— 536 с.
4. *Капур К., Ламберсон Л.* Надежность и проектирование систем.— М.: Наука, 1980.— 604 с.
5. *Коноваленко М. К.* Управление продуктовыми инновациями.— Х.: Бизнес Информ, 1998.— 219 с.
6. *Курочкин А. С.* Операционный менеджмент.— К.: МАУП, 2000.— 144 с.
7. *Нечипоренко В. И.* Структурный анализ систем. Эффективность и надежность.— М.: Советское радио, 1977.— 206 с.
8. *Основи моделювання складних систем / Л.М. Дихненко, В.Ф. Кабаненко, Э.Г. Петров и др.*— К.: Высшая школа., 1981.— 360 с.

9. Петров Э. Г., Пискалова В. П., Бескорвайный В. В. Территориально распределенные системы обслуживания.— К.: Техника, 1992.— 208 с.
10. Продаус А. Н., Захрабова Е. Н. Экспертные системы в медицине.— К.: ТОО «Век +», 1998.— 319 с.
11. Саркисян С. А., Ахундов В. М., Минаев Э. С. Большие технические системы. Анализ и прогноз развития.— М.: Наука, 1977.— 350 с.
12. Фильчаков П. Ф. Справочник по высшей математике.— К.: Наукова думка, 1974.— 743 с.
13. Цвиркун А. Д. Основы синтеза структуры сложных систем.— М.: Наука, 1982.— 200 с.

Тести для контролю знань

1. Що закладено в основу поняття «система»:

- 1) визначена єдність, що полягає в наявності зв'язків між об'єднаними в систему елементами;
- 2) наявність маси елементів;
- 3) здатність до функціонування і розвитку;
- 4) трансформаційний процес з переробки вхідного ресурсу.

2. На теоретико-множинному рівні абстракції поняття «система» можна визначити:

- 1) як склад виконавців і керівників;
- 2) як упорядковану множину елементів, зв'язків із ними і властивостей;
- 3) як сукупність випадкових величин;
- 4) як наявність досліджуваного об'єкта й обмежень, у яких він функціонує.

3. Операційним менеджерам у ході проектування операційної системи доцільно користуватися критеріями типу:

- 1) $K_1 = \max(E/C)$, $K_2 = \max(E - C)$;
- 2) $K_1 = \max E$, $K_2 = \max C$;
- 3) $K_1 = \max E$;
- 4) $K_1 = \max C$.

4. Для операційної системи залежність $E = F(C)$ графічно буде інтерпретуватися:

- 1) кривою за законом Гаусса;
- 2) кривою рівної імовірності;
- 3) S-подібною кривою;
- 4) кривою за законом Вейбула.

5. Ефект функціонування операційної системи в загальному випадку є:

- 1) неубутня функція її вартості;
- 2) максимум отриманого прибутку;
- 3) максимум задоволення потреб замовників;
- 4) оптимальне налаштування на замовлення.

6. В основу класифікації операційних систем покладено:

- 1) характер і тип використовуваного процесу переробки ресурсів;
- 2) конкретні вимоги до одержання продукту;
- 3) тип внутрішнього середовища, характер зв'язків із зовнішнім середовищем, рівень налаштування системи на конкретний вид діяльності;
- 4) характеристику операційного середовища (зовнішнє і внутрішнє), характер і тип використовуваного процесу переробки ресурсів, характер взаємозв'язку із зовнішнім середовищем.

7. З яких підсистем складаються промислові операційні системи:

- 1) керувальної і керованої;
- 2) переробки, забезпечення, планування і контролю;
- 3) прогнозувальної, оцінювальної, реалізації і контролю;
- 4) усіх перерахованих вище.

8. За рівнем невизначеності, що допускається, всі операційні системи умовно розподіляються на:

- 1) стабільні і квазістабільні;
- 2) рівноважні і стійкі;
- 3) тверді і різноманітні;
- 4) правильна відповідь 1) і 2).

9. За структурою операційні системи можна розподілити на:

- 1) форматовані та композитні;
- 2) радіальні, вузлові, змішані;
- 3) одно-, дво-, три-, чотирирівневі;
- 4) деревоподібні, радіально-вузлові, радіальні.

10. Перерахуйте основні підходи до побудови операційних систем:

- 1) організаційний, адміністративний, авторитарний;
- 2) галузевий, функціональний, авторитарний;
- 3) функціональний, галузевий, організаційний;
- 4) галузевий, організаційний, формальний.

11. В основу твердих (однозначних) операційних систем покладено:

- 1) множину ресурсних комбінацій для одержання продукту;
- 2) умову наявності декількох альтернативних комбінацій ресурсів і декількох альтернативних основних технологій;
- 3) масу технологічних рішень, прив'язаних, найвірогідніше, саме до даних ресурсів;
- 4) відповідність між процесами і продуктами.

12. В основу різноманітних операційних систем покладено:

- 1) значне число ресурсних комбінацій для одержання продукту;
- 2) умову наявності декількох альтернативних комбінацій ресурсів і декількох альтернативних основних технологій;
- 3) комплекс технологічних рішень, прив'язаних, як правило, саме до даних ресурсів;
- 4) відповідність між процесами і продуктами.

Розділ 3

МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМ

*Обміркований проект є надійною
запорукою добротно побудованого будинку.
(Авторське)*

Ключові терміни і поняття: проектування, потужність, неформалізовані чинники та формалізовані чинники потужності операційної системи, потенційна потужність, нормативна потужність, розрахункова потужність, максимальна і мінімальна потужність, оптимальна потужність, балансовий метод, метод «вузьких місць», метод виявлення зайвих потужностей, прогнозування потужності, трендове прогнозування, факторний прогноз, виробничі функції, аналіз «критичної точки», «дерево рішень», математичне програмування, чинники розміщення операційної системи, тополого-ресурсні чинники, організаційно-управлінські чинники, фінансові чинники, метод звуження варіативного поля, стратегія операційної системи, тактика операційної системи, інновації, потенціал запасу мінливості, організація робіт, нормування робіт, технологічний стик, методи нормування, типи норм, продукти і процеси, комутанти, нішова фірма.

Термін «проектування» найістотніше передає процес за змістом складання плану чи певного припущення. Відносно операційних систем проектування традиційно передбачає визначення (розрахунок) основних характеристик — потужності, прив'язних параметрів розміщення в заданому географічному районі. Паралельно розглядаються питання формування стратегії і тактики в керуванні операційною системою, інноваційні можливості її розвитку, методи організації і нормування робіт, а також добір, проектування і визначення продукту, що передбачається продукувати у даній операційній системі.

3.1 Потужність операційної системи

3.1.1 Тракткування поняття «потужність»

У процесі проектування операційних систем, так само, як і під час аналізу, вихідним показником є потужність. У загальному значенні під потужністю розуміють максимальний вихід системи за визначений час. Як правило, потужність визначає «фізичну норму» виробітку продукції чи послуг, що виконується за встановлений час, — за тиждень, місяць, рік.

Стосовно операційної системи дефініція «потужність» може трактуватися як «здатність операційної системи до виконання певної кількості операцій за одиницю часу»

$$W_0 = A_0/t_0, \quad (3.1)$$

де A_0 — робота; t_0 — час для її виконання.

В операційному менеджменті щодо потужності існують обмеження й особливі умови, які полягають у наступному.

1. Мінімальний обсяг оцінюваних операцій характеризується як операційний цикл, тобто відносно завершена за

даними результатів послідовність операційних дій і процедур, у рамках якої є сенс характеризувати керовану й оцінювану операційну дію, яка обов'язково включає мінімальну одиницю функціонування ΔA_0 і мінімальний вимір часу Δt_0 , що забезпечують контроль процесу без його логічних чи реальних збоїв. Дана границя завжди існує для менеджера як об'єктивно задана межа дроблення операцій. Аналогічним до поняття «межа дроблення операцій» є фундаментальне економічне поняття «спеціалізація».

Операційний менеджмент припускає необхідний рівень агрегування інформації як чинник її керованості. Отже, будь-яке значення $\Delta A_{0i} < \Delta A_0$ для ΔA_{0i} не сприйматиметься як контрольоване. Тому операційний менеджмент має сферу певних можливих процесів.

За аспектом організації операцій прикладом керування невизначеністю можуть слугувати функції і процедури, приналежні робочому місцю.

Можлива ситуація, коли межа дроблення вичерпується окремою функцією чи доходить до рівня окремих процедур, переданих у рамках загальної функції. Але в будь-якому випадку подальша регламентація і формалізація інформації є шкідливою. У протилежному випадку канали інформації забиваються зайвими сигналами, внаслідок чого потрібні сигнали не доходять до особи, що має приймати рішення.

Ідеологія абсолютної підконтрольності суперечить завданням і функціям операційного менеджменту. Менеджер прагне до оптимальної керованості, що припускає чітку і тверду регламентацію формалізованих процесів на межах контролю потужності ($\Delta A_0, \Delta t_0$) і допущення (або навіть заохочення) непідконтрольних і процесів, що не формалізуються, з тим щоб вони в цілому уклалися в рамки і відповідали меті керування операціями.

Якщо невідконтрольні процеси працюють на операційну систему, допомагають їй зміцнити свої позиції, менеджер може підсилити роль і значення невідконтрольних чинників, поступово «відпускаючи віжки». Якщо ж рух операційної системи істотно не збігається з вектором розвитку середовища, то невідконтрольні процеси можуть призвести до руйнування операційної системи. Отже, необхідні максимальна регламентація й ізоляція від впливів середовища, що спричинюють збої.

2. Метою керування потужністю є декомпозиція (розкладання на складові) загальних цілей операційної системи. Практично це означає, що керування потужністю операційної системи слід ототожнювати з глобальними цілями операційної системи і не перетворювати на самоціль.

Одиницею потужності, використовуваною задля практичного менеджменту, може слугувати операційний цикл як єдність мінімального керованого обсягу операційних дій і процедур і мінімально необхідного часу для їх використання.

3.1.2 Чинники потужності операційної системи

З погляду практичного керування аналіз чинників потужності операційної системи необхідний для:

- їхньої якісної класифікації;
- кількісного оцінювання;
- відбору операційних рішень, що дають можливість оптимізувати потужність операційної системи.

Для практичного керування керівник має оцінювати вплив і роль чинників, що формалізуються і не формалізуються (табл. 3.1). *Неформалізовані чинники* підлягають загальному попередньому аналізу та регулярній ревізії, *формалізовані* є об'єктом безпосередніх кількісних оцінювань.

Таблиця 3.1

**Оцінка формалізованих і не формалізованих чинників
потужності операційної системи**

Перелік чинників	
Стосовно персоналу	Стосовно предметних процесів із додаванням і врахуванням впливу нематеріальних активів
<p>1. Вихідний чинник формування потужності операційної системи: персонал, який має відповідати наявним в даній галузі й у даному типі операційної системи мінімальним кваліфікаційним вимогам. Дана позиція менеджера проявляється в забезпеченні для себе деякої маневровості. Це припускає наявність у працівників визначеного масиву невикористаних знань і навичок. Загальна вимога до керування персоналом операційної системи: чинники неvirразності не повинні знижувати можливість одержання гарантованого результату.</p>	<p>1. Предметні чинники: <i>Устаткування операційної системи</i> — це ті її компоненти, що дозволяють ефективно інтегрувати людські і предметні чинники в процесі формування і використання ресурсів системи. Важливим принципом оцінювання устаткування як чинника потужності є його приналежність до основного капіталу. Принцип розподілу предметних чинників на основні та оборотні, запозичений з інших економічних дисциплін, дає змогу виділити ведучі і складені похідні предметних чинників. Це означає, що потужнісні характеристики групи основного капіталу є вирішальною передумовою потужності системи загалом. Потужність операційної системи за устаткуванням визначає межа її повного масштабу. У загальному випадку вважається, що її верхня межа може переходити оптимальний рівень не менше ніж на 10% і не більше ніж на 30%. <i>Інші предметні чинники.</i> Їхня кількість є функцією чинників устаткування і чинників персоналу. У сфері матеріального виробництва вирішальну роль відіграє устаткування, у сфері послуг — персонал. Це породжує і принципові розходження в порядку формування й оцінювання потужностей операційної системи. Якщо у сфері матеріального виробництва керування операціями починається з мінімально припустимого випуску продукції, то у сфері послуг планування потужності розпочинається з мінімально необхідного персоналу.</p>

Закінчення на наст. стор.

Закінчення табл. 3.1

	<p>2. Чинники потужності операційної системи, обумовлені нематеріальними активами. Вплив конкуренції на операційні рішення є найбільш сильним у цій групі. Тут найбільшою мірою виявляється «оперативне мистецтво керівника». У той же час ця група чинників є джерелом ризиків і невизначеності в керуванні потужністю операційної системи. Тут наочно виявляється «ефект важеля». Неминучість сплати за більш високі результати посиленням невизначеності істотно відрізняє операційний менеджмент від математичної теорії дослідження операцій.</p>
--	--

3.1.3 Види потужності операційної системи

Потужність не є довільною величиною, встановлюваною менеджером навіть за наявності чинника невизначеності. Вона завжди підлягає формалізації, тобто ретельному обчисленню й обґрунтуванню для будь-якої операційної системи стосовно середовища її функціонування. Очевидно, з метою одержання об'єктивних розрахункових даних для очікуваної ефективності операційної системи необхідно розрізнити наступні види потужностей:

- потенційну (проектовану);
- нормативну;
- розрахункову;
- максимальну і мінімальну;
- оптимальну.

Потенційна (проектована) потужність операційної системи — це кількість операцій, які можуть бути виконані за повного виключення чинника невизначеності на всіх рівнях і ланках операційної системи. Іншими словами — це максимум потужності, що може бути досягнута за ідеальних умов середовища.

Нормативна потужність операційної системи — це ви-
мірник максимуму потужності на відібраних компонентах сис-
теми. Як правило, вона завжди нижча чи тотожна потенційній
потужності.

Розрахункова потужність операційної системи — кіль-
кість завершених операцій, що допускаються найменш масш-
табним компонентом операційної системи.

Максимальна потужність операційної системи — по-
тужність, що відповідає найбільшому компонентові. Досягнення
максимальної потужності операційної системи припускає, що ме-
неджер збільшує ресурс інших компонентів до рівня провідного.

*Мінімально припустима потужність операційної сис-
теми* — кількість операцій і процедур, що уможлиблює збері-
гання компонентів і ланок операційної системи в робочому стані,
тобто забезпечує мінімально необхідні інформаційні і ресурсні
потоки між підрозділами і ділянками.

Оптимальна потужність операційної системи — рівень,
що дає змогу використовувати провідну ланку операційної сис-
теми зі збереженням 10–30%-го резерву потужності.

Ефективна потужність — це потужність, яку можна
підтримувати впродовж відносно довгого часу.

Практично ці види потужності операційної системи є сту-
пенями підготовки прийняття і реалізації операційного рішення,
тобто порядок дії керівника відповідає наведеному вище поряд-
ку оцінювань і розрахунків. Метою керівника є оптимізація по-
тужності операційної системи відповідно до середовища її функ-
ціонування.

При оцінках потужності операційної системи користуються
таким простим показником як коефіцієнт використання потуж-
ності (КІП). Він показує долю проектної потужності, яка викори-
стовується фактично:

$$КІП = \frac{W_{oc.ф.}}{W_{oc.п.}}, \quad (3.1 \text{ а})$$

де $W_{oc.ф.}$ — фактична потужність операційної системи на заданий проміжок часу;

$W_{oc.п.}$ — проектна потужність операційної системи.

3.1.4 Методи оптимізації потужності операційної системи

Необхідність оптимізації потужності операційної системи обумовлена двома обставинами:

- система повинна бути досить потужною для вирішення зовнішніх (ринкових) завдань;
- зайві і невикористані потужності зв'язують операційну волю керівника, вимагаючи цілого ряду обов'язкових, але неефективних управлінських процедур.

Завдання оптимізації потужностей операційної системи має враховувати забезпечення компромісу між бажаним, з одного боку (найактивніша і контрольована позиція у зовнішньому середовищі), а, з іншого, — мінімізація внутрішніх витрат і витрат, пов'язаних зі зменшенням змін потужностей і їх обслуговуванням.

У практиці використовуються три методи оптимізації потужності операційних систем.

3.1.4.1 Балансовий метод

Він складається з поетапного виконання трьох процедур:

- складання балансу потужностей операційної системи за поданням результатів аналізу і формалізації продукту чи послуги згідно з кількісною і якісною оцінкою їх;
- обчислення необхідних потужностей для одержання цього продукту;

- співставлення отриманих значень потужності з реально наявними можливостями. Отримане в результаті значення дефіциту чи надлишку є підставою для прийняття операційного рішення.

Виходячи з наявної кількості надлишку чи дефіциту потужності операційної системи, одержуємо величину необхідної корекції продукту.

3.1.4.2 Метод вузьких місць

В його основі лежать дві процедури:

- визначення найменш потужної ланки операційної системи і планування механізмів її розширення до наступних за рівнем потужності ланок;
- послідовне вирішення цього ж завдання аж до виходу всіх ланок до рівня найпотужніших.

Менеджер може зупинитися на будь-якому проміжному рівні, якщо цього вимагатимуть обмежені ресурси або збереження додаткових резервів потужності.

3.1.4.3 Метод виявлення зайвих потужностей

Метод виявлення зайвих потужностей за змістом є протилежним методу вузьких місць. У даному випадку аналіз потужності операційної системи будуватиметься від фінішної технології і до рівня попередньої технології. Усі ланки, де наявні надлишки потужностей, у порівнянні з фінішною, скорочуються до оптимальних меж.

Хоча процедура керування потужностями операційної системи є простою, кінцевий результат (оптимізація) може бути отриманий за адекватного і коректного опису в моделюванні продукту. Багатозначність і складність моделі продукту вимагає зважених рішень у питанні про потужності, особливо в сфері послуг.

3.1.5 Методи прогнозування необхідної потужності операційної системи

Визначення необхідної потужності операційної системи практично завжди базується на майбутньому попиті, що прогнозується з достатнім ступенем точності. Очевидно, чим точніше прогноз попиту, тим достовірніше буде визначена і необхідна потужність на заданий період часу.

У практиці операційні менеджери для прогнозування потрібних показників функціонування операційних систем досить широко використовують:

- трендове проектування;
- факторний прогноз;
- виробничі функції;
- аналіз «критичної точки»;
- принцип побудови «дерева рішень»;
- методи математичного програмування.

Трендове проектування базується на основі минулих тимчасових серій, тобто дає змогу визначити лінію тренда за серією минулих даних і потім спроєктувати лінію на майбутнє для середньо- і довгострокових прогнозів.

Модель трендового прогнозу в загальному вигляді може бути записана в такий спосіб:

$$y(x) = F[a(x), l(x), e(x)], \quad (3.2)$$

де $a(x)$ — функція тренда;

$l(x)$ — річна (хвильова) компонента;

$e(x)$ — випадкова складова.

Звичайно $e(t)$ виключається методом ковзкої середньої, після чого прогноз коригується на річний компонент.

У практиці прогнозування показників функціонування операційних систем використовується велика кількість трендових функцій. Наведемо приклади тих з них, що відзнайшли найбільш широке застосування (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Перелік найбільш розповсюджених трендових функцій

Найбільш часте використання в прогностичній екстраполяції наступних функцій (моделей) прогнозу:	
Модель прогнозування	
1. $Y = A + Y^*x$	9. $Y = -A^*x^B$
2. $Y = 1/(A + Y^*x)$	10. $Y = A + Y^*\ln(x)$
3. $Y = A + Y/x$	11. $Y = A + Y^*\lg(x)$
4. $Y = x/(A + Y^*x)$	12. $Y = A/(Y + x)$
5. $Y = A^*B^x$	13. $Y = A^*x/(Y + x)$
6. $Y = A^*\exp(Y^*x)$	14. $Y = A^*\exp(Y/x)$
7. $Y = 10^{(Y^*x)}$	15. $Y = A^*10^{(Y/x)}$
8. $Y = 1/(A + Y^*\exp(-x))$	16. $Y = A + Y^*(x)$

Через простоту прогнозування як особливо точний статистичний метод операційні менеджери широко використовують пряму функцію тренда — лінійний тренд. Причому для визначення параметрів тренда використовують метод найменших квадратів на основі мінімізації суми квадратів відхилень

$$\sum [y(x) - a(x)]^2 \rightarrow \min \quad (3.3)$$

або нормативної суми квадратів відхилень

$$\sum \left[\frac{y(x) - a(x)}{y(x)} \right]^2 \rightarrow \min . \quad (3.4)$$

Цей метод дає можливість одержати пряму лінію, що саме і мінімізує суму квадратів вертикальних відмінностей між лінією і кожним поточним значенням спостережень. Отримана в такий спосіб пряма лінія описується її *y-значеннями* (висотою, що

відтинається нею на вертикальній осі) і її нахилом (лінійним кутом). За умови можливості розрахунку *y*-значення і нахилу лінія тренда і буде описуватися прямою функцією:

$$y = a + bx, \quad (3.5)$$

де *y* — розрахункове значення прогнозованої перемінної;
a — відрізок, що відтинається прямою на осі *y*;
b — нахил лінії регресії (коефіцієнт зміни значення *y* стосовно зміни значення *x*);
x — незалежна перемінна.

Одержавши рівняння лінії регресії, можна визначити значення *a* і *b*. Нахил лінії регресії знаходимо за відомою формулою

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2}, \quad (3.6)$$

де *n* — кількість точок даних спостережень;
 \bar{x} — середнє значення незалежної перемінної *x*;
 \bar{y} — середнє значення залежної перемінної *y*.

Відрізок *a*, що відтинається на осі *y*, розраховується як

$$a = \bar{y} - b\bar{x}. \quad (3.7)$$

Крім трендових моделей, у прогнозуванні операційні менеджери досить широко використовують методи факторного прогнозу.

Методи факторного прогнозу засновані на виявленні причинно-наслідкового зв'язку між прогнозованими величинами і чинниками, що визначають їхній рівень. Наявність такого зв'язку встановлюється в результаті теоретичного і фактичного аналізу реальних процесів поза моделлю. А тому і прогнозні моделі будуються на основі припущень і закономірностей, виявлених у результаті того ж аналізу.

Ефективність застосування процедур прогнозування потужності операційної системи за допомогою трендових моделей зростає у разі одночасного використання факторних моделей, що уможлиблює проведення аналізу впливу на прогнозовані параметри (попит, потужність).

У практиці прогнозувань потужності операційних систем знаходять застосування і *виробничі функції*. На відміну від факторних моделей у моделях на основі виробничих функцій в якості незалежної перемінної виступає показник, що відбиває результат виробництва (потужність), а аргументом є чинники, що обумовили цей результат.

Якщо, приміром, операційні системи розглядати як галузь, що видає особливого роду продукцію – послуги, тоді з повною підставою можна використовувати теорію виробничих функцій для прогнозування не тільки їхньої потужності, але й інших показників діяльності.

Найпростішим прикладом виробничої функції є лінійна функція типу

$$y = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2, \quad (3.8)$$
$$\beta_1, \beta_2 > 0.$$

Математичний апарат виробничих функцій останнім часом дуже складнюється; у наявності недостатнє опрацювання їхніх економічних інтерпретацій. У зв'язку з цим низька вірогідність результатів прогнозу стримує їхнє використання на практиці, хоча і є приклади успішного прогнозування показників господарської діяльності в матеріально-технічному постачанні. Наприклад, модель виробничих відносин типу

$$y = F(K, L), \quad (3.9)$$

де y — валовий випуск або дохід;
 K — вартість основних фондів;
 L — обсяг витрат трудових ресурсів.

Якщо в якості $y(t)$ узяти суму реалізованої продукції за час t , тоді $K(t)$ складе обсяг основних фондів, а $L(t)$ — витрати трудових ресурсів на реалізацію поставленої мети. При цьому, всі показники — $(y(t), K(t), L(t))$ — мають стабільну статистику і, природньо, сприяють використанню для прогнозування виробничої функції.

Аналіз критичної точки. Об'єктом аналізу є наявність такої точки, де витрати дорівнюють доходу. Вона є критичною точкою, а її аналіз вимагає оцінювання постійних витрат, перемінних витрат і доходу.

Існує два графічних підходи до аналізу критичної точки: визначення всіх постійних витрат і підсумовування їх; обчислення загальних витрат для малого поточного періоду і потім для відповідних обсягів випуску. Як у першому, так і в другому випадках досліджувані параметри апроксимуються лінією регресії. Там, де лінія загальних витрат перетинає вертикальну вісь, знаходиться апроксимоване значення постійних витрат (рис. 3.1, точка А).

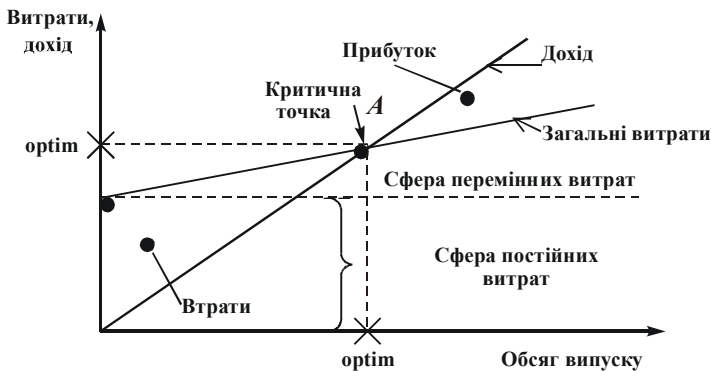


Рис. 3.1 Графічна інтерпретація аналізу критичної точки

Ціль аналізу критичної точки — допомога в процесі встановлення обсягів випуску (потужності) з найменшими загальними

витратами. Крім того, вона у ході аналізу вказує на сферу найбільшого прибутку, що відповідає оптимізаційному завданню вибору оптимальної потужності операційної системи з метою одержання того ж максимального прибутку. Таке пряме визначення в двох напрямках може зробити процес прогнозування потужності операційної системи досить успішним. Так, наприклад, ухвалення рішення про потужності може бути здійснене через використання аналізу критичної точки (рис. 3.2). Коли прогноз випуску нижчий за фактичний обсяг, операційна система може використовувати невідповідний до реалії процес. Очевидно, чим будуть вищі витрати на одиницю продукції (послуг), тим більше операційна система оперуватиме невідповідними процесами (наприклад, в точці X у порівнянні з точками Y і Z).

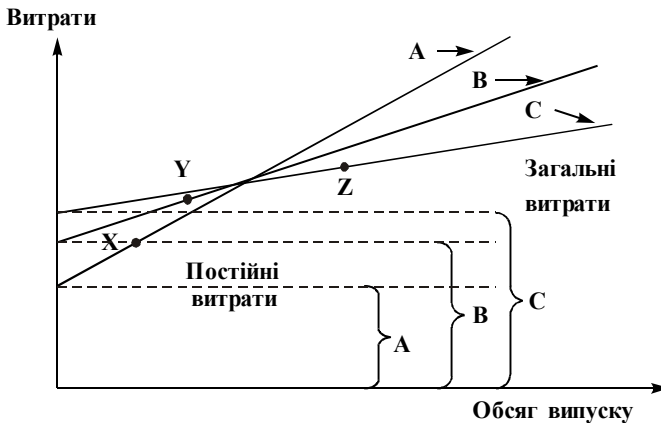


Рис. 3.2 Карти перетинань до аналізу критичної точки:
 A — для низького обсягу випуску за високої варіації товару;
 C — для великого обсягу випуску за відносної стабільності товару;
 B — у разі варіації між A и C

Однак ухвалити рішення про зміну потужності операційної системи під час процесу виробництва важко. Але цю інформацію можна використовувати на наступний прогнозний період.

Дерево рішень стосовно проблеми вибору (прогнозу) потужності операційної системи вимагає набору варіантів «дійсного стану» на ринку. У даному випадку для ситуації планування (прогнозування) його потужності — це або майбутній попит, або сприятливий ринок. Тому для прийнятих (або спрогнозованих аналітичним відділом, службою маркетингу) значень імовірностей варіантів «дійсних станів» операційний менеджер може прийняти рішення, що вкаже на можливо сприятливе для конкретної операційної системи значення потужності.

Методи математичного програмування дуже часто використовуються операційними менеджерами у вирішенні завдань оптимізації і прогнозування потужності операційних систем за відомих показників обмежень.

3.2 Розміщення операційної системи

3.2.1 Чинники розміщення операційної системи

Уперше проблему вибору місця розташування підприємства (далі виробничої операційної системи) за допомогою моделювання запропонував німецький вчений і підприємець А. Вебер у 1909 році. При вирішенні цієї проблеми Вебер виходив з наступних посилок:

а) територія однорідна, тобто для усіх можливих місць розміщення підприємства діють рівні умови;

б) істотним моментом для ухвалення рішення є винятково витрати на транспортування продукції, що виробляється на підприємстві;

в) транспортні витрати строго пропорційні відстані переміщення продукції.

Математична інтерпретація проблеми розміщення виробничої операційної системи на той час була поставлена наступним

чином. Були задані n пунктів реалізації або закупівель P_i з координатами (x_i, y_i) . Віддалення цих пунктів (P_i) від шуканого місцеположення S з координатами (x, y) складає r_i . При цьому задані об'єм α_i транспортуємих між S і P_i вантажів і постійні транспортні витрати c на одиницю відстані і на одиницю об'єму вантажу. Необхідно знайти місцеположення $S(x, y)$, при якому транспортні витрати були б мінімальними:

$$C = c \sum_{i=1}^n \alpha_i r_i \rightarrow \min. \quad (3.9 \text{ а})$$

Відповідна відстань r_i в місці перетину координат (x_i, y_i) за теоремою Піфагора складе:

$$r_i = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2}. \quad (3.9 \text{ б})$$

Звідси можна виразити транспортні витрати як функцію координат (x, y) місцеположення S :

$$C(x, y) = c \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2}. \quad (3.9 \text{ в})$$

Звісно ці витрати повинні бути мінімізовані.

Рішення цієї задачі, тобто визначення координат (x_i, y_i) місцеположення S виробничої операційної системи здійснюється за допомогою обчислення частинних похідних. Тут потрібно вказати, що оптимум функції $C(x_i, y_i)$ можна визначити лише приблизно. І це пояснюється тим, що в цільовій функції по Веберу враховується тільки один фактор — транспортні витрати.

Як бачимо при постановці завдання проектування операційної системи в якості умовно незалежної структури використовується спершу модель топологічної оптимізації. Її вхідні параметри розглядаються як «умовно незалежні» від чисельності вихідних параметрів, приміром, кількості продукції, що

випускається, виду «надаваних» послуг тощо. Коректність прийнятих допущень впливає з їхнього тимчасового характеру, тому що в процесі ітераційної реалізації всієї маси моделей припущення замінюються обумовлено-явними обмеженнями.

У процесі топологічної оптимізації вирішуються питання, пов'язані з чинниками:

- а) зовнішнього і внутрішнього середовища функціонування операційної системи (тополого-ресурсні);
- б) організаційно-управлінського плану;
- в) фінансового характеру.

3.2.1.1 Тополого-ресурсні чинники

Однією з основних передумов проблеми розміщення операційної системи є *локалізація ресурсів*. Дане завдання може бути описане наступними групами чинників, прийнятих залежно від суті обмежень, що накладаються на систему.

1. *Функціонування операційної системи припускає її оптимальне наближення до точок концентрації найважливіших ресурсів*. В ідеалі система повинна знаходитися в тій точці простору, де сумарна відстань до ресурсів є мінімальною. У цьому випадку проблема може розглядатися як окремий випадок транспортної проблеми. Граничними умовами оптимальної системи виступають питомі витрати, пов'язані з підготовкою і доставкою кожного виду ресурсів. Дане обмеження, по суті, є своєрідним оптимізаційним вирішенням питання вибору відстані між точкою дислокації операційної системи і місцем перебування ресурсів. Тому важливим моментом для операційного менеджера є врахування функції, що визначає відстань.

У геометричному розумінні *відстань* є предметною функцією, визначеною для будь-яких двох точок x і y в просторі R^n з такими трьома властивостями:



- а) $L(x, y) = 0, L(x, y) > 0, x \neq y;$
б) $L(x, y) = L(x, y);$ (3.10)
в) $L(x, y) = L(x, y) + L(x, z).$

Як бачимо, третя властивість є узагальненням відомої нерівності трикутника. Тому прикладом функції, що визначає відстань, є

$$L(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} = \sqrt{\langle X - Y, X - Y \rangle}, \quad (3.11)$$

де $\langle X - Y, X - Y \rangle$ — середнє від випадкової величини;

$$X = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)^T;$$

$$Y = (y_1, y_2, y_3, \dots, y_n)^T.$$

Тут індекс « T » позначає транспонування.

Представлена функція (3.11) визначає евклідову відстань між двома точками X та Y у просторі R^n .

Аналітична геометрія і математика надають й інші можливості для використання функцій $L(x, y)$. Так, в якості інших прикладів пошуку відстані наведемо такі функції:

$$L(X, Y) = \sum_{i=1}^n (x_i - y_i) \quad (3.12)$$

і

$$L(X, Y) = \max_{1 \leq i \leq n} |x_i - y_i|. \quad (3.13)$$

Варто вказати на широке застосування відстані, яка визначається функцією

$$L(X, Y) = \langle X - Y, M(X - Y) \rangle > \frac{1}{2}, \quad (3.14)$$

де M — позитивно визначена симетрична $(n + n)$ -матриця.

На рис. 3.3 позначені точки в просторі R^2 , які розташовані на рівних відстанях від початку для $L(x, y)$, заданих відповідно рівняннями (3.11)–(3.14).

Додатково до вирішення проблем загального менеджменту розглянемо найпростіший приклад визначення відстані для завдань оптимізації: нехай операційна система повинна «обслуговувати» n складів споживачів i -го сегмента ринку. За умови доставки продукції на склад (в магазин) по прямій відстань буде визначена (а в деяких випадках оптимізована) за відповідним рівнянням (3.11). У цьому випадку прямою відстанню до операційної системи є окружність, показана на рис. 3.3а.

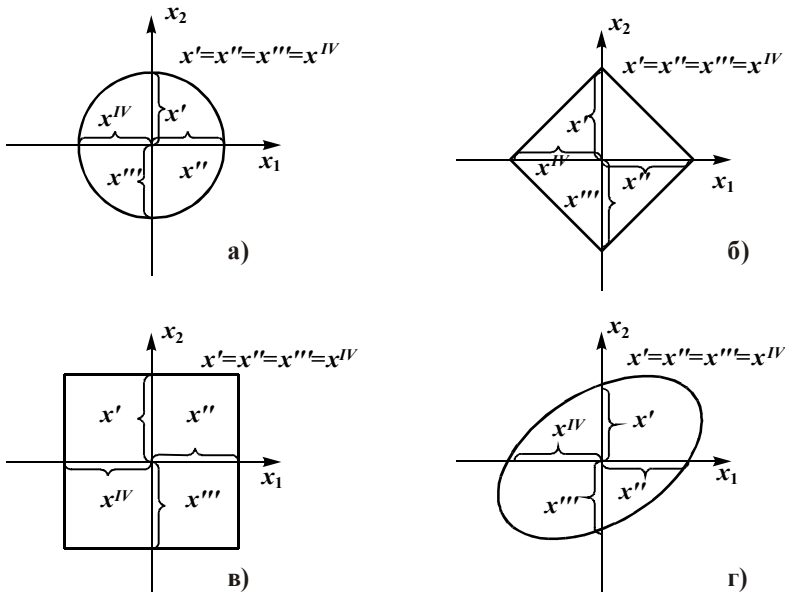


Рис. 3.3 Графіки розташування точок, рівновіддалених від початку, що відповідають чотирьом по-різному визначеним відстаням

В іншому випадку, якщо продукція транспортується уздовж доріг, що утворюють прямокутну сітку, треба буде використовувати рівняння (3.12), а точки, що знаходяться на рівних відстанях від операційної системи, розташуються, як показано на рис. 3.3б.

Аналогічно розглядаються приклади визначення відстаней і для випадків, представлених на рис. 3.3 в, г.

2. Оскільки операційна система певним чином організовує свої функції в часі, то у процесі вирішення питань оптимізації враховується й інший чинник: *усі ресурси повинні бути доставлені на вхід операційної системи у визначеному часовому інтервалі*:

$$t_1 < t_x < t_2.$$

Початок функціонування операційної системи визначається моментом найбільш пізньої доставки ресурсу. Тому одним з методів вирішення завдання розміщення є метод мінімального запізнення, тобто вибір такої точки розміщення операційної системи, для якої найбільш повільна (проблемна) доставка ресурсу буде гарантована у заданий інтервал.

Вирішення оптимізаційного завдання, описаного другим обмеженням, можна розглядати на прикладі пошуку точки, що знаходиться на найкоротшій відстані від заданих трьох точок — трьох видів ресурсів, один із яких є «проблемним» у плані транспортування. Узагальнюючи це завдання, розглянемо пошук точки O (точка розташування операційної системи) у просторі R^n , що знаходиться на найкоротшій загальній «відстані» від заданої безлічі N точок K_1, K_2, \dots, K_N простору R^n . Узагальнивши відповідним чином поняття відстані, сформулюємо наше завдання розміщення операційної системи.

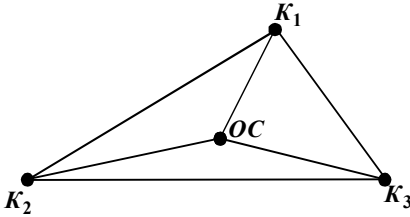


Рис. 3.4 Геометрична інтерпретація задачі Ферма

Розглянемо відомий дво-
мірний випадок задачі з $n = 2$
і $N = 3$. За даних умов
відстань за умови $t_1 < t_x < t_2$,
 $t_2 < t_x < t_3$ буде визначатися
звичайною евклідовою дов-
жиною. Такого роду пошук
зазначеної точки в площині,
загальна відстань якої від

трьох точок у тій же площині є мінімальною, був запропонований ще в XVII столітті французьким математиком Ферма італійському фізику Торрічеллі при використанні геометричних похідних (рис. 3.4). У той же час цим простим завданням ілюструється і поняття *подвійності* рішення, пов'язаного з прямим (тобто вихідним) варіантом.

Зв'язок між прямим і двоїтим рішенням представляє для операційних менеджерів великий інтерес, особливо при розв'язанні завдань програмування як лінійного, так і нелінійного плану. Тому дуже важливо розглядати цей окремий випадок (див. рис. 3.4) прямого рішення.

Позначимо координати K_1, K_2, K_3 заданих точок через (x_i, y_i) , де $i = 1, 2, 3$.

Координати обчислюваної точки OC (розташування операційної системи) позначимо через (x, y) . Сума відстаней від OC до K_i ($i = 1, 2, 3$) визначиться як цільова функція мінімізації, що задовольняє умову $t_1 < t_x < t_2$, $t_2 < t_x < t_3$:

$$\Phi(x, y) = \sum_{i=1}^3 L_i(x, y), \quad (3.15)$$

$$\text{де } L_i(x, y) = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2}. \quad (3.16)$$

У цьому випадку, якщо OC не збігається з жодною з заданих точок K_1, K_2, K_3 (у протилежному випадку одна з відстаней L_i у рівнянні (3.17) перейшла б у нуль), коефіцієнти обчислювальної точки повинні відповідати рівнянням:

$$\left. \begin{aligned} O &= \frac{\partial \Phi}{\partial x} = \sum_{i=1}^3 \frac{x - x_i}{L_i} \\ O &= \frac{\partial \Phi}{\partial y} = \sum_{i=1}^3 \frac{y - y_i}{L_i} \end{aligned} \right\} \quad (3.17)$$

Систему рівнянь (3.17) приведемо до вигляду

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^2 \frac{x - x_i}{L_i} &= -\frac{x - x_3}{L_3}, \\ \sum_{i=1}^2 \frac{y - y_i}{L_i} &= -\frac{y - y_3}{L_3}. \end{aligned} \right\} \quad (3.18)$$

Оскільки $(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2 = L_i^2$, то система рівнянь може бути подана як

$$\frac{(x - x_1)(x - x_2) + (y - y_1)(y - y_2)}{L_1 \cdot L_2} = -\frac{1}{2}. \quad (3.19)$$

Через те, що чисельник лівої частини рівняння (3.19) є скалярним добутком вектора $OC \cdot K_1$ і $OC \cdot K_2$, то

$$\cos \angle K_1 \cdot OC \cdot K_2 = -\frac{1}{2},$$

де $\angle K_1 \cdot OC \cdot K_2$ є кут у точці OC , утворений трикутником K_1OCK_2 і дорівнює 120° . Використовуючи властивості симетрії, одержимо

$$\angle K_1 \cdot OC \cdot K_2 = \angle K_2 \cdot OC \cdot K_3 = 120^\circ.$$

На перший погляд здається, що таке розуміння вимагає, щоб прями, що з'єднують обчислювальну точку з заданими, утворюва-

ли кути в 120° . Однак цю точку не завжди можна знайти. Так, це відбувається, коли один з кутів трикутника, утвореного заданими точками, більший за 120° (у цьому випадку OC збігається з однією з заданих точок). Можна також припустити, що задані три точки розташовані так, що існує точка OC як така, коли прямі, що з'єднують її з заданими точками, утворюють кути в 120° . Знайдена при цьому точка розміщення операційної системи є не тільки взагалі стаціонарною, а це дійсно *оптимальна* точка.

Даний приклад з геометричним тлумаченням є лише одним з методів визначення оптимальної точки розміщення операційної системи в топологічному розумінні залежно від перебування «проблемних» ресурсів. Крім того, вирішення даної проблеми може бути доповнено і вибором частини відстані, на якій вигідне використання для доставки «проблемного» ресурсу автомобільним транспортом і частини відстані — для використання іншого, приміром, залізниці. Розглянемо також постановку завдання, користуючися геометричними поданнями П.Ф. Фільчакова.

Нехай дві залізничні станції A та B розташовані на ℓ км одна від одної. У точку M «проблемний» ресурс для операційної системи можна доставити зі станції A або по прямій (відрізок AM) автотранспортом або залізницею до станції B , а звідти автотрасою (рис. 3.5). При цьому залізничний тариф (ціна перевезення 1 т на 1 км) складає m грн., завантаження-розвантаження обходиться в k грн. (за 1 т) і тариф автотранспорту — n грн. ($n > m$). Операційному менеджеру потрібно визначити «зону впливу» залізничної станції B , тобто ту, в яку дешевше доставляти ресурс зі станції A змішаним способом: залізницею і потім автошляхами.

Вирішення можна представити у такий спосіб. Вартість доставки 1 т сировини по шляху AM складає

$$CAM = r_a \cdot n, \quad (3.20)$$

де $r_a = AM$.

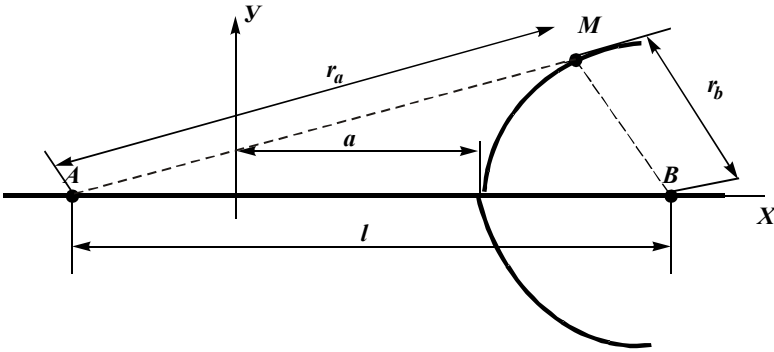


Рис. 3.5 Ілюстрація до вирішення завдань вибору відстані транспортування ресурсів різними видами транспорту

По шляху ABM вартість доставки

$$C_{ABM} = \ell \cdot m + k + r_b \cdot n. \quad (3.21)$$

Одержавши рівняння (3.20) і (3.21), необхідно вирішити подвійну нерівність

$$r_a \cdot n >, < \ell \cdot m + k + r_b \cdot n \quad (3.22)$$

і визначити, як розподіляться точки на площині (x, y) , у які дешевше доставляти ресурс першим чи другим шляхом.

Для рішення (3.22) знайдемо рівняння лінії, що утворить границю між цими двома зонами (геометричне місце точок, для яких обидва шляхи «рівновигідні»):

$$r_a \cdot n = \ell \cdot m + k + r_b \cdot n. \quad (3.23)$$

Звідси маємо, що

$$r_a - r_b = \frac{\ell \cdot m + k}{n} = const. \quad (3.24)$$

Очевидно, лінією розподілу є гіпербола (див. рис. 3.5). Для всіх зовнішніх точок цієї гіперболи більш вигідний перший варіант, а для внутрішніх — другий. Тому гіпербола й окреслить «зону впливу» станції *B*. Друга частина гіперболи окреслить «зону впливу» станції *A* (ресурс доставляється зі станції *B*). Знайдемо параметри нашої гіперболи. Її велика вісь

$$2a = \frac{\ell \cdot m + k}{n}, \quad (3.25)$$

а відстань між фокусами (якими є станції *A* та *B*) у даному випадку $2z = \ell$. Таким чином умова можливості рішень, обумовлена співвідношенням $a < z$, буде

$$\ell > \frac{k}{n - m}, \quad n > m. \quad (3.26)$$

Третім етапом оптимізації другого обмеження $t_1 < t_x < t_2$, $t_2 < t_x < t_3$ є визначення терміну доставки ресурсу різними видами транспорту (у даному випадку — автомобільним і залізничним). Для розрахунку терміну доставки вантажу застосовуються формули табл. 3.3.

У формулах табл. 3.3 використовуються наступні символи:

$t_{н.к.}$ — час на початково-кінцеві операції, доба (година);

L — відстань перевезення, км (миля);

$V_{зн}, V_{рн}$ — норма пробігу залізничного вагона або судна за добу, км (миля);

$t_{з.дод}, t_{р.дод}$ — час на додаткові операції на залізничному і річковому транспорті, доба;

$V_{ком}$ — комерційна швидкість, миля/доба;

T_v — час на нагромадження, формування і відправлення вантажів, доба;

$\bar{V}_{ек}$ — середня експлуатаційна швидкість, км/год.

Таблиця 3.3

Формули для розрахунку терміну доставки вантажу

Тип транспорту	Розрахункова формула
Залізничний	$t_3 = t_{н.к.} + L/V_{3н} + t_{3.доод}$
Морський	$t_M = L/V_{ком}$
Річковий	$t_p = T_в + L/V_{рн} + t_{p.доод}$
Автомобільний	$t_a = t_{н.к.} + L/V_{ек}$

3. Третя група обмежень позв'язана з оптимізацією складу (структури) або стану ресурсів. Дане оптимізоване завдання — покровока оптимізація ресурсів — може бути сформульована так.

Нехай система (що має ресурси) описується масою перемінних станів $x \equiv (x_1, x_2, \dots, x_n)$, що утворюють послідовність $x^0, x^1, x^2, \dots, x^n$ так, що кожна зміна стану подається рівняннями стану (у цьому випадку кінцево-різницевами)

$$x_i^{k+1} = f_i(x_1^k, x_2^k, \dots, x_n^k; u_1^{k+1}, u_2^{k+1}, \dots, u_r^{k+1}) \quad (3.27)$$

$$(i = 1, 2, \dots, n)$$

або

$$x^{k+1} = f(x^k, u^{k+1}),$$

де керувальна перемінна $u^{k+1} \equiv \{u_1^{k+1}, u_2^{k+1}, \dots, u_r^{k+1}\}$ визначає послідовність рішень (стратегій), що змінюють k -ву систему станів на $(k+1)$.

За умови завдання початкового стану x^0 завдання буде полягати в наявності оптимальної стратегії $u^1, u^2 \dots u^N$, що мінімізує даний критерій

$$x_0^N = \sum_{k=0}^{N-1} f_0(x^k, u^{k+1}) + h(x^N) = x_0^N(x^0), \quad (3.28)$$

де $N = 1, 2 \dots$ — кількість розглянутих кроків (динамічне програмування). Як і у випадку неперервних завдань оптимального керування, початкові і кінцеві стани можуть бути або заданими, або незаданими.

Принцип оптимальності Беллмана трактує: якщо u^1, u^2, \dots, u^N — деяка оптимальна стратегія для послідовності станів $x^0, x^1, x^2, \dots, x^n$ у певному рішенні динамічного програмування з початковим станом x^0 , то $u^2, u^3 \dots u^N$ є оптимальною стратегією для саме тих критерію-функції і кінцевого стану x , але з початковим станом x^1 . За позначення $\min x_0^N(X)$ через $S^N(X)$ принцип оптимального вибору структури (стану) ресурсів виразиться рекурентним співвідношенням (рівнянням із приватними кінцевими різницями, описаними Г. Корн і Т. Корн):

$$\left. \begin{aligned} S^N(X) &= \min_{u^1} \left\{ f_0(X, u^1) + S^{N-1} \left| f(X^1, u) \right| \right\}, \quad N = 2, 3, \dots, \\ S^1(X) &= \min_{u^1} f_0(X, u^1), \end{aligned} \right\} \quad (3.29)$$

де мінімум достатнього стану ресурсу визначається відповідно до заданих обмежень на продукт чи технологію.

Чисельне рішення цього функціонального рівняння з невідомими функціями $S^N(X)$ полягає у покроковій конструкції класу оптимальних стратегій для певного класу початкових станів. Очікувана оптимальна стратегія «занурена» у цей клас.

Ряд прикладів рішень такого класу розглядається у відповідних розділах математики, описаних багатьма авторами, у тому числі Г. Корн і Т. Корн.

4. Четверта група обмежень при вирішенні завдань оптимізації — це обмеження, пов'язані зі споживачем. Точка розміщення системи повинна забезпечувати мінімальні чи оптимальні витрати на доставку продукції споживачеві. Якщо

ж проблема споживача вирішується як багатокритеріальна, то проблема розміщення вирішується за принципом оптимізації витрат доставки до споживача.

Фундаментальна економіко-математична модель вирішення завдань раціонального розміщення об'єктів оптимізації має вигляд

$$B = \min \sum_{i=1}^N (Bmp_{ik} + Vxp_i). \quad (3.30)$$

Річ у в тім, що слід знайти таке місце для розміщення операційної системи, яке б дало змогу мінімізувати витрати на транспортування продукції, що виготовляється, Bmp_{ik} і на збереження останньої в потребованих обсягах Vxp_i , а, отже, і мінімізувати функцію (3.30) заздалегідь відомих обмежень, що являють собою умови оптимального розміщення.

Для оцінювання альтернативних варіантів на базі використання сучасних обчислювальних засобів розроблено алгоритм оптимізації цільової функції (3.30), в основу якого покладена ідея алгоритму «київський віник». Дії за ним складаються у формулюванні правил послідовного звуження маси конкурентноздатних варіантів. Він є багатокроковим процесом, на кожному кроці якого відкидається певне число варіантів Ω_j , що не відповідають критерію оптимальності.

Даний алгоритм є більш раціональним, ніж універсальні методи повного перебору, динамічного програмування, випадкового пошуку тощо.

Отже, сформулюємо умови пошуку вибору раціонального розміщення операційної системи в просторі як завдання оптимального керування. Нехай $p(u_i, \Delta) \in P$ — вектор фазових координат, під яким мається на увазі безперебійність постачання продукцією споживачів з множини Δ ; $r(\Delta, u_i) \in R$ — вектор керування, що полягає у виборі відповідного раціонального плану розміщення операційної системи.

Процес керування обумовлений деякими початковими (P^0, ε^0) і кінцевими (P^T, ε^T) умовами:

$$\begin{aligned} P^0(u_i, \Delta) &\in \varepsilon^0; \\ P^T(u_i, \Delta) &\in \varepsilon^T. \end{aligned} \quad (3.31)$$

Задані крайні обмеження характеризують стан системи безперебійного постачання споживача в заданому часовому інтервалі. Оптимальне розміщення операційної системи буде отримано у разі виконання умови

$$B = B [p(u_i, \Delta), r(\Delta, u_i)] \rightarrow \min. \quad (3.32)$$

Розглянемо алгоритм оптимізації цільової функції (3.30) за обмежень (3.31) по окремих кроках.

Для наочності представимо алгоритм у вигляді схеми рис. 3.6. На осі абсцис Ω відкладаються значення обсягу постачань (потреба) u_i , а на осі ординат Δ_k — значення витрат на транспортування і збереження, що відповідають операційним системам, розташованим у k -их точках. Відстань між точками в площинах, що перетинають вісь абсцис, відповідає значенням загальних витрат.

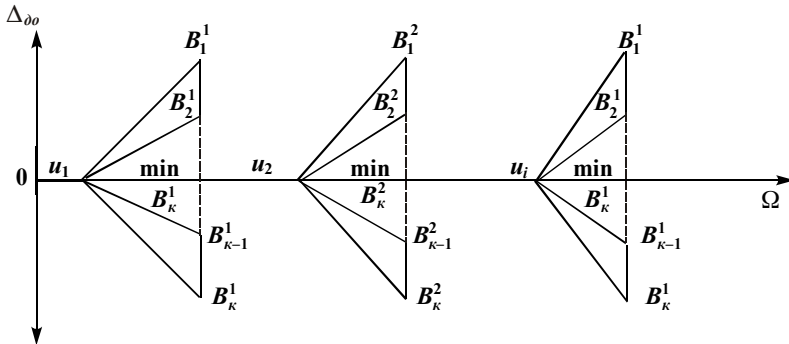


Рис. 3.6 Схема алгоритму з усіканням розглянутих варіантів після однієї ітерації

По осі Δ відбуваються кроки під номером i і визначається місце розташування операційної системи в регіоні, якому відповідає мінімум витрат.

На першому кроці відшукується місце розташування операційної системи, що забезпечує мінімальні витрати на постачання конкретного обсягу продукції u_1 . Для цього визначаються витрати на постачання продукції u_1 по всіх передбачуваних місцях розташування складів $B_1^1, B_2^2 \dots B_k^1 \dots$. Серед цих значень витрат виявляється те місце, де буде забезпечуватися їх мінімум — $\min B_k^1$.

Точка на осі Δ_{00} , що відповідає $\min B_k^1$, є обчислюваною. Вона береться в розрахунок для визначення оптимального розміщення операційної системи в регіоні. Решта варіантів відсівається, бо функція (3.32) опукла і тому допускає усікання усіх варіантів, що не відносяться до оптимальної траєкторії. Потім відбувається наступний крок і визначаються витрати щодо доставки визначеного обсягу продукції обраному споживачеві, тобто розраховуються значення $B_1^1, B_2^2 \dots B_k^1 \dots$.

Умова існування другої оптимальної точки на осі Δ_{00} має вигляд

$$B_k^{1,2} = \min(\min B_k^1 + B_k^2). \quad (3.33)$$

Уведемо відстань між площинами Δ_{00} , що перетинають вісь Ω .

Будь-яка ламана, що не додержує $\min B_k^1, \min B_k^2 \dots \min B_k^n$, не може вважатися рішенням. Ці ламані утворюють безліч варіантів стратегій розміщення операційної системи, що відкидаються на кожному кроці, завдяки чому відбувається звуження конкурентних варіантів.

Відкидання варіантів на кожному кроці відповідає рекурентному рівнянню

$$B_k^i = \min(\min B_k^n + \min B_k^{n+1}). \quad (3.34)$$

Рух по осі Ω продовжується до досягнення оптимальної умови. Отримана оптимальна траєкторія має таку властивість, що будь-який її відрізок також є оптимальною траєкторією.

Наведений алгоритм є найбільш раціональним, тому що велика кількість варіантів не аналізується. З іншого боку, це приводить до того, що збільшується імовірність пропуску оптимального варіанта. Тому у разі здійснення операцій з розрахунку доцільно використовувати алгоритм, за яким відкидання варіантів відбувається не на кожному кроці по u_i , а через декілька кроків (рис. 3.7), тоді мінімум витрат визначається відповідно до

$$\min_{\varphi} \{ B_1^n, B_2^n \dots B_k^n \}, \quad (3...35)$$

де \min_{φ} — кількість ітерацій, після яких відбувається усікання.

Після проведення \min_{φ} -ітерацій аналізуються варіанти і обирається конкретний, якому відповідає мінімум витрат. Усікання наступних варіантів відбувається після декількох ітерацій, число яких визначається заздалегідь.

Оптимізаційна модель (3.30) з заданими обмеженнями має ряд модифікацій, а у представленій формі вирішується завдання раціонального розміщення операційної системи. У цю модель у разі необхідності можуть бути внесені обмеження за удосконаленою спроможністю технічних засобів (у тому числі і по місткості зони збереження), а також накладені обмеження за пропускнуою спроможністю транспорту на різних ділянках або обмеження за вибором виду транспорту.

5. П'ята група обмежень: наявність робочої сили, що має необхідні навички і практику визначених видів діяльності. Місцеве джерело робочої сили, придатне для виконання поставлених завдань, є найдешевшим і бажаним в організації операційних систем.

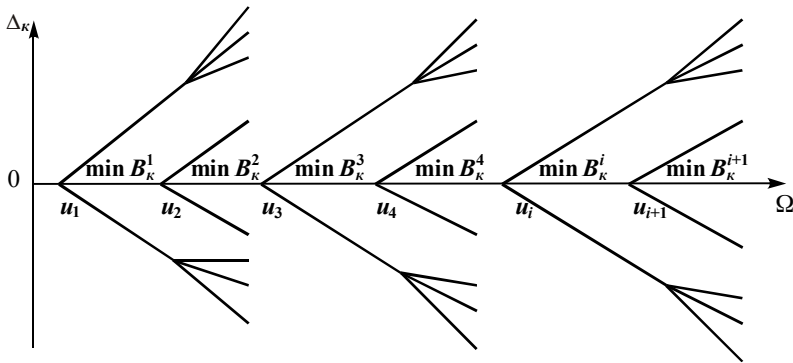


Рис. 3.7 Схема алгоритму з усіканням розглянутих варіантів після двох ітерацій

6. Шоста група обмежень — стала інфраструктура обраного місця розташування операційної системи.

7. Сьома група обмежень полягає в можливій технічній підтримці з боку інших операційних систем, тобто передбачуване місце розташування повинно знаходитися якнайближче до інших задіяних систем — інформаційних, наукових, сервісних, промислових тощо.

8. Восьма, інституціональна, група обмежень полягає в політичній та економічній підтримці з боку держави.

Усі ці чинники й обмеження характеризують зовнішнє середовище функціонування системи. Внутрішнє топологічне середовище відбивають технологія і технологічні обмеження:

- 1) обмеження, пов'язані з інженерною геофізикою (тут вирішення проблеми розміщення припускає облік умов фізичної безпеки об'єкта операційної системи і приклади негативного плану — вибір місця для атомної електростанції, зсувні прояви в найбільших містах України, підтоплення територій, Волгодонський завод «Атоммаш»);

- 2) оцінювання фактичної небезпеки екстремальних режимів або руйнування (операційна система має розташовуватися на такій відстані від місць функціональної небезпеки — промислові об'єкти підвищеної небезпеки, аби забезпечувати можливість адекватного технологічного й організаційного реагування на екстремальну ситуацію: евакуація населення, спеціальні заходи щодо запобігання забруднення навколишнього середовища — катастрофа в Бхопалі на заводі Юніон Карбайд в Індії, де від викиду газів загинули 2500 осіб; катастрофа в Серезо (Північна Італія) — викид діоксинів у річку; Чорнобиль);
- 3) технологічні обмеження і критерії, пов'язані з можливістю або неможливістю утилізування відходів і ліквідації споруд чи устаткування (Запорізький завод — шлами; сухе сховище відходів ядерного палива — на Запорізькій АЕС).

3.2.1.2 Організаційно-управлінські чинники обмеження

Рівень просторової капіталізації має відповідати інформативним, інфраструктурним кваліфікаційним можливостям керувальної підсистеми.

Це означає, що система за своїм розміщенням не повинна перевищувати кількість істотних чинників, що перевищують ці можливості (наприклад, рівень кваліфікації керівника виражається через кількість чинників, які він здатний одночасно оцінювати, контролювати й інтегрувати). Занадто велика розкиданість системи породжує, як мінімум, ще один істотний чинник, що може виявитися критичним (наприклад, Харківський гуманітарний інститут «НУА» відкриває філію в Євпаторії).

Система не повинна породжувати занадто велику кількість внутрішніх комбінацій розміщення ресурсів і підрозділів.

Якщо ж якісь ланки операційної системи в силу особливостей розміщення породжують занадто велику кількість можливих комбінацій і варіантів, то слід автономізувати ці ланки, наприклад, через створення дочірніх підприємств.

3.2.1.3 Фінансові чинники

Розміщення системи має забезпечувати найбільшу реалізацію позитивного ефекту.

Середній рівень витрат пов'язаний із забезпеченням інтегровальних ефектів, необхідних для підтримки обраної схеми розміщення.

Методично ця проблема ускладнюється відсутністю стандартної системи і стандартних методик обліку й оцінювання витрат розміщення.

Метою фінансового об'рунтування рішення щодо розміщення є оптимізація цих витрат з урахуванням сукупності всіх інших критеріїв. Визначене місце в системі внутрішніх чинників розміщення посідають чинники інституційного порядку. Мова йде про наявність такого неформалізованого ресурсу, як доступ керівництва до розміщення бюрократичних преференцій.

Р. С. На практиці облік великого числа факторів істотно ускладнює проблему вибору місця розташування операційної системи. Тому дотепер практично не існує розробок, що у комплексі враховували б усю багатоманітність факторів, що впливають на місце розташування операційної системи.

Аналіз сучасної літератури по досліджуваному питанню показав, що розробки ведуться за двома основними напрямками. Це:

- побудова і використання функції суб'єктивної корисності обраного варіанта місцеположення операційної системи;
- облік тільки найважливіших факторів, що впливають на розміщення конкретної операційної системи.

3.2.2 Методи підготовки рішення про розміщення операційної системи

Рішення про розміщення приймається в двох випадках:

- а) створення нової операційної системи;
- б) зміни дислокації операційної системи або її часткова зміна. Після оцінки вагомості проблеми менеджер намічає порядок її вирішення, що передбачає такі кроки:
 - 1) викласти ще раз послідовність оцінок і дій;
 - 2) оцінити, чи є ця послідовність достатньою (чи всі чинники враховані);
 - 3) якщо якийсь чинник є більш важливим, ніж інші, то керівник розкладає його на змістовні моменти і субординує їх.

Наступним кроком процедури є розподіл усіх чинників на керовані і некеровані. Для цього слід:

- *оцінити моделювання організації некерованих чинників розміщення.* Менеджер вирішує завдання оптимізації розміщення системи. Результатом цього етапу є маса припустимих варіантів розміщення системи;
- *розпочати роботу з керованими (підконтрольними) чинниками.* Послідовність оцінок і рішень впливає з індивідуально рангової системи чинників, максимально прив'язаної до даної операційної системи. Використовується метод звуження варіантного поля (рис. 3.8);
- *чорнове пророблення запасних варіантів,* після того як менеджер зупинився на базисному варіанті розміщення (*Z*) і одному чи двох запасних варіантах, що в окремих випадках уможливорює перегляд альтернатив (якщо попередні розрахунки показують більш високу ефективність запасного варіанта). Оцінки експертів говорять, що час на підготовку запасного варіанту в 3–4 рази коротший за час на підготовку базисного варіанту від нуля;

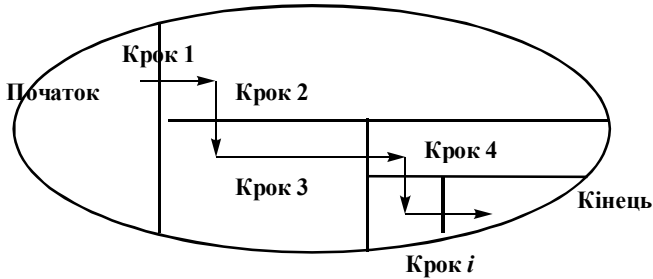


Рис. 3.8 Ілюстрація до методу звуження варіативного поля

- визначення, після того як остаточне рішення на розміщення прийнято керівником, ступеня його зисковості. Цей рівень, у першу чергу, задається некерованими чинниками розміщення операційної системи.

Керівник повинен прагнути до забезпечення за рівних умов визначеної свободи (варіативності) просторового рішення. Найкраще ця варіативність досягається шляхом адаптації тимчасових і організаційних обмежень. Рішення про розміщення входить до сфери повноважень топ-менеджменту і належить до числа стратегічних, а це означає, що воно підлягає обов'язковому узгодженню з іншими стратегічними пріоритетами операційної системи.

Оптимальне стратегічне рішення, хоча б у згорнутому вигляді, має містити і такий варіант, як рішення про розміщення.

3.2.3 Оцінювання ефективності розміщення операційної системи

У разі оцінювання ефективності рішення розміщення здійснюється два рівня розрахунків:

- а) поточне визначення ефективності;
- б) оцінювання довгострокової ефективності.

У такий спосіб при окресленні чинників розміщення на момент ухвалення рішень або на прогнозований час можна виявити можливі джерела додаткових витрат і керованих проблем, що пов'язані з занадто серйозною розбіжністю між традиційною схемою розміщення системи і фактичним станом. Звідси виникає два види проблем:

- а) суто фінансові;
- б) організаційно-управлінського плану.

Ефективність розміщення операційної системи є однією з основ для ревізії або корекції стратегічних цілей організації.

3.3 Стратегія і тактика в керуванні операційною системою

Стратегія операційної системи є однією зі складових частин загальної стратегії підприємства. Специфіка стратегії операційної системи полягає в:

- 1) об'єкті керування;
- 2) процедурах формування стратегічних пріоритетів;
- 3) організаційній побудові стратегії операційної системи.

Стратегія операційної системи не може бути головним чинником у виборі цілей і пріоритетів бізнесу. Вона має, певним чином, допоміжний характер відносно загальної стратегії. Така її особливість, як прив'язка до зовнішніх критеріїв, завжди повинна співвідноситися з внутрішніми критеріями системи.

На відміну від загальної, операційна стратегія не пов'язана безпосередньо з чинниками довгострокових змін зовнішнього середовища. Операційна стратегія вимагає, щоб вся система була розумно ізольована від випадкових коливань і похибок зовнішнього середовища.

Чинники зовнішнього середовища — довгострокові тенденції розвитку, що детермінують, бізнесу — впливають на операційну

систему опосередковано — через цілі і механізми загальної стратегії бізнесу.

Особлива роль операційної стратегії полягає в тому, що мінімально необхідна довгострокова стабільність функціонування операційної системи є необхідною умовою побудови загальної стратегії.

Стратегія операційної системи може розглядатися як особлива зона стратегічних пріоритетів (ринкові, організаційні тощо).

Операційна система не може відповідати за планування і реалізацію інновацій, істотні зміни в ринковій орієнтації фірми (хоча вона не заперечує таких процесів). Критерій успішної роботи — не інновації, а розумна стабільність. У деяких видах бізнесу інноваційна і фінансова сторони перетинаються, але це не означає відсутність згаданого вище розрізнення критеріїв.

Ця обставина істотно ускладнює критерії керування і потребує від керівника особливих прийомів і методів керування операційною системою.

Стабільність операційної системи як базисна стратегія породжує ряд приватних практичних розходжень у порівнянні із загальною стратегією бізнесу.

3.3.1 Організація стратегії операційної системи

Часовий обрій операційної стратегії завжди менше тимчасового обрію загальної стратегії на величину Δt (різниця між мінімально необхідним терміном стабільності операційної системи і періодом приходу істотних інновацій).

Керівник не може забезпечити одночасно і високу технічну ефективність операційної системи, і вимогу її зміни. З погляду практичного керування, найкраще максимально розтягнути в часі процес змін, аби не втратити керованості операційною системою. Але занадто тривале затягнення цього процесу може набрати характеру необоротного погіршення системи.

Мистецтво керівника полягає в тому, щоб віднайти баланс між мінімально необхідною стабільністю системи і її зміною. Практично ця вимога реалізується завдяки формуванню *двох груп стратегічних повноважень*:

- 1) базисні повноваження операційної системи передаються першому заступникові;
- 2) повноваження, пов'язані з ухваленням рішення на зміну ціною зниження поточної ефективності, залишаються за першим керівником.

Під формулюванням стратегії операційної системи розуміється її розбиття на *дві підгрупи цілей* — стабільні і мінливі.

Практична організація стратегії вимагає *двох різних типів менеджменту*.

За вертикальної системи організації повноважень переважають контрольні, планові і нормативні функції. Завданням організації стратегії є додержання умов оптимізації чи мінімізації даних функцій.

Кількість і зміст контрольних функцій у рамках операційної стратегії мають бути наближені до мінімально необхідного (тобто до такого, що гарантує зберігання керованості операційною системою). Головне в стратегії операційної системи — не її підконтрольність, а її керованість — реальна досяжність цілей системи. Система може бути абсолютно підконтрольною, але некерованою; система може бути керованою, але містити в собі не підконтрольні процеси (наприклад, ті, що належать людському чиннику, який практично надає керівникові широке поле для майстерного керування людьми і процесами).

Вибір між чіткою відповідністю посадового розкладу реальної кваліфікації і професійної підготовки працівників, з одного боку, і бажаністю і корисністю включення в систему працівників із творчими здібностями, з іншого — є прерогативою керівника. Операційна система в авангард виводить першу частину цього завдання.

Творчий компонент є необхідною передумовою стабільності операційних функцій за умов поточних флуктуацій (коливань).

Стратегія операційної системи формується і затверджується як складова частина загального стратегічного плану. Тому жодне завдання операційної стратегії не може вступати в пряме протиріччя з хоча б однією умовою і метою загальної стратегії.

Процес змін включає варіанти критеріїв і корекцію управлінської структури. Особлива складність даної ситуації для організації керування полягає у виникненні двох рівнобіжних вертикалей; нова вертикаль — це особливі повноваження першого керівника. Найчастіше це призводить до зсуву первинної вертикалі на один рівень униз.

Виникнення нової вертикалі вимагає ще і певного горизонтального зв'язку між двома вертикалями. У результаті виникає варіант проектної, або матричної, структури керування. Її характерною рисою є феномен подвійного підпорядкування. Такого роду структура є навряд чи не єдиноприйнятною в керуванні системою, що змінюється. Але в той же час така структура породжує управлінські конфлікти, оскільки суперечить принципу єдиначальності. А це спричинює перетинання зон відповідальності, що породжує невизначеність повноважень. Усе це обов'язково знижує поточну ефективність керування, тому інноваційні управлінські структури слід розглядати як тимчасові, що обов'язково демонструються після завершення змін.

3.3.2 Тактика керування операційною системою

Тактика є способом поточної організації управлінських функцій з метою забезпечення поетапної і поточної реалізації стратегії операційної системи.

З іншого боку, тактика — безпосереднє організаційне відтворення основної технології операційної системи.

Якщо в стратегії системи ми опосередковано стикаємося з довгостроковими чинниками зміни зовнішнього середовища, то в тактиці цей зв'язок виявляється вже як двічі опосередкований.

Тактика керування операційною системою будується, насамперед, на чітких критеріях стабільності і рівноваги системи. Головну роль відіграють критичні параметри операційної системи. Крім того, тактика ще будується і на регулярному — неперервному відстежуванні потенційно критичних параметрів операційної системи.

Повноваження тактичної ланки керування дозволяють їй самостійно реагувати на відхилення, що виникли. У випадку, якщо цих повноважень бракує, інформація оперативно передається на вищий рівень керування.

Взаємна обумовленість стратегії і тактики керування операційною системою містить у собі ще і такий істотний аспект, як розриви і розбіжність. У загальному випадку, швидше за все, не існує абсолютно достатніх методик і процедур взаємного перекладу стратегічних і тактичних цілей і завдань. У протилежному випадку не існувало б проблеми спаду поточної ефективності операційної системи.

У випадку істотних змін операційної системи завдання керівника включають:

- 1) виявлення можливості розриву між двома рівнями — стратегічним і тактичним;
- 2) його управлінську інтерпретацію;
- 3) планування і використання мінімально необхідних заходів профілактики негативних наслідків цього розриву.

До негативів тут слід віднести необ'рунтоване поширення тактичних критеріїв і процедур на стратегічний рівень або пряме підпорядкування стратегічних обов'язків тактичному рівневі керування операційною системою.

3.3.3 Стратегічні і тактичні рішення операційного менеджменту в керуванні операційною системою

Операційний менеджер, за положенням, знаходиться біля джерел формування мети і стратегії операційної системи й ефективного управління її ресурсами. І, природньо, опрацювання ефективної операційної стратегії залежить від «гарних» стратегічних і тактичних рішень операційного менеджера. У даному випадку стратегічні рішення мають тенденцію до довгостроковості, а тактичні — до короткочасності, тобто їх можна істотно змінювати, трансформувати, модифікувати за досить короткі періоди. Тому варто виділити окремо рішення стратегічного і тактичного рівнів, що для зручності сприйняття можна представити схемою (рис. 3.9).

Рішення в галузі *конструкції товару* націлені на процес виробництва і встановлюють, як правило, межі витрат і якості продукції.

Структура і зміст процесу відображають реальні можливості виробництва товару в прив'язці до технології, виконавців і ресурсу.

Вибір місця розташування операційної системи для випуску товарної продукції або надання послуг визначає успіх місії всієї організації.

Людські ресурси є також одним з основних компонентів стратегії, що визначають одержання необхідного товару чи послуг і є практично найдорожчою частиною системи.

Поставка. Рішення щодо поставок (що поставляти, куди і як — невід'ємна складова життєвого циклу операційної системи, товару і, природньо, споживача).

У розрізі тактичних рішень тактика *керування запасами* розглядається у світлі задоволення потреб замовника, виробничих розкладів і формування людських ресурсів — «високоякісного» персоналу.

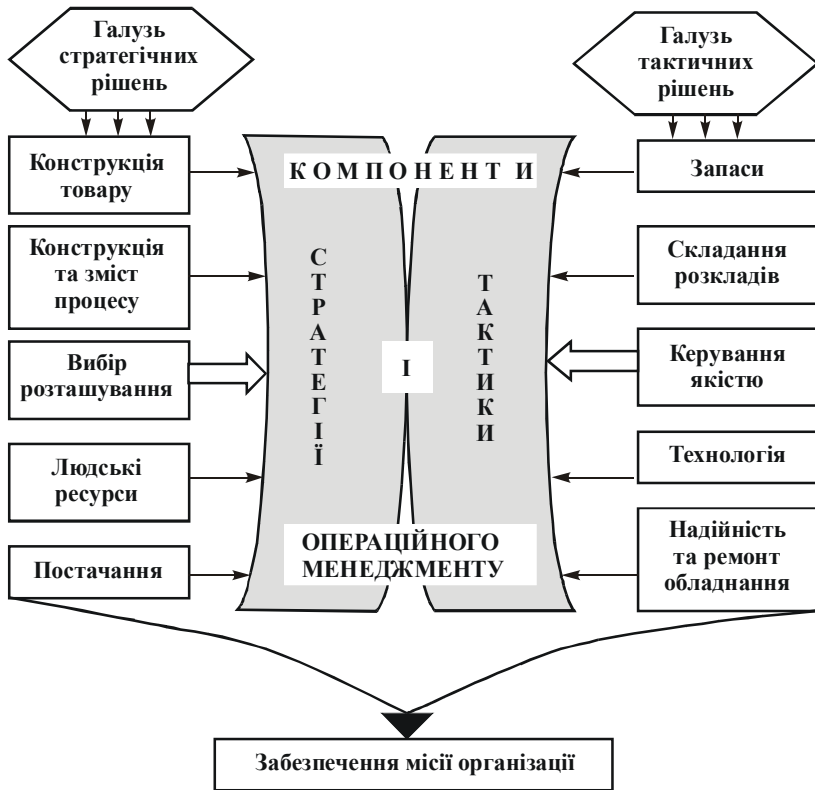


Рис. 3.9 Склад стратегії і тактики операційного менеджменту

Складання розкладів. Від рішень у цій галузі залежать і функціонування операційної системи, і задоволеність споживача (ринку).

Рішення з *керування якістю* обов'язкові для визначення необхідної споживачеві якості товару, а, отже, і для вибору відповідної технології.

Технологія в плані тактичних рішень є головною ознакою в одержанні товару, підготовці ресурсів і персоналу, формуванні витратної частини організації.

Рішення в плані *надійності і ремонту*, в основному, мають прийматися для досягнення бажаного рівня надійності і ремонту технічних засобів операційної системи. Для цього особливо необхідні плани для виконання і контролю надійності і профілактичних дій щодо ремонту технічних засобів.

Проте всі ці заходи (див. рис. 3.9) в галузі стратегічних і тактичних рішень, природньо, не можуть описати комплексу роботи і занять операційних менеджерів для ефективного функціонування операційної системи з метою повного досягнення мети організації. На практиці операційним менеджерам потрібно бути готовими і до прийняття рішень у зовсім невизначеній і непередбачуваній ситуації.

3.4 Інновації і розвиток операційної системи

3.4.1 Характеристика інноваційних процесів за ознаками керування операційними системами

Щодо операційних систем, то під інноваціями варто розуміти будь-які істотні зміни умов у їх структурі і функціях. Логічно в розвитку інноваційного процесу стосовно операційних систем виділити п'ять аспектів.

По-перше, проблема управлінського забезпечення інновацій виникає, якщо зміни порушують сформований рівень координації й інтеграції підрозділів ланок і функцій. Якщо ж зміни в окремих ланках не породжують таку проблему, то система здатна самоадаптуватися до них і, отже, ліквідувати пряму необхідність в управлінському втручанні.

Потреби в контролі і регулюванні з'являються тільки тоді, коли не забезпечено належного рівня цілісного поведіння операційної системи без управлінського втручання.

Решту процесів варто аналізувати і спостерігати на предмет виявлення можливої неузгодженості. Пряме ж втручання в них недоцільне, бо призводить до перевантаження управлінського апарата, не дає можливості йому сконцентруватися на дійсно важливих і невідкладних діях.

Другий аспект керування інноваціями пов'язаний із запасом мінливості операційної системи, тобто її здатністю асимілювати в собі нововведення екзогенного характеру — ті нововведення, які нею не виробляються і які в окремих істотних компонентах не відповідають характерові системи.

Формування запасу мінливості системи підпорядковується визначеним граничним умовам зовнішнього і внутрішнього характеру.

Потенціалом запасу мінливості є:

- галузева приналежність;
- тип впровадженої технології;
- характер організації операційної системи.

Прийнято вважати, що найбільший запас мінливості в системах, де основним чинником є людина; найменші запаси мінливості — у галузях з капіталомісткими технологіями.

Третій аспект характеризується тим, що нововведення виступає як об'єкт планування, проектування, створення і використання в операційній системі, у межах якої здійснюється розподіл ресурсів і реалізується загальна місія організації.

Четвертий аспект пов'язаний з розробкою, функціонуванням і розвитком новації як самостійної системи, використовуваної для досягнення цілей операційними системами.

Реально всі інновації в операційному менеджменті можна поділити на три групи:

- сприятливі (позитивні);
- нейтральні;
- небезпечні (негативні).

Ефективна операційна система повинна максимально використовувати позитивні інновації, надавати в міру можливого сприятливий характер нейтральним інноваціям і ізолюватися, хоча б частково, від негативів.

Запас мінливості і поточна ефективність дуже часто рухаються в протилежних напрямках, тобто через запас мінливості — менш ефективне використання ресурсів і поточних можливостей.

Мистецтво керування визначеними інноваціями полягає в компромісі між запасом мінливості і поточною ефективністю.

Інновації в операційному менеджменті найчастіше носять характер змушених адаптацій і пристосувань, обумовлених істотними змінами в граничних умовах.

Ці граничні умови обумовлюють особливу інноваційну позицію операційного менеджера: він найчастіше — новатор мимохіть. *Його головна функція — це забезпечення стабільності операційної системи.* Чіткість і однозначність функцій припускає перевагу консервативної управлінської позиції, однак зміна граничних умов змушує реалізовувати цю позицію шляхом неминучих змін.

Процес операційних інновацій є конфліктним, бо в неявному вигляді надає можливість істотного перерозподілу повноважень. Якщо операційний менеджер стає ініціативним і свідомим новатором, цілком може статися, що цільове джерело даного бізнесу переміститься від офіційного вищого керівника до операційного. Для власників фірми це може стати приводом для кадрових змін, що реформує реальний статус операційного керівника.

Далеко не кожні удосконалювальні інновації забезпечують довгострокову стабільність операційної системи. Можлива ситуація, коли поточні поліпшення ведуть до виникнення довгострокового, поступово підсилюючи дисбаланс між функціями і підрозділами системи. Тому важливим завданням операційного менеджера є селекція стабілізуючих і дестабілізуючих інновацій.

У процесі відновлення керованість операційною системою частково знижується. Співвідношення між підконтрольними і невідконтрольними чинниками змінюється на користь останніх. Керівник не має ставити і вирішувати проблему збереження вихідного рівня керованості системою за будь-яку ціну. Якщо її і можна буде вирішити, то тільки ціною повної нейтралізації інновацій. Досяжною є мета збереження загальної керованості операційною системою.

Операційні інновації, за визначенням, повинні вичерпуватися операційним рівнем керування і найчастіше зводяться до поточних поліпшень і адаптивних змін, що не порушують сформованих вимог до результату (продукту) і використуваних ресурсів (витрат). Якщо ж операційні зміни вимагають узгодження суміжних функцій і підрозділів і призводять до істотних змін у результаті і витратах, то компетенції операційного менеджера тут уже замало. Керувати такими інноваціями необхідно на більш високому рівні (вищий менеджмент).

3.4.2 Методи організації операційних інновацій

Принципово важливе значення у здійсненні операційної стратегії функціонування операційних систем належить організації і розвитку операційних інновацій. Методи організації операційних інновацій зручно подати визначеним порядком виконання декількох процедур (рис. 3.10).

Перша організаційна процедура в керуванні операційними інноваціями полягає у виявленні (або прогнозуванні) і поданні імовірних або реальних змін. Вона припускає, що поліпшення операційної системи плануються й організовуються таким чином, що керівник зберігає можливість повернення до початкового стану. Це легше забезпечити, плануючи спочатку обмежені масштаби удосконалювальних інновацій. Рішення про припинення змін приймаються в тому випадку, якщо негативні ефекти

істотно перевищують плановий рівень. У свою чергу, рішення про припинення теж може бути змінено. Таким чином у практиці операційного менеджменту допускаються багаторазові спроби впровадження інновацій.

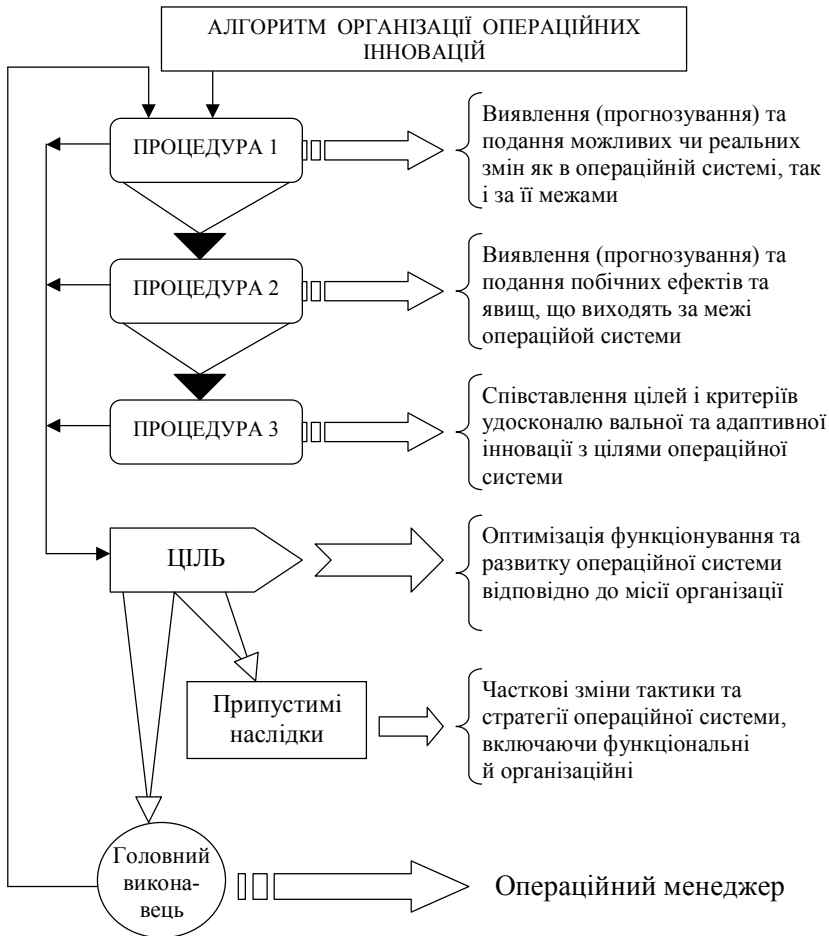


Рис. 3.10 Схема зв'язків алгоритму організації операційних рішень

Друга процедура керування операційними інноваціями полягає у виявленні й поданні *побічних ефектів і явищ*, що виходять за межі змінюваної функції або адаптивної реакції системи. У першу чергу слід визначити ті явища й ефекти, що виходять за межі даного підрозділу або операційної системи в цілому.

Найчастіше зміни усередині операційної системи позначаються на ресурсах і повноваженнях за її межами. Це породжує конфлікти і функціональні збої. Тому виникає нова управлінська проблема — узгодження інновацій з іншими функціями і підрозділами фірми. Одним з можливих приводів для відмови завдяки удосконалювальним інноваціям є наявність занадто великих зовнішніх негативних ефектів, що призводять до довгострокової нерівноваги в фірмі.

Третя процедура — співвіднесення цілей і критеріїв удосконалювальної чи адаптивної інновації з цілями операційної системи в цілому. В операційному менеджменті діє правило: інноваційні цілі повинні обов'язково бути компонентом загальних цілей діяльності системи. Цілком реальна ситуація, коли операційні поліпшення входять в число операційних цілей і завдань. У цьому випадку вони є зайвими. Типовим варіантом таких інновацій може слугувати незатребувана висока якість продукту або додання йому додаткових властивостей, що не цікавлять споживача.

Добір отриманих і марних поліпшень, як прерогативу операційного менеджера, слід також певним чином співвідносити з довгостроковими і стратегічними пріоритетами фірми. Це може стосуватися таких аспектів, як місія фірми, імідж, стратегічне прогнозування тощо.

3.4.3 Відомі підходи до планування розвитку операційних систем

У 80–90-ті рр. планування операційних інновацій поступово переміщувалося зі стратегічного рівня управлінської діяльності на операційний.

Це пов'язано з тим, що розвиток методів і інфраструктури операційного менеджменту веде до поступового збільшення його інноваційних повноважень, що фіксуються як дозволений рівень прийняття рішень і масиву ресурсів, призначеного для забезпечення удосконалювальних інновацій. Таке делегування повноважень топ-менеджменту на операційний рівень дає можливість концентрації стратегічних інновацій на дійсно вищому рівні керування бізнесом.

Конфліктна природа інноваційних повноважень іноді виявляється в управлінських структурах особливого роду, коли усередині операційних систем створюються спецвідділи або підрозділи, що відповідають за інновації в самому цьому рівні: бюро раціоналізації і винахідництва, різні варіанти гуртків якості, матричні і проектні підрозділи операційних систем. Досвід останніх десяти років показав, що таке розв'язання інноваційних завдань не є ефективним. Недостатня ефективність власних операційних інноваційних структур обумовлена орієнтацією операційної системи на переважно досконалі інновації, а спецвідділи дуже часто виходять на рівень принципів змін операційної діяльності.

Конфліктність такого організаційного рішення полягає в тому, що операційна система починає пригнічувати інноваційну діяльність цих відділів; більшість європейських і американських фірм у 90-ті роки відмовилися від створення інноваційних структур усередині операційної системи.

3.5 Методи організації і нормування робіт

3.5.1 Мета і завдання організації і нормування робіт

У великій гамі параметрів, за допомогою яких намагаються описувати стан систем, у тому числі й операційних, особливе місце належить термінам і зусиллям, необхідних для досягнен-

ня загальної чи часткової мети організації. Дані параметри є *об'єктом організації і нормування робіт*, виконуваних у рамках тієї чи іншої операційної системи. Якісна оцінка таких характеристик можлива лише за використання системного підходу до організації і поліпшення способів виконання регламентованих системою робіт.

У світовій практиці відомий підхід під назвою SREDIM, утвореною від великих літер англійських слів: select (вибір), record (запис), examine (вивчення), develop (розробка), install (впровадження), maintain (підтримка). Тобто цим ілюструється своєрідний семантичний алгоритм вивчення організації робіт будь-якої системи і, очевидно, через нормування останнього.

Нормування робіт певним чином пов'язане з організацією робочого процесу операційної системи, попри те, що дуже часто її використовують для оцінювання і прийняття правильних рішень операційним менеджером. Сама суть нормування робіт у контексті операційного менеджменту складається зі збору інформації для прогнозування й наступного обчислення потужності операційної системи у вигляді оцінювання терміну виконання виробничих операцій. Очевидно, що, крім описаного призначення, нормування переслідує і ряд інших цілей. Наприклад, складання калькуляції на вироблену операційною системою продукцію, регулювання оплати праці виконавців, оцінювання деяких функцій системи.

Таким чином сутність організації і нормування робіт полягає в розподілі основних і допоміжних функцій на технологічно завершені (з погляду продукту і його компонентів) операції, включення даних операцій в обов'язки підрозділів, ланок, працівників, а також встановлення кількісних та якісних вимог до стиків між окремими операціями таким чином, щоб була досягнута системна цілісність усіх працівників і підрозділів (рис. 3.11). Процес організації і нормування робіт можна розглядати як багаторівневий алгоритм (рис. 3.12) взаємоув'язаних функцій.

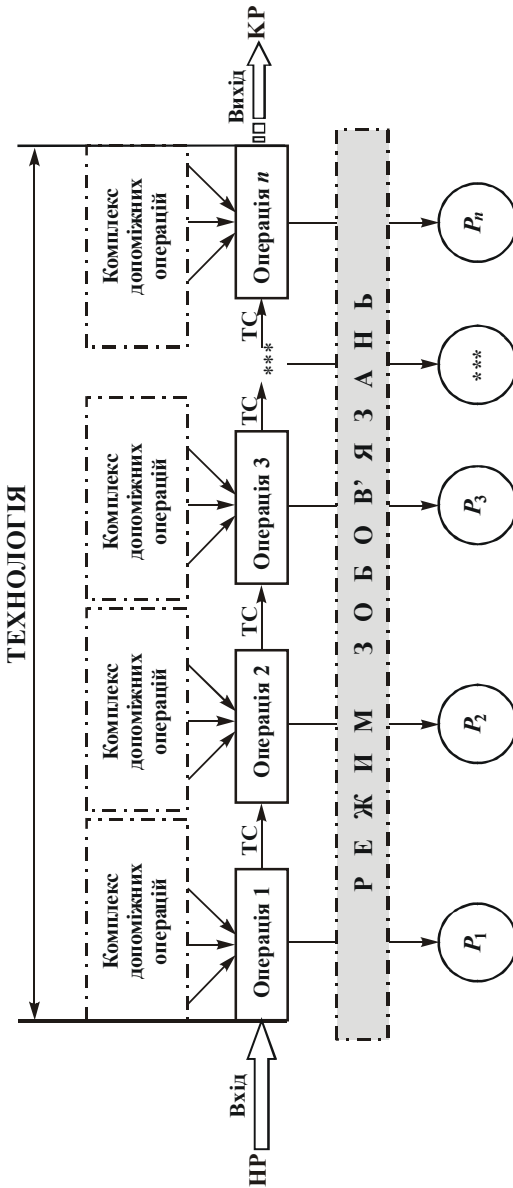


Рис. 3.11 Схема розподілу технології на операції;

НР — необхідний ресурс;

ТС — технологічний стик між основними операціями;

Р — реалізатори операцій;

КР — кінцевий результат

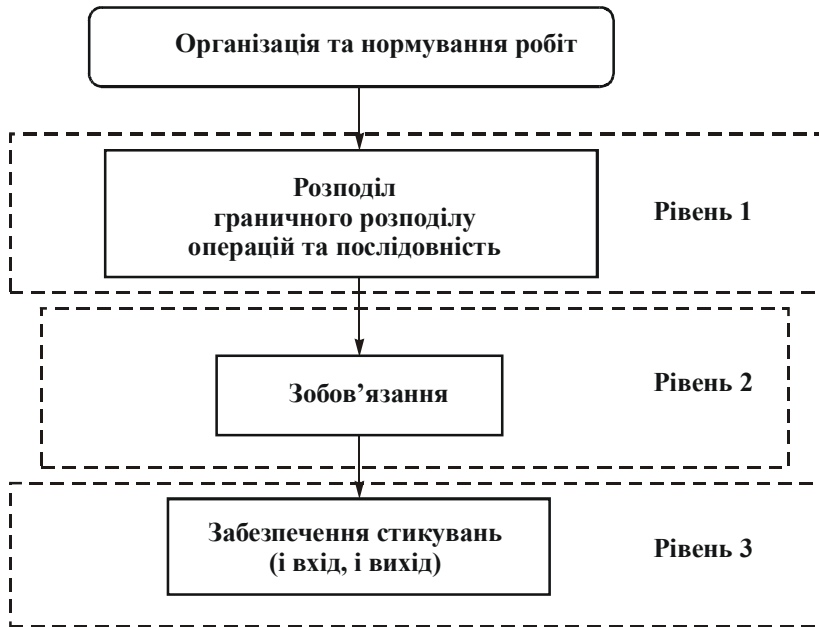


Рис. 3.12 Алгоритм процесу організації і нормування робіт у границях операційної системи

Слід зазначити, що найбільш розповсюдженим і найпрагматичнішим підходом до організації робіт є аналіз робочого часу як системи в цілому, так і її елементів, включаючи виконавців (реалізаторів). І, природньо, метою такого аналізу є розробка ефективних і раціональних процедур шляхом ретельного аналізу ситуації (однієї з ефективних процедур є згаданий вище SREDIM). Але головним у цьому аналізі є визначення стикування як входу (результат робіт має бути адекватним змісту робіт наступної ланки). Якщо наступна ланка буде свої функції винятково на основі фактичного результату попередньої ланки, то проблеми нормування не існує, а вся діяльність з керування зводиться тільки до встановлення черговості робіт. Загалом, така ситуація

можлива, але найчастіше конкретна технологія наближається до неї з тим або іншим ступенем відповідності.

Тут можна виділити два основних моменти:

по-перше, організація і нормування робіт детермінуються, в основному, кінцевим результатом і провідною технологією; у цьому плані більшість можливих організаційних рішень є органічними і рангованими. Як правило, існує не більше одного оптимального організаційного рішення за кількох гірших варіантів, але стикування забезпечує і кінцевий результат;

по-друге, процес організації і нормування робіт у границях операційної системи — це якісна визначеність і обмеженість використання ресурсів, які треба оптимально розподілити. Попри те, що нормування ресурсної організації базується на методах забезпечення стиків, акценти в даному управлінському процесі інші. Завдання зводиться до забезпечення суворого додержання технологічної дисципліни за ресурсного забезпечення технології, і тому по кожному виду ресурсів призначений відповідальний.

Ресурсна сторона керування операціями виявляється як сукупність норм витрат, трудовитрат та інших обов'язкових коефіцієнтів і показників, що характеризують обов'язковий, середній чи граничний рівень використання ресурсів для даної роботи.

Пошук основ для встановлення системної єдності всіх робіт повинен вестися у двох напрямках:

- 1) розбивка, формалізація і системне описування кінцевого результату. Нормування робіт тут йде зверху вниз (формалізоване подання практичних функцій і обов'язків економіста підприємства, побудова на цій основі навчального плану і формування програмних дисциплін);
- 2) рух від необхідних і фактично наявних ресурсів. Планування кінцевого результату на основі наявної послідовності технологічних стадій руху цих ресурсів (наприклад, планування навчального плану «Економіки підприємства» у вузі на основі професійних переваг і схильностей педагогічного складу).

У разі організації і нормування робіт вихідною процедурою повинно бути виділення чинних ненормованих аспектів операційної діяльності.

3.5.2 Методи нормування і типи норм

Вимірювання операцій — одне з найскладніших завдань операційного менеджменту, хоча найпростішим способом вважають нормування як вимір фактичного часу виконання операції. Вважається, що це зручно для планування і контролю. Однак для цього необхідна велика база даних, яка б зв'язувала попит ринку в одиницях готової продукції і потужність операційної системи у вигляді наявного фонду строків. З метою збору цих даних застосовуються різні методи нормування робіт. Так, наприклад, розрахунок норм можливо робити *безпосередньо*, коли тривалість операцій визначається в процесі спостереження і проводиться суб'єктивне оцінювання темпу роботи виконавця або системи в цілому. Також застосовуються *синтетичні* методи розрахунку норм, коли використовуються готові таблиці тривалості різних рухів чи процесів. *Елементне* нормування застосовується, коли весь операційний цикл розбивається на приватні дрібні елементи, трудомісткість яких визначається по так званих запатентованих таблицях.

Відповідно до перерахованих методів нормування розрізняють типи норм:

- загальні (єдині);
- специфічні (аж до індивідуальних).

Робота з керування операціями починається з виявлення опису загальних норм, вона не носить специфічного характеру (як правило, відображає тип технологій).

Загальні норми, попри їх універсальний характер, повинні бути розміщені і змінені. Кількість обов'язкових норм має відповідати числу загальних обов'язкових умов і чинників технологічних процесів — і не більше того.

Організація спеціальних і специфічних норм базується на врахуванні своєрідностей обраної технологічної схеми, ресурсів і кінцевого результату (тобто полем для специфічних норм виступають індивідуальні відхилення від універсальних умов, що дуже позначаються на організації робіт). Якщо ці відхилення негативні (діють умови, що погіршують і сам результат), то норми повинні компенсувати або нейтралізувати ці відхилення.

Для керівника, який зіштовхується з необхідністю ліквідувати негативні відхилення, можливі такі шляхи:

- а) побороти усі відхилення усередині тієї ланки, де вони вперше виникають;
- б) створити своєрідний пул витрат, коли тягар ліквідації відхилень розподіляється на кілька останніх ланок;
- в) в окремих випадках є сенс утворити додаткову ланку, що буде відповідати за доведення «входу» до необхідних кондицій.

У разі ухвалення рішення про вибір однієї з альтернатив необхідно враховувати дві групи критеріїв — витрати і якість результатів.

Якщо домогтися належної якості не вдається в межах варіантів *a* чи *b*, значить, варто зупинитися на варіанті *v*.

Норми, що характеризують результат, і норми, що визначають витрати, повинні обов'язково закріплюватися за конкретними керівниками, підрозділами і виконавцями.

3.5.3 Нормування як метод керування операціями

У рамках будь-якої операційної системи організація і нормування робіт як процес є:

- 1) *методом планування діяльності операційної системи.* Норми є основою інформаційної бази планування, засобом для розрахунку основних показників витрат і результатів, а також передумовою планування інновацій;

- 2) *одним з основних засобів керування персоналом операційної системи.* Формулювання завдань і оцінювання їхнього виконання здійснюють у формі нормативів витрат і результатів для додаткового робочого місця;
- 3) *нормування робіт є передумовою розбивки технології на сукупність робочих місць.* Робоче місце — це підпорядковані конкретному виконавцю ресурси, посадові обов'язки і необхідний результат, визначений як стикова форма;
- 4) *організація і нормування робіт будуються на основі декомпозиції, місії і стратегії операційної системи.* У цій своїй якості нормування можна розглядати як важливий допоміжний інструмент керування операційною системою.

За своєю суттю стратегічне керування виходить за межі нормування тому, що стратегія припускає істотні зміни стиків і (або) ресурсів.

Нормування ні в якому разі не може розглядатися як основний елемент стратегічного планування, але може використовуватися як допоміжний інструмент (для приблизного розрахунку ресурсів чи прогнозування результатів).

Якщо стратегічний план будується на основі переважно нормованого підходу, то, швидше за все, ми маємо справу не зі стратегією;

- 5) *нормування є дійсним інструментом стимулювання і мотивації працівників в операційній системі.* При цьому важливо виходити з «теорії справедливості», відповідно до якої працівник усвідомлено або підсвідомо установив для себе норматив співвідношення «зусилля/винагорода». Його можна описати і як коефіцієнт справедливості

$$K_{спр} = \text{зусилля/винагорода.}$$

Даний коефіцієнт є перетвореною формою співвідношення «результат/ресурси», тому, здійснюючи нормування на рівні робочого місця, варто пам'ятати про необхідність дотримання в цілому даного

співвідношення як неформального коефіцієнта справедливості. Чому? У випадку, якщо виконавець вважає, що для нього це співвідношення не дотримується, він внутрішньо налаштується на відновлення співвідношення шляхом зменшення зусиль.

Проблема нормування робіт як способу стимулювання і мотивації містить ще і суб'єктивно психологічний процес, тобто коефіцієнт справедливості є ще і функцією самооцінювання працівника й інших. У практиці операційного менеджменту прийнято вирішувати цю проблему, видаючи заробітну плату в конвертах, хоча це змушує підозрювати несправедливість навіть там, де її немає;

- б) *дуже серйозно представлені норми в такому аспекті як інвестування й інновації*. Саме норми виступають методичним містком між поточною діяльністю системи і її перспективним розвитком;
- г) *норми і нормативи організації робіт є полем інформатизації й інформаційних обмінів*. Сьогодні існують надійні машинні методи нормування робіт. Стандарти і нормативи є також і сферою інноваційних процесів.

3.6 Продукти і процеси в контексті операційного менеджменту

Добір, проектування і визначення продукту (товару) мають значення для всіх наступних операційних рішень. Операційні менеджери повинні представляти і забезпечувати ресурсами процес розвитку продукту.

3.6.1 Продукт у системі цілей операційного менеджменту

Одне з основних завдань операційного менеджменту полягає у підготовці або доборі системи правил — процедур, що забезпечують реальну єдність усіх ланок і підрозділів.

Продукт у системі цілей виступає, свого роду, генератором функціонування і взаємодії всіх елементів операційної системи. Тому вихідне завдання формування операційної системи зводиться до визначального аналізу і проектування продукту.

Професійна характеристика продукту припускає використання дисциплінарної матриці термінів, позначок процедур, прийнятих в даній професійній сфері.

Прив'язка загальних принципів положень операційного менеджменту до реального технологічного й організаційного середовища завжди залишає ланки і процеси, не охоплені відомими й апробованими методиками і підходами. Тому будь-яка операційна система містить у собі унікальні й інноваційні процеси. У той же час це не означає, що ці інноваційні аспекти можуть скасовувати загальні принципи і підходи.

Аналітичне подання продукту:

- 1) характеристика його функціонального призначення. Починаємо з установлення загальних границь і рамок функціонального призначення продукту. Корисно ці границі встановлювати в негативній формі: «не можна», «не буває». Це відразу відкине безліч непотрібних або несуттєвих функціональних характеристик продукту. У той же час таке відображення шляхом відомої трансформації може бути поширено і на характеристику процесу, тобто непотрібну властивість не слід і відтворювати. Такий простий підхід може слугувати однією з операційних основ, що забезпечує керування витратами, оскільки:
 - непотрібні якості і властивості споживач не оплачує;
 - у випадку, якщо в технологічному процесі є непотрібні характеристики, зрозуміло, що лише частково використовуються можливості та ресурси для забезпечення істотних і важливих якостей продукту;
- 2) після визначення границь факторних характеристик розглядається завдання аналітичного опису маси важливих і

необхідних властивостей продукту. Операційний менеджмент виходить з того, що дана численність завжди більша за число характеристик конкретного реального продукту. Завдання 100%-ї відповідності між істотними і реальними якістьями продукту є нерозв'язним через цілий ряд економічних, організаційних та решти причин.

Реальним є завдання оптимізації рівня цієї розбіжності (не мінімізації, а оптимізації), тобто досягнення такої величини цієї дельти, що, з одного боку, забезпечує нормальне функціонування операційної системи, а з іншого — гарантує міцні конкурентні позиції, тобто необхідний рівень конкурентоздатності продукції.

3.6.2 Тимчасова операційна структура продукту

Для тлумачення поняття тимчасової структури продукту звернемося до наступної ситуації. Припустимо, що операційному менеджерові компанії *Боїнг Аіркразфт*, необхідно спланувати виробництво одного літака за тиждень. Природно він має інформацію про потреби технологічного процесу в необхідних компонентах, тобто агретатах, вузлах, деталях (літак *Боїнг-767* складається із трьох мільйонів і ста тисяч деталей, які виготовляються і поставляються 800 компаніями з усього світу. Наприклад, частини фюзеляжу виробляються в Японії, центральні частини крил — у Південній каліфорнії, закрилки — в Італії і т. д.).

Очевидним є те, що для безперебійного виробництва *Боїнга* операційний менеджер для кожного літака будь-якої моделі повинний скласти *тимчасову операційну структуру* або, як її ще називають, *цикловий графік виготовлення виробу*. Останній являє собою графічне зображення на якому проставлені час виготовлення або постачання суміжниками (постачальниками) окремих деталей і вузлів для зборки об'єкта. Ефективність управління процесом виробництва продукту залежить від того з яким

ступенем точності і раціональності операційний менеджер побудує цикловий графік. Саме цей графік надалі використовується для рішення важливих задач операційного менеджменту в сфері виробництва, а саме:

- прогнозування потреби в матеріалах, комплектуючих, запасних частинах і т. д.;
- визначення ритму виробництва;
- розрахунку тривалості виробничого або операційного циклу;
- установа періоду запуску і випуску партій деталей, вузлів, агрегатів;
- визначення розмірів заділів.

Розрахунок тривалості виробничого або операційного циклу виготовлення продукту є безпосередньою задачею операційного менеджера, яку він може оперативнo вирішити тільки при умові, якщо попередньо побудує *тимчасову операційну структуру* останнього.

Вихідним моментом для побудови *тимчасової операційної структури продукту* (виробу) є наявність складального креслення або креслення зборки, специфікації відомості складу виробу і схеми технологічного процесу зборки виробу.

Складальне креслення — це креслення, що містить зображення виробу (приладу, автомобіля, ручки, олівця і т. п.) і дані для його зборки і контролю.

Креслення зборки — це так назване тривимірне креслення, відоме як ізометричне креслення, де відносно місце розташування компонентів показано по відношенню один до одного з метою вказівки як і в якій послідовності збирати виріб.

Специфікацією називається таблиця, що містить перелік усіх складових частин (деталей), що входять у даний виріб, а також конструкторських документів, що відносяться до цього виробу і його складових частин. Вона є основним конструкторським документом, визначає склад складальної одиниці, комплексу,

комплекту і необхідна для їхнього виготовлення, комплектування конструкторських документів і планування запуску у виробництво зазначених виробів.

Схема технологічного процесу зборки являє собою умовне зображення послідовності включення окремих деталей, складальних груп і підгруп у зборку виробу. Ця схема визначає точку виробництва, де елементи попадають у складальні вузли й у так називані кінцеві вироби.

Відомість складу виробу представляє перелік визначених кількостей елементів, інгредієнтів і матеріалів, які необхідні для виготовлення виробу. Деталі, що повинні бути зроблені, часто специфікуються за допомогою саме відомості складу виробу.

По суті своєї відомість складу виробу визначає його ж структуру (від лат. *structure* — будівля, розташування, порядок, взаємозв'язок складових частин) і, більш того, розвиток цієї структури, поступового її поглиблення, виявляючи вимоги для кожного окремого елемента (довідка: цей момент ще в другій половині ХХ століття був описаний і формалізований за допомогою матричної алгебри).

Служба менеджменту, зокрема операційні менеджери, у своїй практичній діяльності для побудови тимчасової структури будь-якого продукту (виробу) частіше користуються кресленням зборки, відомістю складу виробу і схемою технологічного процесу зборки.

Процес формалізації тимчасової операційної структури виробу розглянемо на прикладі відомого вузла автомобільного двигуна — шатунно-поршневої групи (ШПГ).

Приклад. Операційний менеджер, одержавши в технічному відділі заводу необхідні креслення зборки (див. додаток И), відомість складу ШПГ (див. додаток К) і схему технологічного процесу зборки (див. додаток Л), проводить аналіз наступного змісту.

Кожна шатунно-поршнева група складається з одного поршня й одного шатуна. Кожен поршень вимагає двох одиниць кілець компресійних, одну одиницю кільця маслоз'ємного, одну одиницю пальця поршневого і дві одиниці кілець стопорних. Далі, шатун вимагає одну одиницю втулки шатуна, одну одиницю кришки шатуна, дві одиниці вкладиша шатунного і дві одиниці елемента кріплення кришки шатуна. При цьому кожна одиниця елемента кріплення кришки шатуна вимагає одну одиницю болта шатунного й одну одиницю гайки болта шатунного.

Зробивши такий аналіз, операційний менеджер може сконструювати структуру виробу (шатунно-поршневої групи) у відносних одиницях потреби складових елементів (деталей). У даному випадку вона буде мати вигляд, представлений на рис. 3.13.

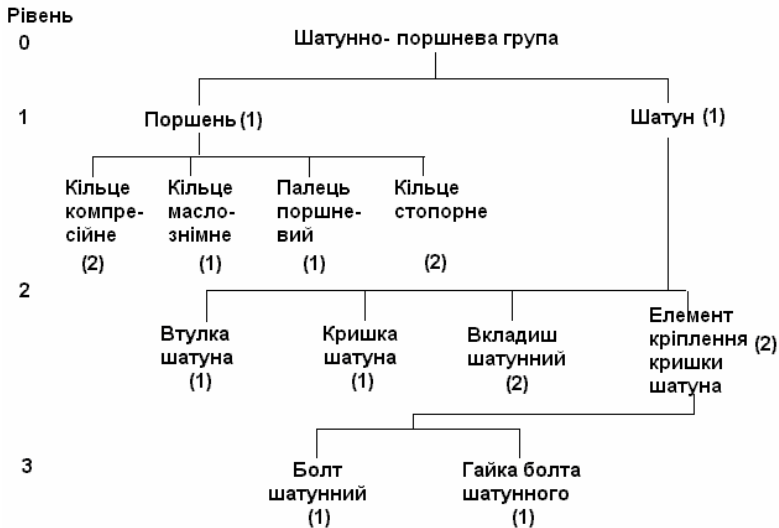


Рис. 3.13 Структура виробу

З рис. 3.13 видно, що структура шатунно-поршневої групи має чотири рівні: нульовий (0), перший (1), другий (2) і третій (3).

У даному випадку маються «батьки»: шатунно-поршневі групи, поршень, шатун, елемент кріплення кришки шатуна. Одиниці «поршень, шатун, елемент кріплення кришки шатуна, болт шатунний і гайка болта шатунного» є «дітьми» тому, що кожна одиниця має принаймні один рівень над нею. У цій структурі «поршень, шатун, елемент кріплення кришки шатуна» являються одночасно і «батьками», і «дітьми».

У сконструйованій структурі виробу число в круглих дужках указує, яку кількість штук цієї окремої одиниці необхідно мати, щоб виготовити одиницю, що слідує відразу ж вище неї: наприклад, для виготовлення елемента кріплення кришки шатуна необхідно мати один болт шатунний і одну гайку шатунну і т. д.

Маючи розгорнуту структуру виробу, операційний менеджер може визначити необхідну кількість штук кожної одиниці, що необхідні для задоволення потреби і, головне, визначити тривалість виробничого (операційного) циклу виготовлення спроектованого продукту.

3.6.3 Розрахунок тривалості виробничого циклу виготовлення продукту

У практичній діяльності будь-якого підприємства виробничопланова служба визначає момент часу, коли елементи кожного конкретного найменування потрібні, тобто коли їх закуповувати або виготовляти і збирати виріб. Іншими словами, операційний менеджер разом з технічним відділом визначає час чекання, руху, черговість, час переналагодження і час виготовлення кожного елемента (деталі). Будучи згрупованими разом, сума часу називається операційним часом циклу виготовлення виробу або окремого елемента. Визначення операційного часу досить не легка задача. Сьогодні відомі два методи визначення операційного часу — це метод розрахунку, що базується на основі тимчасової структури виробу і аналітичний метод.

3.6.3.1 Визначення операційного часу циклу виготовлення виробу на основі тимчасової структури виробу

Для заданих умов розглянутого прикладу виготовлення шатунно-поршневої групи орієнтовні значення операційного часу виготовлення кожної деталі мають різні значення (табл. 3.4). Операційний менеджер, маючи відомість складу, структуру одиниці ШПГ і операційний час по кожній деталі, приступає до формування тимчасової операційної структури продукту, що для розглянутого прикладу представлена на рис. 3.13. Далі, використовуючи отримане графічне зображення тимчасової структури ШПГ, операційний менеджер за даними, наведеними у табл. 3.4, визначає тривалість виробничого циклу $T_{ц}$ виготовлення одного комплекту виробу. У цьому випадку $T_{ц}$ визначається тривалістю самого протяжного виробничого ланцюжка, якщо рухатися від часу закінчення зборки в напрямку, зворотному ходові технологічного процесу (рис. 3.14).

Для наведеного прикладу значення $T_{ц}$ складе 108,5 хв.

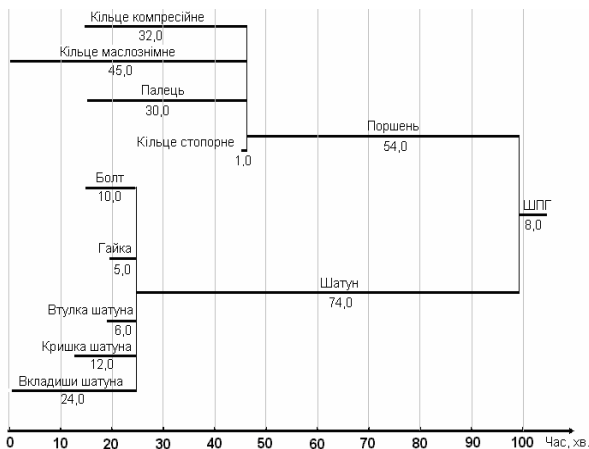


Рис.3.14 Тимчасова операційна структура шатунно-поршневої групи

Таблиця 3.4

Значення операційного часу виготовлення елементів шатунно-поршневої групи

Найменування елементів (деталей)	Операційний час виготовлення, хв
Поршень	52,0*
Шатун	74,0*
Кільце компресійне	32,0
Кільце маслознімне	45,0
Палець поршневий	30,0*
Кільце стопорне	1,0
Втулка шатуна	6,0
Кришка шатуна	12,0*
Вкладиш шатуна	24,0
Болт шатуна	10,0*
Гайка болта шатуна	5,0*
Збирання ШПГ	8,0
Примітка. * Значення наведені без врахування часу отримання заготівки	

3.6.3.2. Розрахунок тривалості виробничого циклу аналітичним методом

Аналітичний метод розрахунку більш трудомісткий тому, що вимагає попереднього визначення багатьох складових технологічного процесу виготовлення виробу. Тут за основу береться розрахунок, що відповідає послідовній обробці партій деталей на технологічних операціях. У даному випадку тривалість виробничого циклу обробки партії деталей може бути визначена за формулою:

$$T_u = 100 \cdot n \sum_{j=1}^{K_{on}} \frac{t_{um.j}}{T_{cm} \cdot K_{cm} \cdot P_{вир.j} \cdot q_{рм.j}} + K_{on} \cdot t_{mo} + t_{n.n.}, \quad (3.36)$$

де n — розмір партії;
 K_{on} — кількість операцій;

$t_{ум.j}$ — штучно-калькуляційний час виконання j -ї операції;
 $T_{см}$ — число змін;
 $K_{см}$ — коефіцієнт змінності;
 $P_{вин.j}$ — відсоток виконання норм часу;
 $q_{рм.j}$ — число робочих місць на операції;
 $t_{мо}$ — міжопераційний час;
 $t_{н.н.}$ — час, необхідний на природні потреби виконавця операції.

З огляду на той факт, що $T_{см}$ і $K_{см}$ величини постійні, а кількість місць $q_{см}$ на кожній операції дорівнює одиниці, то для визначення $T_{ц}$ можна використовувати формулу:

$$T_{ц} = \frac{100 \cdot n}{T_{см} \cdot K_{см}} \cdot \sum_{j=1}^{K_{он}} t_{ум.j} \cdot \left(1 + \frac{P_{нз}}{100}\right) + K_{он} \cdot t_{мо} + t_{н.н.}, \quad (3.37)$$

де $P_{нз}$ — відсоток підготовчо-заклучного часу.

У тому випадку, коли операції виконуються паралельно, з різним ступенем перекриття, використовується спрощена формула:

$$T_{ц} = \frac{100 \cdot n \cdot f}{T_{см} \cdot K_{см}} \cdot \sum_{j=1}^{K_{он}} \frac{t_{ум.j}}{P_{вин.j}} + K_{он} \cdot t_{мо} + t_{н.н.}, \quad (3.38)$$

де f — коефіцієнт паралельності, прийнятий для практичних розрахунків рівним 0,3–0,9.

Аналітичний метод розрахунку тривалості виробничого циклу обробки партії деталей вказує операційному менеджеру шлях оптимізації $T_{ц}$. Як показують вище приведені формули, менеджер може досягти бажаного результату за рахунок коректування змінності роботи устаткування ($K_{см}$), одночасності виконання однієї операції на декількох робочих місцях (у випадку, якщо $t_{нз}$ невелике), збільшення відсотка виконання норм часу ($P_{вин}$), зменшення часу очікування обробки партії деталей у результаті поліпшення методів внутріцехового оперативного-виробничого планування.

3.6.4 Варіанти побудови операційної системи

Побудова операційної системи від продукту уможлиблює одержання приватних характеристик і деталей основного технологічного процесу. Істотні функціональні характеристики продукту забезпечуються технологічними процесами і зусиллями. При цьому слід дотримуватися такої відповідності: кожна істотна характеристика продукту має описуватися однозначно обмеженими в просторі і часі технологічними операціями. Допускається множинність і перетинання характеристик процесу і відповідних характеристик продукту.

Це означає, що одна і та ж операція може відповідати за кілька істотних характеристик продукту.

Жорстка прив'язка продукту і процесу, з одного боку, завжди веде до втрати частини істотного зв'язку, але, з іншого — без такої прив'язки не можна керувати. Це означає, що в операційному менеджменті завжди необхідна присутність формального моменту.

Процес агрегування керування інформацією завжди породжує ризики операційної системи, пов'язані з можливою втратою істотної і дуже важливої інформації.

Абстрактний підхід до людей і проблем вимагає одночасно від керівника постійного порівняння продукту і процесу, моделі та реальності.

У той же час, практика операційного менеджменту допускає існування і зворотньої технологічної моделі керування — не від продукту, а від процесу. Така модель операційної системи вважається припустимою для обмеженого кола ринкових структур. Зокрема, якщо мова йде про теорії конкуренції, то це:

- 1) комутанти;
- 2) нішові фірми.

Комутанти — це ринкові структури, що орієнтуються на унікальні і «швидкостворювані» сегменти ринкового попиту.

Нішова фірма орієнтується на невеликі, але стабільні в часі сегменти ринкового попиту.

Операційні системи нішової фірми в стабільних умовах розвитку можуть будуватися від процесу до продукту в тій мірі, у якій фірма виступає як джерело стандартів якості. У всіх інших випадках операційна система найчастіше будується, як стандартна — від продукту.

3.6.5 Методи взаємозв'язаності продуктів і процесів

Взаємозв'язаність процесів і продуктів в ході функціонування операційної системи будується на прямих і зворотніх зв'язках. Варто мати на увазі, що чинник зворотніх зв'язків за певних умов може призводити до циклічних процесів в операційній системі, у тому числі і до небажаних. Отже, це припускає, що всі періодично виниклі операційні ефекти знаходяться під особливим контролем.

Поточна взаємозв'язаність продуктів і процесів припускає, що небажані коливання мінімізуються або нейтралізуються. Якщо поточно цим не можна утримати параметр (в оптимальних межах), необхідна процедура додаткового проектування операційної системи — корекція проекту.

Процес взаємозв'язаності (відповідності) процесів і продуктів є одним із самих складних завдань операційного менеджменту. Далеко не будь-які зміни їх відповідають природі, структурі і якості операційної системи, що припускає як обов'язкову умову мінімальний рівень незмінності основних умов і функцій протягом визначеного терміну.

Якщо ж загальна сума змін в системі (або їхня швидкість) не укладається в ці граничні умови, то операційна система може зруйнуватися. Отже, будь-яка операційна система має властивий їй запас мінливості. Далекоглядний менеджер завжди домагається того, що у відповідності продуктів і процесів цей запас не вичерпується.

Питання для самоконтролю

1. Що варто розуміти під «потужністю операційної системи»?
2. Вкажіть основні чинники потужності операційної системи.
3. Які розрізняють види потужності операційної системи?
4. Охарактеризуйте методи оптимізації потужності операційних систем.
5. Які методи використовуються операційними менеджерами в практичній діяльності для прогнозування потужності системи?
6. Особливості розміщення операційних систем.
7. Стратегія і тактика керування операційною системою.
8. Загальна процедура підготовки рішення на розміщення операційної системи.
9. Дайте характеристику інноваційних процесів за ознаками керування операційними системами.

Завдання для самостійної підготовки до практичних занять

Завдання 3.1

Компанія «Омега плюс» що займається розливом в пляшки слабоалкогольних напоїв. У своєму складі компанія має:

- ділницю по розливу напоїв в пляшки;
- ділницю пакування пляшок;
- два склади.

Ділниця по розливу напоїв у пляшки має потужність 80 000 літрів за зміну, працює працює 7 днів на тиждень.

Стандартні пляшки ємністю 750 мл наповнюються напоями і потім надходять на ділницю пакування пляшок. Щодня відтіля відправляється 20 000 упаковок по 12 пляшок кожна. Ділниця працює 5 днів на тиждень. Упаковки з наповненими пляшками відправляються на товарні склади компанії.

Компанія має два основних склади, кожний з яких може «переробити» до 30 000 упаковок у тиждень.

Операційному менеджерві необхідно:

- а) визначити максимальну потужність операційної системи;
- б) розробити рекомендації щодо збільшення поточної потужності операційної системи.

Завдання 3.2 (задача коректування потужності операційної системи з метою максимізації прибутку).

Завод випускає продукцію трьох видів — вид 1, вид 2 і вид 3. Прибуток за випуск одиниці продукції, відповідно, складає:

- для виду 1 – 10 гривень;
- для виду 2 – 8 гривень;
- для виду 3 – 20 гривень (таблиця 3.4).

На випуск одиниці продукції першого виду витрачається 0,8 одиниць сировини категорії A , 0,6 — категорії B і 1,2 — категорії C . Для випуску одиниці продукції другого виду витрачається сировини категорії A — 1,4 од., категорії C — 1 од. Дві одиниці сировини категорії A і дві одиниці сировини категорії B витрачаються на випуск одиниці продукції третього виду (див. таблицю 3.4). У наявності є запаси сировини категорії $A = 200$ од., $B = 100$ од., $C = 400$ од.

Операційному менеджерві необхідно визначити число одиниць продукції зазначених видів, при випуску яких заводві забезпечується максимальний прибуток.

Таблиця 3.4

Вихідні дані до рішення задачі

Вид продукції, що випускається	Витрата сировини на випуск одиниці продукції		
	A	B	C
1	0,8	0,6	1,2
2	1,4	0	1
3	2	2	0

Завдання 3.3

З метою регулювання потужності операційної системи операційному менеджерів, з огляду на сезонні коливання на попит продукції, необхідно визначити нормативну потужність на кожен місяць 2006 року. У якості вихідних даних служба маркетингу надала інформацію наступного характеру (див. таблицю 3.5).

Таблиця 3.5

Місячні продажі продукції за дванадцять місяців 2004 і 2005 років

Місяць	Продажі		Місяць	Продажі	
	2004 р.	2005 р.		2004 р.	2005 р.
Січень	35	38	Липень	46	51
Лютий	37	40	Серпень	44	48
Березень	40	44	Вересень	43	46
Квітень	44	46	Жовтень	38	42
Травень	45	48	Листопад	36	39
Червень	48	52	Грудень	35	37

Завдання 3.4

Визначення виробничого циклу виготовлення (одержання) продукту актуально не тільки у виробничій сфері. У сфері сервісу перед операційним менеджером стоїть таке ж завдання. В області управління проектами визначення так званого виробничого циклу також має досить актуальне значення через оптимізацію намічених робіт з метою найшвидшого здійснення проекту. Для прикладу приведемо випадок з реальної практики створення плану розвитку міста Олдборо, що описав Лес Геллоуей у книзі «Операційний менеджмент. Принципи і практика» [2].

Опис ситуації

Міська рада Олдборо готує великий план реконструкції центру міста і його південних районів. З відкриттям нового університету в сусідньому місті число студентів у технічному коледжі Олдборо скоротилося настільки, що коледж упору закрити. Поруч з ним знаходиться поліцейська дільниця, що уже не справляється зі зростаючими потребами району. З'явилася можливість продати і те й інше компанії-забудовникові, щоб та побудувала на їхньому місці новий торговий центр і школу. При цьому потрібно буде змінити схеми руху транспорту в центрі міста. На отримані від продажу гроші міська рада зможе купити в British Railways невикористовувану залізничну станцію і побудувати на території коледжу басейн і розважальний центр.

Раніш міській раді була передана спадщина в 500 тис. фунтів стерлінгів, однак за умовами заповіту, рада зобов'язана протягом трьох років витратити цю суму на поліпшення здоров'я жителів міста, не вдаючись до нового будівництва. Більш того, рада давно обіцяла побудувати на південь від міста об'їзну дорогу, відкрити там нову поліцейська дільницю і переїхати ближче до неї, продати свою землю в південному районі і за рахунок цього фінансувати всю схему розвитку міста.

Нові вимоги відносно шкідливих викидів вимагають модернізації заводу по переробці та утилізації сміття, перш ніж можна буде заселяти територію на півдні. Малоімовірно, що забудовник купить землю раніш, ніж почнуться ці роботи.

Міська рада виділила види робіт, які варто виконати для здійснення наміченого плану. Їхній склад, тривалість і вартість виконання приведені в табл. 3.6.

Визначити найкоротший виробничий цикл реалізації проекту реконструкції міста, використовуючи для цього «тимчасову структуру товару», у даному випадку проекту.

Таблиця 3.6

Завдання операційному менеджеру

Перелік робіт	Тривалість, місяців	Вартість, млн фунтів стерлінгів
Будівництво об'їзної дороги	14	-
Продаж землі під житлову забудову	3	-4,0
Модернізація переробки сміття (стадія 1)	3	-
Модернізація переробки сміття (стадія 2)	18	-
Будівництво нової поліцейської дільниці і будинку міської ради	12	18,0
Переїзд поліцейської дільниці на нове місце	1	-
Продаж коледжу і старої поліцейської дільниці	3	-14,0
Купівля залізничної станції	1	2,0
Знос станції	2	0,5
Будівництво розважального центра	14	16,0
Устаткування розважального центра	2	1.2
Розробка нової схеми транспортних потоків	6	0,2
Упровадження нової схеми транспортних потоків	3	0,5
Забудовник будує торговий центр	18	-
Забудовник будує житлові будинки	9 (до в'їзду перших мешканців)	-

Завдання 3.5

Вивчивши задачу А. Вебера по знаходженню доцільного місцеположення операційної системи, скласти цільову функцію мінімізації транспортних витрат для умов поданих на рис. 3.13.

Із рисунка слідує, що цільова функція мінімізації транспортних витрат повинна досліджувати ситуацію, в якій приймає участь один пункт закупівлі P_1 і два пункта реалізації P_1 і P_2 .

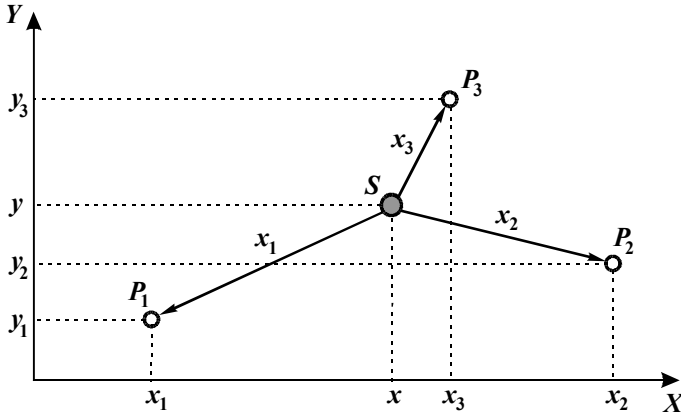


Рис. 3.13 Геометрична інтерпретація транспортної моделі за А. Вебером

Список літератури

1. Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем. — М.: Наука, 1978. — 400 с.
2. Гелловей Л. Операционный менеджмент. Принципы и практика: Пер. с англ. — СПб.: Питер, 2001. — 319 с.
3. Канур К., Ламберсон Л. Надежность и проектирование систем. — М.: Наука, 1980. — 604 с.
4. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. Определения, теоремы, формулы: Пер. с англ. — М.: Наука, 1984. — 831 с.
5. Нечипоренко В. И. Структурный анализ систем. Эффективность и надежность. — М.: Советское радио, 1977. — 206 с.
6. Основы моделирования сложных систем / Л.М. Дихненко, В.Ф. Кабаненко, Э.Г. Петров и др. — К.: Высшая школа, 1981. — 360 с.
7. Петров Э. Г., Писклакова В.П., Бескорвайный В. В. Территориально распределенные системы обслуживания. — К.: Техника, 1992. — 208 с.
8. Саркисян С. А., Ахундов В. М., Минаев Э. С. Большие технические системы. Анализ и прогноз развития. — М.: Наука, 1977. — 350 с.

9. Фильчаков П. Ф. Справочник по высшей математике.— К.: Наукова думка, 1974.— 743 с.

Тести для контролю знань

Тести до теми «Потужність операційної системи»

1. *Що розуміється в загальному значенні під потужністю операційної системи:*

- 1) кількість виробленої продукції за календарний період;
- 2) здатність операційної системи до виконання кількості операцій за одиницю часу;
- 3) здатність операційної системи до виконання кількості операцій за операційний цикл;
- 4) величина, якою визначається кількість продукції, «виробленої» операційною системою.

2. *Укажіть формулу для обчислення потужності операційної системи:*

- | | |
|---------------------------|-----------------------|
| 1) $W = (A + A_0)^a / t;$ | 3) $W_0 = A_0 / t_0;$ |
| 2) $W = A * e^t;$ | 4) $W = A_0 * t_0.$ |

3. *Під операційним циклом варто розуміти:*

- 1) відносно завершену за результатом послідовність операційних дій і процедур, у рамках якої має сенс говорити про керовану й оцінювану операційну дії;
- 2) сукупність періодично повторюваних явищ, за яких об'єкт, що підлягав зміні у визначеній послідовності, знову приходить у вихідний стан;
- 3) інтервал календарного часу від початку до завершення процесу одержання остаточного продукту;
- 4) сукупність змін за один повний період за сталого режиму навантаження.

4. *«Межа дрібнення операцій» пов'язана з фундаментальним економічним поняттям. Яким саме:*

- 1) уніфікація;
- 2) спеціалізація;
- 3) інтеграція;
- 4) експансія.

5. *Вкажіть основний негативний ефект дрібнення операцій, коли його межа доходить до рівня окремих процедур:*

- 1) збільшення собівартості;
- 2) надмірне розширення виробничої бази;
- 3) «засмічення» каналів інформації непотрібними сигналами;
- 4) збільшення тривалості операційного циклу.

6. *Основною метою керування потужністю операційної системи є:*

- 1) декомпозиція загальної мети операційної системи;
- 2) структурування організаційної підсистеми;
- 3) генерування резерву потужності;
- 4) створення можливості виключення перехідного режиму.

7. *Що може слугувати за одиницю потужності операційної системи:*

- 1) кількість «вироблюваної» продукції за одиницю часу;
- 2) річний обсяг випуску продукції;
- 3) операційний цикл;
- 4) кількість затраченої «енергії» системи за одиницю часу.

8. *Укажіть види потужності операційної системи:*

- 1) нормативна і розрахункова;
- 2) максимальна і мінімальна, нормативна і розрахункова;
- 3) потенційна, нормативна, розрахункова, максимальна, мінімальна, оптимальна;
- 4) спроектована, нормативна, максимальна, прогнозно-перспективна.

9. Чи є потужність операційної системи довільною величиною, встановлюваною операційним менеджером:

- 1) так;
- 2) ні;
- 3) частково;
- 4) можливо тільки у визначених ситуаціях.

10. Оптимальна потужність операційної системи — це рівень, що дає змогу використовувати провідну ланку операційної системи зі збереженням резерву потужності:

- 1) 5–10%;
- 2) 10–20%;
- 3) 10–30%;
- 4) 15–35%.

11. Потенційна потужність операційної системи — це:

- 1) максимум потужності, що може бути досягнутий за ідеальних умов середовища;
- 2) потужність, що відповідає найбільшому компоненту системи;
- 3) потужність, що дорівнює потужності середнього компонента системи;
- 4) правильні відповіді 1) і 2).

12. Розрахункова потужність операційної системи — це:

- 1) потужність, що відповідає найбільш могутньому компоненту системи;
- 2) кількість завершених операцій, що допускаються за найменшим компонентом операційної системи;
- 3) кількість операцій, що може бути виконана за повного зняття чинника невизначеності;
- 4) по суті, проєктована потужність.

13. Укажіть методи оптимізації потужності операційної системи:

- 1) факторний аналіз, виробничі функції;
- 2) метод вузьких місць, факторний аналіз, кореляційний аналіз;

- 3) балансовий метод, факторний аналіз;
- 4) для вузьких місць, виявлення зайвих потужностей, балансовий.

14. Визначення необхідної потужності операційної системи практично завжди базується на:

- 1) потенційних можливостях системи;
- 2) майбутньому попиту, що прогнозується з достатнім ступенем точності;
- 3) максимумі потужності, що може бути досягнутий за ідеальних умов середовища;
- 4) дефіциті потужності системи.

15. Трендове прогнозування попиту базується на:

- 1) виявленні причинно-наслідкового зв'язку між прогнозованими величинами і чинниками, що визначають їхній рівень;
- 2) наявності такої точки, де витрати дорівнюють доходу;
- 3) основі минулих тимчасових серій;
- 4) врахуванні незалежної перемінної (показника), що відбиває результат виробництва (потужність), і чинників, які обумовили цей результат.

16. Методи факторного прогнозу попиту засновані на:

- 1) виявленні причинно-наслідкового зв'язку між прогнозованими величинами і чинниками, що визначають їхній рівень;
- 2) наявності такої точки, де витрати дорівнюють доходу;
- 3) основі минулих тимчасових серій;
- 4) врахуванні незалежної перемінної (показника), що відбиває результат виробництва (потужність), і чинників, що обумовили цей результат.

17. Найголовніша мета використання методу «аналізу критичної точки» для встановлення необхідної потужності операційної системи полягає в тому, щоб:

- 1) допомогти операційному менеджеріві в процесі встановлення обсягів випуску продукції з найменшими загальними витратами;
- 2) визначити оптимальний розмір загальних витрат;
- 3) визначити оптимальну величину доходів;
- 4) правильні відповіді 2) і 3).

18. В основі застосування «древа рішень» стосовно до проблеми вибору потужності операційної системи лежить критерій:

- 1) рівновірогідний;
- 2) $\max\max$;
- 3) $\max\min$;
- 4) очікувана грошова віддача.

19. Ціль застосування «древа рішень» стосовно проблеми вибору потужності операційної системи включає:

- 1) альтернативу з найвищим середнім виходом (середньою потужністю);
- 2) визначення можливого сприятливого значення потужності;
- 3) наявність альтернативи, що максимізує максимальний вихід (потужність) системи;
- 4) альтернативу, що максимізує мінімальний вихід (потужність) системи.

20. Найпростіша виробнича функція описується як:

- 1) $y = a + y*x$;
- 2) $y = \ln a + b*\ln x$;
- 3) $y = a*b^x$;
- 4) $y = a + b_1*x_1 + b_2*x_2$.

21. Трендову функцію типу $1/y = a + b*e^{-x}$, використовувану для прогнозування потужності операційної системи, називають:

- 1) статичною;
- 2) показовою;
- 3) експонентною;
- 4) логістичною.

22. Трендову функцію типу $y = a \cdot b^x$, використовувану для прогнозування потужності операційної системи, називають:

- 1) статичною;
- 2) показовою;
- 3) експонентною;
- 4) логістичною.

23. Чим обумовлена необхідність оптимізації потужності операційної системи:

- 1) система повинна бути досить потужною без зайвих і невикористаних потужностей;
- 2) зниженням витрат функціонування системи;
- 3) відповідністю до вимог ринку;
- 4) забезпеченням конкурентноздатності на ринку.

Тести до теми «Розміщення операційної системи»

1. Що використовується операційним менеджером під час проектування операційної системи в плані оптимізації її розміщення:

- 1) умовно-незалежна модель завдання топологічної оптимізації;
- 2) коло лояльних клієнтів;
- 3) наявність конкурентів;
- 4) рішення вищого керівництва.

2. Завдання локалізації ресурсів може бути описане за допомогою такої групи чинників:

- 1) оптимальністю наближення до точок концентрації найважливіших ресурсів і мінімізацією витрат на доставку продукції споживачам;
- 2) визначеним тимчасовим інтервалом доставки ресурсів на вхід операційної системи;
- 3) оптимальністю структури і стану ресурсів;

- 4) можливо, факторами, зазначеними у відповідях 1), 2), 3), а також наявністю сталої кваліфікованої робочої сили, інфраструктури і наближеності до інших операційних систем.

3. Початок функціонування операційної системи визначається моментом:

- 1) початку віддачі розпорядження керівництвом;
- 2) найбільш пізньої доставки ресурсу;
- 3) готовності виробничих структур;
- 4) завершенням формування керувальних і керованої підсистем.

4. Таке обмеження функціонування операційної системи, як її оптимальне наближення до точок концентрації найважливіших ресурсів, по суті, є:

- 1) своєрідним оптимізаційним завданням вибору відстані між дислокацією операційної системи і місцем перебування ресурсів;
- 2) завданням вибору транспортних засобів для доставки ресурсів;
- 3) завданням максимізації ефективності функціонування операційної системи;
- 4) завданням створення інфраструктури операційної системи.

5. Завдання топологічної оптимізації пов'язане з розглядом:

- 1) тополого-ресурсних чинників;
- 2) тополого-ресурсних чинників і чинників організаційно-управлінського характеру;
- 3) тополого-ресурсних чинників і чинників організаційно-управлінського, а також фінансового характеру;
- 4) чинників тополого-ресурсних, організаційного й управлінського, фінансового і технічного характеру.

6. *Фундаментальна економіко-математична модель вирішення завдань раціонального розміщення розподільних складів операційної системи має вигляд:*

- 1) $K = \max(E - C)$; 3) $K = \text{opt}G[E, B]$;
2) $E = \Phi_e(P_s^k)$ і $B = \Phi_c(B_s)$; 4) $E = \min \sum_{i=1}^N (B_{mp_i} + B_{xp_i})$.

7. *Які обмеження відбивають внутрішнє топологічне середовище операційної системи:*

- 1) зв'язок з інженерною геофізикою;
- 2) зв'язок з інженерною геофізикою, небезпека екстремальних режимів або руйнування;
- 3) зв'язок з інженерною геофізикою, небезпека екстремальних режимів або руйнування, утилізація відходів;
- 4) зв'язок з інженерною геофізикою, небезпека екстремальних режимів або руйнування, утилізація відходів, що складаються за рівнем менеджменту операційної системи.

8. *Яким можливостям операційної системи має відповідати рівень просторової капіталізації:*

- 1) фінансовим і технологічним;
- 2) лише ресурсним;
- 3) інформаційним, інфраструктурним і кваліфікаційним можливостям керувальних підсистем;
- 4) правильні відповіді 1) і 2).

9. *В основі алгоритму «київський віник», використовуваного для вибору «точки розміщення» операційної системи (або її основних підсистем), лежать:*

- 1) правила послідовного звуження безлічі конкурентноздатних варіантів;

- 2) перегляд і ознайомлення з різними варіантами «точок розміщення»;
- 3) виконання офіційної процедури розрахунку витрат за обраним варіантом;
- 4) вибір запасних варіантів розміщення операційної системи.

10. Коли операційним менеджером приймається рішення щодо розміщення операційної системи:

- 1) у разі повного «вироблення» ресурсу системи;
- 2) у разі неможливості переробки вхідного ресурсу;
- 3) у разі створення нової операційної системи або виникнення необхідності зміни дислокації останньої;
- 4) у разі порушення стабільності функціонування окремих підсистем операційної системи.

11. Якими чинниками задається рівень твердості остаточного рішення на розміщення операційної системи:

- 1) керованими чинниками розміщення операційної системи;
- 2) тополого-ресурсними;
- 3) некерованими чинниками розміщення операційної системи;
- 4) чинниками організаційно-управлінського характеру.

12. Рішення про розміщення операційної системи належить до числа завдань такого плану:

- | | |
|------------------|-----------------|
| 1) фінансових; | 3) поточних; |
| 2) стратегічних; | 4) оперативних. |

13. Експерти встановили, що на опрацювання нового варіанту «від нуля» розміщення операційної системи стосовно раніше підготовленого запасного варіанту необхідно мати:

- 1) у 2–3 рази менше часу;
- 2) у 1,5–2,5 рази менше часу;
- 3) у 3–4 рази менше часу;
- 4) на 40–60% менше часу.

14. У разі оцінювання ефективності прийнятого рішення про розміщення операційної системи слід провести розрахунки наступного характеру:

- 1) з оцінювання поточної і довгострокової ефективності;
- 2) з оцінювання місткості ринку;
- 3) з прогнозування збуту продукції;
- 4) з визначення строку окупності.

15. Які проблеми можуть виникати у випадку розбіжності між традиційною (запровадженою) схемою розміщення операційної системи і її фактичним розміщенням:

- 1) організаційні й управлінські;
- 2) соціальні й інституціональні;
- 3) виробничо-технологічні;
- 4) фінансові й організаційно-управлінські.

16. Установлена (визначена) ефективність розміщення операційної системи є однією з основ для:

- 1) перегляду дій щодо посилення короткострокової прибутковості;
- 2) ревізії і корекції стратегічних цілей;
- 3) переоцінки місії;
- 4) перегляду необхідності зміни топ-менеджера.

17. Операційний менеджер використовує метод звуження варіативного поля для:

- 1) вирішення завдань розміщення операційної системи з обліком керованих (підконтрольних) чинників, максимально прив'язаних до останнього;
- 2) вирішення завдань розміщення операційної системи з урахуванням некерованих чинників, але прив'язаних до останнього;
- 3) формування інфраструктури операційної системи;
- 4) оптимізації каналів надходження сировини.

18. Фінансові чинники обмеження розміщення операційної системи відбивають:

- 1) можливість забезпечення якомога більшої реалізації позитивного ефекту;
- 2) можливість зниження витрат на розміщення операційної системи;
- 3) можливість одержання найдешевшої сировини;
- 4) необхідність дрібнення організаційної й управлінської підсистем.

19. Чи існують на сьогоднішній день стандартні методи обліку й оцінювання витрат розміщення операційної системи:

- 1) так;
- 2) частково;
- 3) практично не існують;
- 4) перебувають на стадії реалізації.

20. Чи породжує належна операційна система занадто велику кількість внутрішніх комбінацій розміщення ресурсів і підрозділів:

- 1) так, оскільки це єдиний шлях виживання;
- 2) так, але це відбувається за її функціонування як невідворотний процес;
- 3) ні;
- 4) якщо це й відбувається, то слід автономізувати ці ланки.

Тести до теми «Стратегія і тактика в керуванні операційною системою. Інновації і розвиток операційної системи»

1. Стратегія операційної системи:

- 1) носить допоміжний характер стосовно загальної стратегії організації;

- 2) грає чільну роль у загальній стратегії організації;
- 3) це самостійна стратегія організації;
- 4) не є складовою загальної стратегії організації.

2. Із чинниками довгострокових змін зовнішнього середовища операційна стратегія:

- 1) зв'язана невідривно;
- 2) зв'язана з 50%-ю імовірністю;
- 3) має непрямий зв'язок (тобто не зв'язана безпосередньо);
- 4) вступає в пряму взаємодію за наявності відповідних фінансових ресурсів.

3. Стратегія операційної системи вимагає:

- 1) стабільності одержання сировини;
- 2) «розумної» ізоляції від випадкових коливань і змін зовнішнього середовища;
- 3) погоджених дій постачальників сировини;
- 4) обов'язкової наявності флуктуацій зовнішнього середовища.

4. Особлива роль стабільної операційної стратегії полягає в тому, що:

- 1) вона є необхідною умовою побудови загальної стратегії;
- 2) вона є гарантом сталості якості «продукту»;
- 3) регулює відносини з постачальниками сировини;
- 4) правильні відповіді зазначені в 2) і 3).

5. Операційна стратегія не може відповідати:

- 1) за планування інновацій;
- 2) за істотні зміни в ринковій орієнтації;
- 3) за «реалізацію» інновацій і відмову від ринкової орієнтації;
- 4) можливо, правильна відповідь в 1) і 2).

6. Часовий обрій операційної стратегії стосовно тим-часового обрію загальної стратегії організації:

- 1) порівнюються;
- 2) більше на величину Δt ;
- 3) менше на величину Δt ;
- 4) завжди рівні.

7. Операційна стратегія повинна бути:

- 1) постійно стабільною;
- 2) постійно змінюється;
- 3) мінімально необхідна стабільність має відповідати максимально припустимій мінливості;
- 4) якомога неконфліктною.

8. Формулювання операційної стратегії має на увазі:

- 1) розбивку її на стабільні і мінливі цілі;
- 2) виділення фінансових цілей;
- 3) можливість реалізації загальної стратегії;
- 4) виділення технологічних розривів.

9. Що є головним у стратегії операційної системи:

- 1) її підконтрольність;
- 2) її керованість;
- 3) її погодженість;
- 4) її консервативність.

10. Тактика керування операційною системою — це:

- 1) сукупність засобів і прийомів для досягнення поставленої мети;
- 2) мистецтво підготовки і ведення діяльності операційної системи;
- 3) набір конкретних планів ведення діяльності операційної системи;
- 4) спосіб поточної організації управлінських функцій, що забезпечують поетапну і поточну реалізацію стратегії операційної системи.

11. Тактика операційної системи є:

- 1) відтворенням основної технології операційної системи;
- 2) відтворенням виробничого процесу;
- 3) відтворенням ступеня узгодженості організації і технології;
- 4) основою управлінських підсистем.

12. На чому будується тактика керування операційною системою:

- 1) на чітких критеріях стабільності системи;
- 2) на чітких критеріях рівноваги системи;
- 3) на регулярному або безперервному відстеженні потенційно критичних параметрів операційної системи;
- 4) можливо, правильні відповіді 1), 2), 3).

13. Укажіть галузі (сферу) стратегічних рішень операційного менеджменту.

- 1) формування запасів;
- 2) складання розкладів;
- 3) керування людськими ресурсами;
- 4) формування технологій.

14. Зазначте галузі (сферу) тактичних рішень операційного менеджменту.

- 1) керування якістю;
- 2) створення конструкції товару;
- 3) формування структури і змісту процесу;
- 4) вибір місця розташування операційної системи.

15. Організація і реалізація постачань є одним з основних компонентів:

- 1) тактики операційної системи;
- 2) стратегії операційної системи;

- 3) одночасно і тактики, і стратегії операційної системи;
- 4) технології операційної системи.

16. Стратегічні рішення в галузі конструкції товару:

- 1) відображають реальні можливості виробництва товару в прив'язці до технології, виконавців і ресурсів;
- 2) спрямовані на процес виробництва і встановлюють межі витрат і якості;
- 3) є чільними в одержанні продукту, підготовці ресурсів і персоналу, формуванні витратної частини організації;
- 4) є невід'ємною частиною життєвого циклу операційної системи, товару і, природньо, споживача.

17. Стратегічні рішення в галузі формування структури і змісту процесу:

- 1) відображають реальні можливості виробництва товару в прив'язці до технології, виконавця і ресурсів;
- 2) спрямовані на процес виробництва і встановлюють межі витрат і якості;
- 3) є чільними в одержанні продукту, підготовці ресурсів і персоналу, формуванні витратної частини організації;
- 4) є невід'ємною частиною життєвого циклу операційної системи, товару і, природньо, споживача.

18. У переломленні до операційних систем під інноваціями варто розуміти:

- 1) будь-які істотні зміни умов у її структурі і функціях;
- 2) заміну технології;
- 3) модернізацію устаткування;
- 4) можливість переробки різного роду сировини.

19. Чинниками запасу мінливості операційної системи є:

- 1) рівень організації, керування і масштабу операційної системи;

- 2) характер організації операційної системи, тип технології і галузева приналежність;
- 3) масштаб, глибина, реактивність запровадженої технології;
- 4) загалом перераховане вище.

20. Найбільший запас мінливості спостерігається в тих операційних системах, де основним чинником є:

- 1) капіталомістка технологія;
- 2) виконавець;
- 3) інформаційна підсистема;
- 4) загалом перераховане вище.

21. Які групи інновацій розрізняють в операційному менеджменті:

- 1) стабільні і квазістабільні;
- 2) стійкі, стабільні, адитивні;
- 3) позитивні, нейтральні, небезпечні;
- 4) руйнівні і нейтральні.

22. Який характер в операційному менеджменті носять інновації?

- 1) проактивний;
- 2) змушених адаптацій і пристосувань;
- 3) цілеспрямованих змін;
- 4) плановий.

23. Чи забезпечують завжди інновації довгострокову стабільність:

- 1) так;
- 2) ні;
- 3) у більшості випадків забезпечують, однак можуть підсилити дисбаланс між функціями і підрозділами операційної системи;
- 4) важко відповісти.

24. Яким рівнем керування стратегічної піраміди організації повинні вичерпуватися операційні інновації?

- 1) корпоративним;
- 2) діловим;
- 3) функціональним;
- 4) операційним.

25. Вкажіть відомі підходи до планування розвитку операційних систем:

- 1) корпоративний (вниз) і створення інноваційних структур усередині операційної системи;
- 2) розрахунково-аналітичний і владно-адміністративний;
- 3) на основі використання економіко-математичних моделей;
- 4) конкурентний, авторитарний, плановий.

Тести до теми «Методи організації і нормування робіт»

1. Який відомий у світовій практиці підхід використовується для вивчення організації робіт будь-якої системи:

- 1) SPELING;
- 2) SDIT;
- 3) SREDIM;
- 4) SPRELL.

2. Як пов'язане нормування робіт з організацією робочого процесу операційної системи:

- 1) зв'язок відсутній;
- 2) значною мірою;
- 3) незначною мірою;
- 4) зв'язок є, тільки непрямий.

3. Яку основну мету переслідує нормування робіт у контексті операційного менеджменту:

- 1) регулювання оплати праці виконавців;
- 2) складання калькуляції на продукцію;
- 3) збір інформації для прогнозування і розрахунку потужності операційної системи у вигляді оцінювань фактичного часу виконання виробничих функцій;
- 4) оцінювання деяких виробничих функцій системи.

4. Організація і нормування робіт операційної системи містить:

- 1) розподіл граничної подільності операцій і послідовність виконання їх;
- 2) розподіл граничної подільності операцій і послідовність виконання їх, зобов'язання операцій перед відповідними службами;
- 3) розподіл граничної подільності операцій і послідовність виконання їх, зобов'язання операцій перед відповідними службами, забезпечення стиків між операціями;
- 4) розподіл граничної подільності операцій і послідовність виконання їх, зобов'язання операцій перед відповідними службами, забезпечення стиків між операціями, згортання «консервативних» операцій.

5. Які параметри найчастіше є об'єктом організації і нормування робіт відносно операційних систем:

- 1) час і зусилля, необхідні для досягнення цілей організації;
- 2) термін узгодження управлінських дій;
- 3) елементи оперативного контролю функціонування елементів операційної системи;
- 4) результативність ефективних шляхів нарощування резерву потужності операційної системи з метою досягнення поставленої мети.

6. Що є нормою часу:

- 1) час, установлений виконавцеві для виконання визначеної операції або виготовлення одиниці продукції за сучасних організаційно-технічних умов і найбільш ефективного використання засобів виробництва з обліком передового виробничого досвіду;
- 2) кількість продукції, що слід випустити робітнику за одиницю часу;
- 3) загальна кількість часу, що слід витратити на виробництво визначеної кількості продукції;
- 4) це сума основного і допоміжного часу на виконання операції, часу на природні потреби виконавця і підготовчо-заключного часу на вивчення необхідної документації про хід виконання даної операції.

7. Що таке нормування:

- 1) це процес визначення норми часу на виконання операції;
- 2) це вимір фактичного часу виконання операції;
- 3) це планування тривалості виконання операції;
- 4) це метод установлення норми часу на виконання операції.

8. Укажіть методи нормування робіт відносно операційної системи:

- 1) прості, складні;
- 2) комбіновані, прості, диференційовані;
- 3) прямі, синтетичні, елементні;
- 4) прямі, непрямі.

9. Які типи норм використовуються за нормування робіт стосовно операційних систем:

- 1) загальні, специфічні;
- 2) стандартизовані;

- 3) розрахункові;
- 4) прогнозні.

10. Який тип норм базується на обліку своєрідності обраної технологічної схеми, ресурсів і кінцевого результату:

- 1) єдині;
- 2) специфічні;
- 3) розрахункові;
- 4) стандартизовані.

11. Чи можуть виконувати норми роль компенсатора чи нейтралізатора негативних відхилень від універсальних умов функціонування операційної системи:

- 1) ні;
- 2) частково;
- 3) так;
- 4) можливо.

12. У рамках будь-якої операційної системи організація і нормування робіт є процесом чи методом планування діяльності останньої:

- 1) ні;
- 2) частково;
- 3) так;
- 4) можливо.

13. У рамках будь-якої операційної системи організація і нормування робіт є процесом, одним з основних засобів керування персоналом останньої:

- 1) ні;
- 2) частково;
- 3) так;
- 4) в особливих випадках.

14. Організація і нормування робіт операційної системи будуються на основі:

- 1) декомпозиції;
- 2) місії;
- 3) стратегії;
- 4) можливо, на основі всього перерахованого вище.

15. Чи може нормування бути інструментом стимулювання і мотивації працівників в операційній системі:

- 1) ні;
- 2) частково;
- 3) так;
- 4) у рідкісних випадках.

16. Який коефіцієнт є перетвореною формою співвідношення «результат/ресурси»:

- 1) запасу потужності операційної системи;
- 2) ефективності використання виробничого потенціалу;
- 3) трудової участі;
- 4) справедливості.

Тести до теми «Продукти і процеси операційної системи»

1. Чи мають вагоме значення для всіх наступних операційних рішень такі аспекти, як добір, проектування і визначення продукту:

- 1) ні;
- 2) частково;
- 3) можливо;
- 4) безсумнівно.

2. У системі цілей операційної системи «продукт» виступає:

- 1) як орієнтир досягнення генеральної мети;
- 2) як «раціональне зерно» філософії операційної системи, що функціонує і розвивається у визначеному ринковому просторі;
- 3) як свого роду генератор функціонування і взаємодії всіх елементів операційної системи;
- 4) як обмежувач діяльності всіх ланок операційної системи.

3. Вихідне завдання формування операційної системи зводиться до:

- 1) визначального аналізу і проектування продукту;
- 2) формалізації технології;
- 3) підбору кваліфікованих виконавців;
- 4) формування організаційної структури.

4. Що традиційно включає професійна характеристика продукту:

- 1) технічну інструкцію, опис, перелік складу;
- 2) терміни, методу і процедури, прийняті в даній професійній сфері;
- 3) специфікацію і креслення;
- 4) усе зазначене вище.

5. Що містить у собі аналітичний опис продукту:

- 1) результати аналізу креслень і специфікації;
- 2) функціональне призначення продукту з окресленням його границь і рамок, опис важливих і необхідних властивостей;
- 3) попит на якість з боку споживачів;
- 4) зовнішній дизайн, внутрішню побудову, зручність використання, рівень корисності, ліквідність.

6. Що дає змогу формувати процедуру побудови операційної системи «від продукту»:

- 1) визначення необхідного рівня потенціалу системи;
- 2) визначення необхідної потужності системи;

- 3) одержання приватних характеристик і деталей основної технології;
- 4) прогнозування ефективності системи.

7. Перелічіть можливі варіанти побудови операційної системи:

- 1) від продукту і від вимог ринку;
- 2) від процесу і від наявності необхідної сировини;
- 3) від процесу й наявного потенціалу системи;
- 4) від продукту і від процесу.

8. Для таких ринкових структур, як комутанти і нішові фірми, переважно використовується варіант побудови операційної системи:

- 1) від продукту;
- 2) від процесу;
- 3) від наявного потенціалу системи;
- 4) від наявності необхідної сировини;
- 5) від вимог ринку.

9. Така ринкова структура, як «нішова» фірма, характеризується тим, що:

- 1) орієнтується на унікальні і «скороформовані» сегменти ринкового попиту;
- 2) орієнтується на високу динамічність ринкового попиту;
- 3) основний орієнтир — на прогресивні прошарки споживачів;
- 4) вона орієнтується на невеликі, але стабільні в часі сегменти ринкового попиту.

10. Такі ринкові структури як «комутанти» характеризуються тим, що:

- 1) орієнтуються на унікальні і «швидкостворювані» сегменти ринкового попиту;

- 2) орієнтуються на високу динамічність ринкового попиту;
- 3) основний орієнтир — на прогресивні прошарки споживачів;
- 4) орієнтуються на невеликі, але стабільні в часі сегменти ринкового попиту.

11. На чому побудована взаємозв'язаність процесів і продукту в ході функціонування операційної системи:

- 1) на узгодженні керувальних директив;
- 2) на підтримці технології;
- 3) на прямих і зворотних зв'язках продукту і процесу;
- 4) на системі обмежень, сформованих зовні.

12. Який з відомих методів може бути використаний операційним менеджером для прийняття рішення про оптимальне проектування і виробництво продукту:

- 1) метод Делфі;
- 2) метод експертних оцінювань;
- 3) «дерево рішень»;
- 4) метод аналогій.

13. *EMV* (expected monetary value) визначається як:

- 1) $EMV = (\text{віддача за «дійсним станом»}) \times (\text{імовірність «дійсного стану» сприятлива}) + (\text{віддача за останнім «дійсним станом»}) \times (\text{імовірність «дійсного стану» несприятлива})$;
- 2) $EMV = opt(P_i \times O_i)$;
- 3) $EMV =$ максимальний ефект — витрати на виробництво продукту;
- 4) $EMV = \max \{E, B\}$.

Розділ 4

НАДІЙНІСТЬ ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМ

*Надійне, не викликає сумнівів, але викликає багато запитань.
(Авторське)*

Ключові терміни і поняття: *досвід, експеримент, результат, подія, імовірність, безвідмовність, довговічність, зберігаємість, живучість, достовірність, чутливість, відмова операційної системи, ефективність, показники надійності, коефіцієнт готовності, коефіцієнт використання, коефіцієнт якості роботи, тривалість життєвого циклу операційної системи, резервування, контроль.*

4.1 Стислі відомості з теорії імовірностей

Надійне функціонування будь-якої операційної системи залежить від численних об'єктивних і суб'єктивних чинників, що часто знаходяться в складній взаємозалежності. Це призводить до того, що поява відмов або збоїв у функціонуванні операційної системи носить вірогідний характер. Останнє дає підставу для оцінювання надійності такого роду систем за широкого ужитку математичних методів. Більшість з них, використовуючи узагальнення накопиченої статистичної інформації про функціонування конкретної операційної системи за реальних ринкових умов, дають змогу виявляти імовірні закономірності та співвідношення між випадковими чинниками, що різноступенево впливають на показники надійності. З метою виявлення цих закономірностей широко застосовують теорію імовірностей — математичну науку про закономірності масових явищ, яка пропонує операційним менеджерам шляхи зменшення невизначеності, оскільки їм дуже часто доводиться приймати важливі рішення. Вивчення теорії імовірностей, заснованої на оцінюванні невизначеностей, забезпечує надійний інструмент для виміру і контролю різних їхніх форм для осіб, якими приймаються рішення.

4.1.1 Основні поняття теорії імовірностей

У теорії імовірностей застосовують ряд базових понять — досвід, експеримент, результат, подія, випадкова величина, імовірність, частота. Розглянемо їх у такій інтерпретації.

Досвід — це практичне здійснення ряду умов, правил.

Експеримент — один або декілька дослідів.

Результат — можливий підсумок експерименту.

Усі явища в економіці за ознаками кількісного оцінювання їхнього прояву розподіляють на одиничні і масові.

Одиничним вважається явище, що повторюється за багаторазового відтворення досліду.

Подія — це явище, що відбувається в результаті накопичення досліду. Події відрізняються між собою за ступенем можливості появи і характером взаємозв'язку. Події прийнято позначати великими літерами латиниці — *A, B, ...* .

Достовірною називають подію, що за всіх дослідів завжди настає, якщо буде здійснена визначена сукупність умов.

Неможливою називають подію, що за всіх дослідів ніколи не настає.

Випадковою називають подію, що за здійснення сукупності умов може або відбутися, або ні. Наприклад, відмова або збої в операційній системі за весь період життєвого циклу.

Спільні — це дві події, одна з яких не виключає можливості появи іншої. Наприклад, зростання курсу долара (подія *A*) за визначений час не виключає підйому цін на товари, вироблені за операційною системою (подія *B*).

Неспільними називають дві події, якщо в процесі функціонування операційної системи поява однієї з них виключає можливість появи іншої. Наприклад, відмова і працездатність операційної системи не можуть виникати одночасно.

Рівноможливі — це кілька можливих подій, що з'являються в процесі досліду. Причому немає підстави припускати, що поява однієї імовірніша за появу решти.

Незалежними вважають такі події, поява яких не залежить від того, яка подія відбулася перед цим.

Якщо події, що входять у групу, попарно несумісні, то їх називають «групою неспільних подій». Однак, якщо сумісні хоча б дві події з цієї групи, то вони є групою спільних подій.

На практиці часто цікавляться настанням двох неспільних подій, що утворюють повну групу. Такі події називаються протилежними.

Подію, протилежну події A , прийнято позначати як \bar{A} . Наприклад, працездатність операційної системи — A , а її відмова — \bar{A} .

У випадку, якщо подія є якісною характеристикою результату процесу функціонування операційної системи, то кількісну характеристику його представляє випадкова величина. Випадковою називають величину, що у результаті іспиту може прийняти те чи інше (але тільки одне) значення, причому заздалегідь невідомо, яке саме.

Випадкові величини звичайно позначають великими літерами латиниці, наприклад, X, Y, \dots , а їхні можливі значення — відповідними малими літерами x, y, \dots .

Випадкові величини, що зустрічаються в економічній практиці, поділяють на дві групи — дискретні і неперервні.

Дискретною випадковою величиною називається така, число можливих значень якої звичайне.

Неперервною випадковою величиною називається така, що у деякому інтервалі (кінцевому чи нескінченному) може приймати будь-яке значення.

Випадкова величина — абстрактне відтворення випадкової події.

Імовірність — це числова характеристика ступеня можливості появи будь-якої випадкової події за тих чи інших визначених, здатних повторюватися необмежене число разів, умов.

Розрізняють *математичну* і *статистичну імовірність*. Математичну імовірність визначають безпосереднім підрахунком за формулою

$$P(A) = \frac{m}{n}, \quad (4.1)$$

де $P(A)$ — імовірність події A ;

n — загальне число випадків;

m — число випадків, що сприяють події A .

З того, що імовірність є відношенням, впливає два важливих висновки:

- 1) числове значення імовірності знаходиться в інтервалі від 0 до 1,0, включаючи границі даного інтервалу, тобто $0 \leq P \leq 1,0$;
- 2) сума імовірностей усіх можливих підсумків експерименту (імовірність повної групи подій) дорівнює 1,0, тобто $\sum_i^n P = 1,0$.

Значення імовірності, що наближається до 1,0, свідчить про більшу визначеність розглянутої події. Значення імовірності, що зменшується до нуля, сигналізує про збільшення невизначеності події. Значення $P = 1,0$ відповідає достовірній події, і, навпаки, значення $P = 0$ відповідає неможливій події.

Досить малу імовірність, за якої у даних умовах подію можна вважати практично неможливою, називають рівнем значущості. Як правило, його приймають так: $\alpha = 0,01$; $\alpha = 0,05$; $\alpha = 0,10$.

На практиці імовірність часто замінюють *частотою* появи цікавої події за кінцевого числа дослідів. Частота — це число (кількість) однакових або близьких (отриманих у спостереженнях) подій чи абсолютних значень випадкової величини, об'єднаних в єдину групу, розряд.

Частота, виражена в частках одиниці або відсотках від загальної кількості об'єктів досліджуваної сукупності, називається відносною частотою

$$W = m/n . \quad (4.2)$$

Приклад. Відділ технічного контролю знайшов 6 нестандартних деталей у партії зі 100 випадково відібраних деталей. Відносна частота появи нестандартних деталей складе $W = 6/100 = 0,06$, або 6% від загальної кількості проконтрольованих деталей.

За необмеженого збільшення загальної кількості випадків n статистичне значення частоти W змінюється незначно і доходить до деякого числа P — імовірності даної події

$$P = \lim_{n \rightarrow \infty} W = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{m}{n}$$

або

$$P(A) \approx \frac{m}{n} \quad (4.3)$$

Обчислена у такий спосіб імовірність називається статистичною, бо її одержано в результаті іспитів (дослідів, спостережень).

Приклад. Банк обслуговує $n = 1152$ клієнти пенсійного віку (60–85 років). Яка імовірність того, що половина з них є клієнтами у віці від 75 до 85 років? При цьому відомо, що $m = 473$. Використовуючи формулу (4.3), визначимо розрахункову імовірність

$$P(A) = \frac{473}{1152} = 0,41.$$

Наближена рівність $P \approx m/n$ визначає імовірність P певної події за емпіричною частотою, і, навпаки, за відомої імовірності можна визначити очікувану частоту цієї події із n дослідів (спостережень), коли вони ще не проведені.

Імовірності складних подій визначаються за двома правилами — додавання імовірностей і множення імовірностей.

4.1.2 Правило додавання імовірностей

Для простоти розглянемо лише дві події — A та B . Правило додавання імовірностей застосовується для підрахунку імовірності здійснення події A або B чи обох відразу. Саме ж правило формулюється так:

імовірність появи однієї з двох неспільних подій, байдуже якої, дорівнює сумі імовірностей цих подій

$$P(A+B) = P(A) + P(B); \quad (4.4)$$

імовірність появи однієї з декількох попарно неспільних подій, байдуже якої, дорівнює сумі імовірностей цих подій

$$\begin{aligned} P(A_1 + A_2 + \dots + A_n) = \\ = P(A_1) + P(A_2) + \dots + P(A_n) = \sum_{i=1}^n P(A_i). \end{aligned} \quad (4.5)$$

У загальному випадку для повної групи подій A_1, A_2, \dots, A_n матимемо

$$\sum_{i=1}^n P(A_i) = 1,0. \quad (4.6)$$

Приклад. Підприємство для виробництва продукції уклало угоду на постачання сировини з трьома постачальниками A, B та C . На перший квартал наступного року існує імовірність одержання вантажу з необхідною сировиною від постачальника A на рівні $P(A) = 0,65$, а також від постачальника B обсягом $P(B) = 0,24$. Яка буде імовірність того, що черговий вантаж буде отриманий від постачальника C ?

Події «вантаж отриманий від постачальника A », «вантаж отриманий від постачальника C » утворять повну групу, тому сума імовірностей цих подій дорівнює одиниці

$$P(A) + P(B) + P(C) = 1,0,$$

або

$$0,65 + 0,24 + P(C) = 1,0.$$

Звідси обчислювана імовірність буде дорівнювати

$$P(C) = 1,0 - (0,65 + 0,24) = 0,11.$$

На практиці у разі проведення оцінок надійності операційних систем найчастіше розглядають дві неспільні протилежні події: стан працездатності системи і стан її відмови за конкретно заданих умов. Природньо, що вони події несумісні. У даному випадку ці події утворюють повну групу, для якої сума їхніх імовірностей також дорівнює 1,0:

$$P(A) + P(\bar{A}) = 1,0 \quad (4.7)$$

або

$$P + q = 1,0, \quad (4.8)$$

де P — імовірність того, що операційна система буде працездатною;

q — імовірність того, що буде відмова, тобто система буде непрацездатною.

Оскільки ці події протилежні (поява однієї з них вірогідна, а спільна поява обох в одному досліді неможлива), то

$$q = 1,0 - P. \quad (4.9)$$

Приклад. Імовірність того, що ринок для продажу фірмою вироблених електротоварів буде сприятливим у k -му регіоні, складає, за прогнозними даними, $P = 0,6$. Знайти імовірність того, що ринок у k -му регіоні буде несприятливим для продажу електротоварів.

Події «ринок сприятливий» і «ринок несприятливий» — протилежні, тому обчислювана імовірність буде дорівнювати

$$q = 1,0 - P = 1,0 - 0,6 = 0,4.$$

4.1.3 Правило множення імовірностей

Його застосовують тоді, коли потрібно знайти імовірність того, що події A та B відбудуться одночасно. Формулюється правило в такий спосіб.

Якщо дві події — A та B — незалежні, то імовірність спільної появи двох незалежних подій дорівнює добутковій імовірностей цих подій

$$P(AB) = P(A) \cdot P(B). \quad (4.10)$$

Коли $P(A) = P(B)$, то $P(AB) = P(A)^2$.

Якщо маємо більше двох подій, то

$$\begin{aligned} P(A_1, A_2, \dots, A_n) = \\ = P(A_1) \cdot P(A_2), \dots, P(A_n) = \prod_{i=1}^n P(A_i), \end{aligned} \quad (4.11)$$

або якщо

$$P(A_1) = P(A_2) = \dots = P(A_n),$$

то

$$\prod_{i=1}^n P(A_i) = P(A)^n. \quad (4.12)$$

Операційна система (або об'єкт) ніколи не може бути надійнішою за самий ненадійний свій елемент. Розглянемо це на елементарному прикладі.

Приклад. Якщо обчислювальна операційна система складається з двох елементів — оператора й обчислювальної машини (комп'ютер), з імовірністю безвідмовної роботи кожного $P_1 = 0,95$ і $P_2 = 0,8$, то імовірність безвідмовної роботи даної системи P_c буде дорівнювати:

$$P_c = P_1 \cdot P_2 = 0,95 \cdot 0,8 = 0,76.$$

Як бачимо, $P_c < P_2$ на 5%.

Для незалежних подій

$$P(A \cdot B) = P_B(A) \cdot P(B), \quad (4.13)$$

де $P(AB)$ — імовірність одночасної появи подій A та B ;

$P_B(A)$ — імовірність появи події A за умови, що відбулася подія B (умовна імовірність).

В разі розгляду складних подій, особливо за умов непередбачуваності змін зовнішнього середовища (ринку, конкурентів, державної політики тощо), для розгляду всіх можливих підсумків практично використовувати «дерево імовірностей». У даному випадку воно являє собою граф, де спостереження (досліди) представлені вершинами (кружечки), а кожний результат — ребром графа (проста лінія). Імовірність відповідного результату вказується біля галузі, а можливі підсумки й імовірність усієї складної події — наприкінці кожної галузі.

4.2 Основні поняття надійності операційних систем

4.2.1 Властивості надійності

Досягнутий рівень науково-технічного прогресу і накопичений досвід світової економіки вже зараз дають змогу створювати наднадійні і високоефективні операційні системи. Під надійністю системи слід розуміти її властивість зберігати в часі здатність до виконання необхідних функцій за заданих режимів і умов функціонування. У вітчизняній практиці прийнято трактувати надійність як комплексну властивість, що залежно від призначення системи й умов її застосування (використання) може включати безвідмовність, довговічність, збережність і здатність до відновлення чи визначені сполучення цих властивостей.

Під безвідмовністю операційної системи варто розуміти властивість стало зберігати працездатність протягом заданого періоду часу.

Довговічністю операційної системи називають її властивість, що полягає в здатності не досягати граничного стану протягом деякого часу.

Збережність операційної системи — це її спроможність зберігати значення показників безвідмовності і довговічності в заданих межах.

За сьогоденних умов особливе місце належить поняттю «відновлюваності» системи, яке визначає як властивість, що полягає в пристосованості до підтримки і відновлення працездатного стану шляхом різного роду заходів — вкладання інвестицій, перенавчання персоналу тощо. За суттю даний термін тотожний міжнародному «пристосованість до підтримки працездатного стану», або «підтримуваність» (*maintainability*). Крім того, це поняття містить у собі обслуговуваність системи, а також контрольність і діагностованість.

Розвиток науки сприяє більш широкому підходу до забезпечення надійності операційних систем. Так, у програмі «Reliability and maintainability by design: a blueprint for success» (автор Goodell F. S.) методи і засоби підтримки працездатності виділені з категорій поняття надійності у вузькому змісті. При цьому поняття «maintenance support» нарощено за рахунок матеріально-технічних і організаційних заходів і включає, наприклад, підготовку персоналу. Усе це відбиває зрослу роль діагностики і людського чинника в проблемі забезпечення надійності складних операційних систем, що функціонують за сучасних ринкових умов.

Всі такі властивості надійності є загальноновизнаними і рекомендуються для різних видів систем. Однак для операційних систем — виробничих, освітніх обчислювальних, інформаційних, фінансових типів — виявляється, що цих властивостей для характеристики надійності недостатньо. У практиці проектування і використання останніх знаходять застосування додаткові, приватні властивості, без врахування яких не можна повною мірою

представити комплексність поняття «надійність». Поява нових технологій ведення бізнесу, всі інформаційні технології, що розвиваються, настійно вимагають внесення в прийнятий перелік властивостей надійності операційних систем ще і таких, як живучість, достовірність і чутливість.

Живучість — це властивість операційної системи зберігати дієздатність (цілком або частково) за умов несприятливого впливу зовнішнього середовища, не передбаченого нормами і статутом організації.

У процесі проектування операційної системи за врахування менеджером вимог відносно надійності звичайно зазначаються нормальні умови її функціонування. Але до ряду операційних систем відповідального призначення можуть пред'являтися вимоги щодо виконання деяких функцій тоді, коли умови істотно відрізняються від нормальних (навіть катастрофічно руйнують). У таких випадках виникає вимога стосовно живучості операційної системи. Така вимога може бути сформульована, приміром, так: «виконувати задані функції на заданому інтервалі часу після руйнівного впливу» або «зберігати часткову працездатність після дії, що руйнує» тощо. Отже, будь-яка операційна система повинна бути «живучою» (fail-safe).

Головний зміст вимоги до живучості операційної системи полягає не тільки в тому, щоб вона тривалий час функціонувала безперервно, без відмови, в нормальних умовах, але також і в тому, щоб вона за кризових ситуацій зберігала працездатність, хоча б і обмежену.

Типовим прикладом «поганої живучості» операційної системи, обумовленої цілим комплексом причин, служить аварія, що сталася в Північному морі на норвезькому родовищі Екофіск 28 березня 1980 р. Запроектована і виготовлена у Франції спочатку як бурова платформа «Александр Кьєлланд» була використана як

плавний готель для персоналу, що обслуговує виробничі платформи. У момент аварії на платформі знаходилися 212 робітників. Перед аварією платформа простояла на якорі поблизу однієї з виробничих платформ близько 9 місяців. В умовах поганої погоди (швидкість вітру 16–20 м/с, висота хвиль — 6–8 м) зруйнувався один зі зв'язків, що скріплюють колони, потім решта з тих, що примикають. Виникло перевантаження однієї з колон, у результаті чого кут крену платформи досяг 30–35°. Підсумком «поганої живучості» платформи стала загибель 123 чоловік.

Цей приклад аварії платформи «Александр Кьєлланд» свідчить про те, що порушення вимог забезпечення живучості може стати джерелом виникнення кризової ситуації будь-якої операційної системи.

Достовірність інформації, надаваної операційною системою. Це властивість особливо важлива для інформаційних, обчислювальних операційних систем.

Операційна система може мати високу надійність, однак у ній можуть мати місце збої, що спотворюють інформацію. У системі виходить з ладу не її елемент чи підсистема, а «скривджується» інформація. Це не менш небезпечний «негаразд». Тому так важлива ще одна додаткова сторона надійності — вірогідність.

Чутливість — властивість операційної системи негайно виявляти реакцію на несприятливі (або сприятливі) зміни як внутрішнього, так і зовнішнього середовища з деяким випередженням у часовому масштабі з метою збереження дієздатності. Особлива роль у підтримці чутливості системи приділяється аналітичним службам і операційним менеджерам.

4.2.2 Відмови операційних систем

У системній теорії надійності особливе місце приділяється поняттю «відмова». Відмова — подія, що полягає в порушенні

працездатного стану, коли операційна система не здатна виконувати задані функції, що відповідають вимогам нормативно-технічної і (або) проектно-конструкторської документації.

На підставі обробки наукової літератури, досліджень функціонування великої кількості операційних систем різного призначення і топології пропонується конкретна класифікація відмов (рис. 4.1).

1. Природа походження відмови поділяє його на відмови природні і навмисні (штучні). Остання може бути викликана різними причинами внаслідок свідомих чи підсвідомих дій менеджера або персоналу в цілому.
2. Місце виникнення відмови показує на слабку точку операційної системи, її підсистеми чи складового елемента. Наприклад, падіння продажів може бути слабким місцем служби маркетингу, тобто підсистеми маркетингу.
3. Час виникнення відмови вказує, коли вона виникає протягом життєвого циклу операційної системи. Ці відмови розділяють на *пускові* (характерні для першого етапу життєвого циклу життя системи і виникають через несформульованість координації й інтеграції між основними і допоміжними ланками, елементами, підсистемами; у принципі, можна виключити цю категорію, якщо до початку функціонування системи здійснити «технологічний прогін»), а також *деградаційні*.

До деградаційних відмов відносять усі випадки, обумовлені природними процесами: змінами зовнішніх умов функціонування і внутрішніх деструктивних процесів, пов'язаних з падінням відповідальності, погіршенням відносної якості профривня персоналу, фізичним і моральним застаріванням устаткування тощо.

4. За характером відмови розподіляють на раптові, поступові, перемережані, стійкі, самоліквідні, збої.

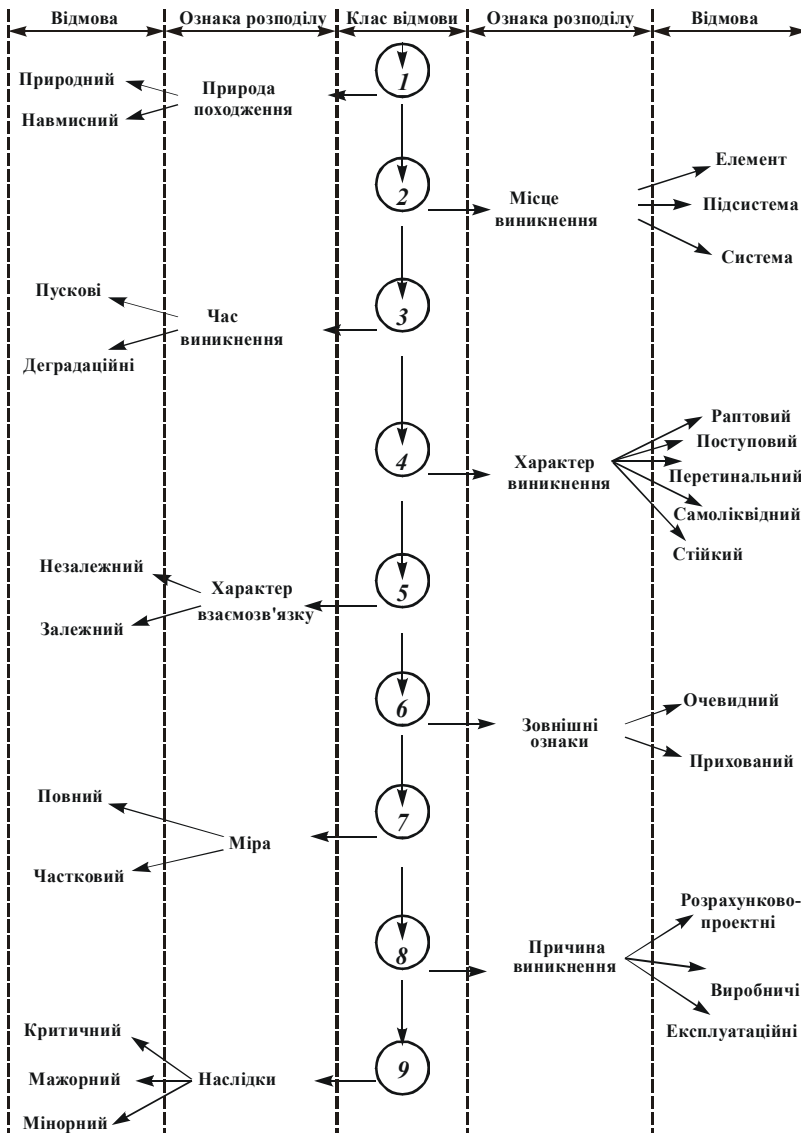


Рис. 4.1 Узагальнена класифікація відмов операційних систем

На відміну від раптової відмови, настанню поступової передують безперервна і монотонна зміна одного або декількох параметрів, що характеризують здатність операційної системи виконувати задані функції. Через це часто вдається запобігти настанню відмов або вжити превентивних заходів щодо усунення (локалізації) небажаних наслідків.

Перемежована відмова — багаторазовий збій того самого характеру. Прикладом може бути періодичне відключення енергоносіїв, перебої в постачаннях сировини тощо. Відключення електроенергії операційна система може самоусувати введенням в експлуатацію резервних генераторних установок, що працюють у режимі самовключення за певних режимів. Таку відмову можна назвати «самоліквідною». Наприклад, перезавантаження програми в комп'ютері у разі збою.

Стійка відмова обумовлена постійністю прояву за певних заданих умов функціонування операційної системи.

5. Взаємозв'язок відмов визначає їхня сумісність. До залежної відмови операційної системи відноситься призупинення виробничого циклу через припинення енергопостачання. У той же час збій у системі через некоректне планування чи керування не залежить від дискретності подання енергоресурсів.
6. Зовнішні ознаки відмов чи збою операційної системи визначають можливість виявлення — діагностування — й усунення доступними на даний момент заходами. З цієї причини вони можуть бути очевидними і прихованими.
7. Міра відмови характеризує можливість подальшого використання операційної системи або її підсистем. Повна відмова визначає ліквідацію операційної системи, а часткова, імовірніше за все, є поштовхом, провісником модернізації.
8. Причини виникнення. За цією ознакою вони розподіляються на три види відмов: розрахунково-проектувальні, виробничі, експлуатаційні.

Відмову називають розрахунково-проектувальною, якщо вона виникла через недосконалість розрахункових методів чи порушення встановлених правил і (або) норм проектування. Якщо причина відмови пов'язана з недосконалістю чи порушенням введеного циклу виготовлення продукції або технології надання послуг, відмову операційної системи називають виробничою. Якщо ж відмова чи збій у системі виникає через порушення норм і правил функціонування, то її відносять до категорії експлуатаційних.

Класифікація відмов із причин виникнення введена з метою встановлення стадії створення чи існування операційної системи, на якій варто вжити заходи для усунення причин відмов або тих же збоїв. Дана класифікація не є вичерпною для операційних систем. Так, приміром, деградаційні відмови, що наступили до кінця планового терміну служби об'єкта, а також відмови, обумовлені причинами, не передбаченими встановленими правилами і нормами (наприклад, стихійні лиха), не відносяться до однієї з цих трьох категорій. Крім того, на практиці часто виникають відмови, викликані сполученням двох і більше причин, віднесених до різних груп.

9. Наслідки або ціна відмов. Дана класифікація необхідна, насамперед, для встановлення відносин між системою і споживачем, тобто для розробки гарантійних зобов'язань розробника (виробника) перед замовником (споживачем).

Серед усіх типів відмов виділяють критичні — катастрофічні відмови, наслідки яких загрожують життю і здоров'ю людей, а також для навколишнього середовища або спричиняють важкі економічні втрати. Як приклад наведемо аварію на ЧАЕС, вихід з ладу сухих сховищ відходів ядерного палива і магістральних трубопроводів передання і розподілу палива тощо. Крім того, до критичних можуть бути віднесені відмови, що спричиняють невиконання відповідального завдання (не будучи за природою катастрофічними).

Інша частина відмов відноситься до некритичних, що поділяються на мажорні (істотні) і мінорні (несуттєві). У даному випадку критерієм для їхнього розподілу можуть слугувати витрати праці і часу на усунення наслідків від відмов або рівень зниження продуктивності операційної системи у разі відмов, що призводить до частково непрацездатного стану останньої.

З погляду тривалості життєвого циклу операційної системи, особлива роль належить поняттю граничного стану — стану системи, за яким її подальше функціонування неприпустиме або недоцільне. Критерієм граничного стану можуть бути витрати на відновлення, поява неприпустимих відхилень показників якості виробленої продукції або послуг і інші види економічного збитку. Критерії граничного стану можуть вводитися з розумінь безпеки. І, нарешті, використання операційної системи можна вважати недоцільним унаслідок її морального зносу. Перехід системи в граничний стан спричиняє тимчасове або остаточне припинення її функціонування, тобто ліквідації.

4.2.3 Поняття ефективності операційної системи

У безпосередньому зв'язку з поняттям «надійність» знаходиться поняття «*ефективність*». Ефективністю операційної системи можна назвати її властивість давати певний корисний результат (ефект) у разі виконання своєї місії.

Виходячи з визначень надійності й ефективності, стає очевидним, що це різні, хоча і взаємозалежні, поняття. І, природньо, чим вища надійність операційної системи, тим вище і її ефективність, але до деякої межі. Залежність ефективності (E) від надійності (H) наведено на рис. 4.2, з якого видно, що на ділянці $a - b$ зміна надійності істотно впливає на ефективність. Підвищення ж надійності вище рівня (c) недоцільно з погляду підвищення ефективності.

На практиці розрізняють наступні види ефективності.

Ефективність номінальна — ефективність операційної системи за безвідмовного її стану.

Ефективність реальна — ефективність реальної операційної системи, тобто система, яка не володіє ідеальною надійністю.

Ефективність технічна — це так званий технічний ефект, отриманий під час функціонування системи. Наприклад, кількість переданої інформації, зниження витрат часу тощо.

Ефективність економічна — ступінь вигідності економічних витрат при функціонуванні (використанні) операційної системи.

Ефективність оперативна — вплив результатів застосування операційної системи на виконання деякої масштабної операції.

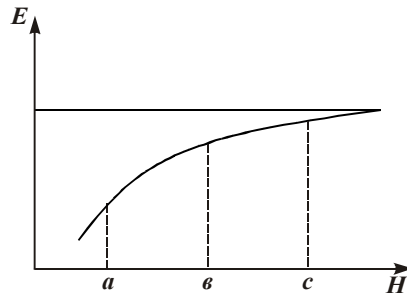


Рис. 4.2. Залежність ефективності від надійності.

4.3 Прогнозування основних показників надійності

У процесі функціонування операційна система за весь період життєвого циклу переходить з одного стану в інший: із працездатного — в частково працездатний або непрацездатний; нерідко знаходиться в очікуванні застосування за призначенням, а також може проходити через одну з форм реорганізації, модернізації. Тому така тимчасова характеристика, як нарробіток до граничного стану є інформаційно ліпшим показником надійності операційної системи, що може бути визначений лише після

відмови або досягнення граничного стану. Однак наробіток можна з більшою або меншою вірогідністю спрогнозувати, хоча це і поєднано з різного роду труднощами: ситуація тут ускладнена тим, що даний показник залежить від великого числа чинників як зовнішнього, так і внутрішнього середовища. Одна частина їх не може бути проконтрольована, а інші задані з різним ступенем невизначеності. Надійне функціонування конкретної операційної системи багато в чому залежить від якості сировини, матеріалів, заготовок і напівфабрикатів, від досягнутого рівня технології і ступеня її стабільності, від рівня технологічної, виробничої і виконавської дисципліни тощо.

Досвід спостереження за функціонуванням операційних систем різної топології і призначення виявив у такого часового показника, як наробіток до граничного стану, значний статистичний розкид. Останній може слугувати характеристикою «технологічної» культури і дисципліни, а також досягнутого рівня технології, її стабільності й відпрацьованості. Тому важливість прогнозування останнього незаперечна.

У «Робочій книзі з прогнозування» (відп. ред. І. В. Бестужев-Ладу) «прогноз визначається, як вірогідно науково обґрунтоване судження про перспективи, можливі стани того чи іншого явища в майбутньому і (або) проальтернативні шляхи і терміни їхнього здійснення». Порядок прогнозування (природньо, за використання розрахункових методів) у загальному випадку передбачає представлення структури операційної системи у вигляді: ієрархічної системи «елемент–підсистема–система»; визначення спектрів впливів зовнішнього середовища; формування моделей явищ, що призводять до відмов системи; установлення критеріїв відмов і граничних станів; оцінювання вірогідності прогнозу; коригування показників надійності з використанням результатів прогнозу.

Відповідно до статистичної теорії надійності, під показниками надійності варто розуміти кількісні характеристики однієї чи декількох властивостей, що складають надійність об'єкта (у нашому випадку — операційної системи). Кожна з властивостей, що визначають надійність операційної системи (безвідмовність, довговічність, збережність, відновлюваність), характеризується визначеною групою показників. Оскільки час виникнення відмов системи і тривалість їх усунення є випадковими величинами, то в основі визначення показників надійності лежить апарат теорії імовірностей і математичної статистики.

Стосовно будь-яких операційних систем основними показниками надійності варто вважати: імовірність безвідмовної роботи, інтенсивність відмов, середній наробіток, середній термін служби (тривалість життя системи), середній час відновлення працездатності і комплексних показників надійності системи. Імовірність безвідмовної роботи — безумовна імовірність того, що в інтервалі від 0 до t відмов не наступить, тобто імовірність того, що відмова настане в інтервалі від t до ∞ :

$$P(t) = \int_t^{\infty} f(t) dt, \quad (4.14)$$

де $P(t)$ — імовірність безвідмовної роботи системи на відріжку часу $[0, t]$;

$f(t)$ — функція щільності розподілу наробітку системи до відмови.

Імовірність безвідмовної роботи — одна з найбільш ефективних характеристик надійності операційних систем, оскільки володіє такими очевидними властивостями:

- за величиною $P(t)$ можна досить просто судити про надійність елементів і підсистем операційної системи;
- імовірність безвідмовної роботи охоплює практично усі чинники, що істотно впливають на надійність операційної системи;

- така характеристика, як $P(t)$, дає можливість використовувати її для розрахунку надійності аналогічних операційних систем до проектування.

На практиці частіше визначають імовірність відмови операційної системи в заданих умовах.

Імовірність відмови — це імовірність того, що за певних умов у заданому інтервалі часу виникає хоча б один збій в системі:

$$q(t) = q(T < t), \quad (4.15)$$

де $q(t)$ — імовірність відмови системи за час;

T — час неперервного безвідмовного функціонування системи від початку роботи до моменту збою;

t — час, для якого потрібно визначити імовірність відмов.

Оскільки імовірність відмови й імовірність безвідмовної роботи — події протилежні, що охоплюють усю сукупність можливих підсумків, то, природно, справедливим буде вираз $q(t) = 1 - P(t)$.

Дана функція дорівнює імовірності того, що операційна система відмовить хоча б один раз на відрізок часу $[0, t]$, будучи цілком працездатною в початковий момент. Цю характеристику особливо зручно використовувати стосовно відмови чи сукупності відмов, наслідки яких є небезпечними для персоналу, навколишнього середовища, а також пов'язані із серйозним матеріальним і (або) моральним збитком, тобто стосовно аварій тощо. Тут доречний такий коментар. Переважаючий тип гіпотетичної відмови (аварії) атомного реактора — плавлення активної зони з неконтрольованим викидом радіоактивних продуктів в атмосферу. Історії відомі дві такі аварії.

До моменту аварії на АЕС «Три Майл Айленд» (США, 1979 р.) сумарні наробітки енергетичних реакторів загалом у світі складали близько 2 500 реакторо-років. Таким чином апостеріорне оцінювання імовірності такої відмови за станом на 1979 р. складало $4 \cdot 10^{-4}$ на один реактор за рік. У зв'язку з аналізом

причин і наслідків цієї аварії комісія США з атомної енергетики в рекомендаціях поставила умову, щоб імовірність повторення таких аварій не перевищувала 10^{-4} на один реактор за рік, а умовна імовірність неконтрольованих викидів у такому разі не перевищувала б 10^{-2} . До моменту аварії на Чорнобильській АЕС (1986 р.) сумарний наробіток енергетичних реакторів склав близько 4 000 реакторо-років. Тобто порядок апостеріорної оцінки імовірності не змінився.

Імовірність аварії для визначеного типу операційних систем протягом періоду функціонування повинна бути досить мала, то ж характеристика $q(t)$ повинна бути досить низькою в порівнянні з одиницею значення. Для такого класу операційних систем функцію типу $q(t)$ назвемо функцією ризику і позначимо як $H(t)$. Тоді можна записати, що

$$H(t) = 1 - P(T). \quad (4.16)$$

У ході оцінювання надійності операційних систем широко застосовують ще один показник безвідмовності — інтенсивність відмов, що пов'язано з $P(t)$ відношенням

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)}. \quad (4.17)$$

Очевидно, інтенсивність відмови збігається з умовною щільністю імовірності виникнення відмов, визначеної за умови, що до розглянутого моменту часу відмови не виникло.

Інтенсивність відмов широко використовують під час обробітку результатів спостережень за операційними системами в процесі їхнього функціонування.

Стосовно даного показника цікавий такий історичний факт. Це стосується трагічної загибелі американського космічного корабля багаторазового використання «Челленджер», що на сьогоднішній день є зразком «високоорганізованої» операційної сис-

теми технічного типу. У доповіді, підготовленій у грудні 1983 р. президентом однієї з фірм для ВВС США і переданій Національному управлінню з авіації і дослідження космосу США (НАСА) у 1984 р., різкій критиці підлягали плани забезпечення польотів човникових космічних кораблів типу «шаттл». Було зазначено, що шанс нещасного випадку з катастрофічним результатом через твердопаливні прискорювачі, тобто інтенсивність відмов, складає $1/35$. Для такого роду операційних систем, на думку фахівців, наведена цифра вказує на високу імовірність серйозної катастрофи: космічні кораблі багаторазового використання стають одними із найнебезпечніших громіздких технічних пристроїв. У доповіді йшлося про те, що з 14 можливих основних причин відмов човникового корабля на першому місці — відмова твердопаливного прискорювача.

Конструкцією «Челленджера» було передбачено два прискорювачі. Згідно з цими даними вже один з 17–18 польотів, міг завершитися катастрофою. Тому не дивно, що «Челленджер» вибухнув 28 січня 1986 р. — через прогар у місці межсекційного з'єднання завдовжки 84 см.

Середній наробіток системи на відмову є величиною, зворотною параметру потоку відмов. Зокрема, статистична оцінка середнього наробітку на відмову

$$\bar{T} = \frac{1}{\lambda(t)}. \quad (4.18)$$

Для стаціонарних потоків відмов середній наробіток на відмову і параметр потоку відмов від t не залежать.

Одним з основних показників довговічності операційних систем є середній термін служби, тобто тривалість життєвого циклу системи від моменту запровадження в дію незалежно від характеру використання.

Що стосується відновлюваності будь-якої системи, то головним її показником залишається середній час відновлення — математичне чекання часу відновлення працездатності. Воно характеризує тривалість змушеного простою операційної системи, необхідного для пошуку й усунення однієї відмови чи збою. Тут доречно зауважити: визначаючи середній час відновлення операційної системи, необхідно знати, що оцінюють властивість системи, а не зовнішні і внутрішні чинники, які впливають на тривалість простою. Тому чим операційна система більш пристосована до швидкої модернізації, тим вона вважається більш гнучкою і адаптивною структурою.

Кожний з описаних вище показників допомагає оцінити лише одну зі сторін — одну з властивостей надійності операційної системи. А тому для більш повного оцінювання надійності операційних систем слід по можливості використовувати комплексні показники, що сприяють одночасному оцінюванню відразу декількох найважливіших властивостей останньої.

Майже до всіх типів операційних систем — виробничих, обчислювальних, інформаційних, освітніх, банківських (фінансових) — можна застосувати на практиці такі комплексні показники, як коефіцієнт готовності K_g , коефіцієнт використання K_m і коефіцієнт збереження ефективності K_{ef} .

Фізичний зміст коефіцієнта готовності полягає в його здатності характеризувати імовірність того, що операційна система виявиться працездатною в довільний момент часу життєвого циклу.

Коефіцієнт використання — відношення математичного очікування часу перебування операційної системи в працездатному стані за деякий період життєвого циклу до суми математичних очікувань перебування останньої в працездатному стані, часі простоїв, обумовлених технічними чи організаційними причинами. Останні складові значно впливають на вартість підтримання операційної системи в працездатному стані.

Коефіцієнт K_{ef} — це відношення значення показника ефективності за заданий період функціонування операційної системи до номінального значення даного показника, обумовленого за умови, що відмова системи протягом того ж періоду функціонування не виникає:

$$K_{ef} = E_p / E_{ном} , \quad (4.19)$$

де E_p — реальне значення ефективності, тобто з урахуванням надійності;

$E_{ном}$ — номінальне значення ефективності, тобто ефективність безвідмовної операційної системи.

4.4 Задачі теорії надійності операційних систем

Основні поняття системної теорії надійності носять універсальний характер і їх застосовують до об'єктів різної природи і структури: механічних, електричних, хімічних, біологічних, економічних й інших систем. Прикладом може стати розв'язання завдання щодо надійності виробничої системи, яке складається з об'єкта керування, системи керування й операційного менеджера. Практичне застосування методів системної теорії надійності для проведення аналізу і розрахунків операційних систем різного характеру і топології зв'язано із серйозними ускладненнями. Останнє виявляється з характеру взаємодії елементів і підсистем усередині операційної системи, а також з навколишнім середовищем і постійною мінливістю ринку, часом недостатньою вірогідністю інформаційного поля, що, у свою чергу, викликає визначеного роду труднощі чи неможливість одержання достатньої інформації. Тому єдиним напрямом для подолання даних негативів є розвиток системної теорії надійності, що, природно,

включатиме опис фізичних процесів взаємодії операційної системи з навколишнім середовищем, перехід останньої в непрацездатний стан у фізичному його розумінні. У даному випадку опис поведження елементів і підсистем, з погляду надійності їхнього функціонування, органічно пов'язується з описом процесу функціонування операційної системи в цілому.

Базуючись на основних поняттях системної теорії надійності і з огляду на сучасний стан ринку і відносин, що формуються, сформулюємо постановку головних завдань теорії надійності функціонування операційних систем. Для цього розглянемо поведження операційної системи за умов її функціонування і взаємодії з навколишнім середовищем. У будь-який момент часу t стан операційної системи можна описати за допомогою вектора u — елемента простору U . Природньо, під часом t маємо на увазі не тільки фізичний час, але і будь-який монотонно зростаючий параметр, що є незалежною перемінною за опису функціонування системи. У подальшому будемо називати t часом, вважаючи, що воно приймає безперервні значення на відрізку $[t_0, \infty]$. Це може бути період життєвого циклу системи або його якась частина. У ході проектування операційних систем часто приймають $t_0 = 0$. Відзначимо, що кожній конкретній реалізації процесу $u(t)$ відповідає деяка траєкторія в просторі станів U . Виходить, U є нічим іншим, як фазовим простором, розмірність і властивості якого залежать від обраної, топологічної чи іншої розрахункової схеми.

Зовнішні впливи на операційну систему охарактеризуємо векторним процесом $q(t)$, де q — вектор впливів з відповідного простору Q (наприклад, якийсь визначений сегмент ринку). Таким чином рівняння стану системи можна виразити в загальному вигляді як

$$u = \Delta_1[q], \quad (4.20)$$

де Δ_1 — оператор, що реалізує обрану схему розрахунку і метод (або методи) розрахунку.

Якщо зовнішній вплив відомий, то Δ_1 дає значення процесу зміни станів операційної системи.

Визначені вимоги ефективності функціонування, економічності, а також умови функціонування накладають обмеження як на параметри стану операційної системи, так і на деякі інші показники, що не входять до числа компонентів вектора u , але відтворюються через нього. Сукупність цих параметрів утворить вектор якості v у просторі якості V . Даний простір також є фазовим, тобто кожній траєкторії $u(t)$ у просторі U відповідає траєкторія $v(t)$ у просторі V . Іноді ці простори збігаються, а іноді V є підпростором стосовно U . Взаємозв'язок стану операційної системи з якістю опишемо як зв'язок між вектором станів і вектором якості, що буде мати вигляд

$$v = \Delta_2[u], \quad (4.21)$$

де Δ_2 — оператор, аналогічний операторові Δ_1 (для даних умов будемо вважати Δ_2 заданим).

Стосовно операційних систем, особливо виробничих, інформаційних, обчислювальних тощо, маса значень вектора v , припустимих за технічними умовами функціонування, утворить у просторі якості V певну сферу Ω . Прийнемо дану численність відкритою, тобто її границя $\partial\Omega$ не належить до припустимої сфери, а їй відповідає якась поверхня Γ в просторі якості V (рис. 4.3б). Назвемо дану площину «граничною поверхнею».

Таким чином нехай за умовою за $t = t_0$ вектор v знаходиться в припустимій сфері. Тоді перше перетинання вектором $v(t)$ граничної поверхні Γ зовнішньої сфери відповідає настанню відмови чи збою в системі.

Поняття відмови стосовно операційних систем має більш широкий зміст, ніж у системній теорії надійності. У загальному

випадку різні точки граничної поверхні відповідають різному фізичному і моральному стану системи, тобто різним збоєм (відмовам). Це можуть бути ресурсні збої через відсутність сировини або затримку її доставки, енергетичні збої, збої кадрового плану, збої з боку технологічного боку тощо.

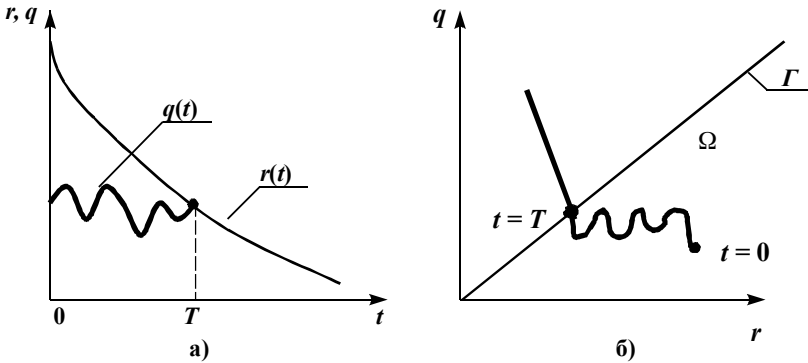


Рис. 4.3 Описувані стани операційної системи

І поняття якості має також досить широкий зміст. Наприклад, для основних виробничих засобів (виробнича операційна система), основне призначення яких — сприймати навантаження через трансформацію ресурсів (мається на увазі сировина) без руйнування, якість залежить від співвідношення навантажень з переробки та потужності виробничої системи. До поняття якості відноситься і можливий рівень керування системою у формульованих зовнішнім середовищем обмеженнях тощо. А в підсумку якість функціонування операційної системи можна побічно оцінити сумарним значенням вектора за коефіцієнтом $\eta_{кр}$ якості роботи. Він дорівнює

$$\eta_{кр} = \frac{N_n}{N_{заг}}, \quad (4.22)$$

де N_H — кількість товарів (послуг) визначеного найменування, нереалізованих на ринку через їхню погану якість;

$N_{заг}$ — загальна кількість товарів (послуг) того ж найменування, вироблених і реалізованих на ринку.

Бажане значення даного показника повинно дорівнювати 0,90–0,95 за умови, що фізичний термін служби товарів дорівнює моральному. Якщо ж фізичний строк служби дорівнює половині морального, то показник $\eta_{кр}$ знаходитиметься в межах $\approx 0,40$ – $0,45$.

Якщо стосовно операційної системи ресурсний потік або ресурсне навантаження приймемо одним із проявів зовнішнього середовища q , а запас мінливості самої системи назвемо її міцністю r , можна відзначити два стани останньої. Перший: коли $q > 0$ і $r > 0$, простір V будемо вважати одномірним. У цьому випадку елементи даного простору будуть або відношенням r/q , або різницею $r - q$. Але все-таки в обох випадках ознакою якості операційної системи служитиме запас мінливості, умовою якого є або $v = r/q > 1$, або $v = r - q > 0$. А якщо прийняти параметри q і r за функції часу (рис. 4.3а), зможемо включити обидва параметри у вектор v . Причому простір V описується першим квадрантом площини r, q (рис. 4.3б); припустима ж сфера буде задаватися співвідношенням

$$\Omega = \{r, q : r - q > 0\}. \quad (4.23)$$

З метою прогнозування індивідуальних характеристик доцільно ввести ще один фазовий простір. Яка ж мотивація? Для оцінки поточної ефективності операційної системи менеджер постійно в процесі її функціонування повинен фіксувати деякі параметри. Сукупність їх за фіксації кожного моменту часу утворить «діагностичний вектор» w . Вивчаючи його зміну в часі, одержуємо векторний процес $w(t)$ у діагностичному просторі W , що, до речі, є вихідним і відповідальним за формування такої властивості операційної системи, як чутливість. У тому випадку, якщо

операційний менеджер фіксує необхідні показники постійно, і сам процес $w(t)$ буде залежати від неперервного часу t . А якщо менеджер фіксує значення вектора w тільки в певні визначені моменти $t_0, t_1, t_2, \dots, t_n$, то процес $w(t)$ є дискретним, тобто перервним (непостійним). Таким чином, якщо діагностика операційної системи забезпечує точний вимір усіх параметрів якості останньої, то відображення просторів V і W є однозначними. У даному випадку доцільним є відображення припустимої сфери Ω на W . При цьому, використовуючи процес $w(t)$, можна описати наближення операційної системи до стану відмови або збою, нехай навіть короткочасного.

У практиці проектування або «модернізації», перепрофілювання операційних систем вживається лише апріорна статистична інформація про можливі потреби зовнішнього середовища в такого роду системі і про необхідні її властивості для задоволення або заповнення конкретних потреб ринку. Таким чином процеси, описувані функціонально $q(t)$ і $u(t)$, є випадковими. А якщо це так, то і траєкторія процесу $v(t)$ у просторі якості V також випадкова, а перше перетинання поверхні Γ трактуємо як випадкову подію. Тоді функція надійності операційної системи $P(t)$ — імовірність безвідмовного функціонування на відрізку часу $[t_0, t]$ — буде дорівнювати імовірності перебування вектора v у припустимій сфері на даному відрізку. Тобто

$$P(t) = P\{v(\tau) \in \Omega; \tau \in [t_0, t]\}, \quad (4.24)$$

де $P\{\dots\}$ — імовірність випадкової події, опис якої і наведений у фігурних дужках;

τ — період часу, заключений у відрізку $[t_0, t]$.

Відзначимо, що повна постановка завдання теорії надійності операційних систем обов'язково повинна містити:

а) вибір і об'рунтування розрахункового алгоритму;

- б) формування (або вибір) математичних операційних моделей для опису випадкових впливів зовнішнього середовища;
- в) вибір і об'рунтування простору якості і припустимої сфери в ньому.

Наведені для опису надійності операційних систем поняття застосовані також і до їхніх елементів і підсистем. Відмови операційних систем різноманітні і за фізичною природою, і за ступенем їхньої вагомості: одні відмови (збої) лише ускладнюють функціонування операційної системи або викликають тимчасове припинення її діяльності, другі вимагають заміни, приміром, морально застарілих елементів або підсистем; треті відповідають досягненню IV етапу життєвого циклу (див. рис. 2.9), тобто граничного стану поточної ефективності, коли система підлягає або зміні дислокації, або ліквідації. І, нарешті, відмови четвертого типу пов'язані з загрозою для людей і навколишнього середовища, серйозними матеріальними і моральними збитками (наприклад, аварія на Чорнобильській АЕС тощо). Тому простір якості операційної системи можна представити як прямий добуток аналогічних просторів для кожного типу відмов окремо. Наприклад, якщо операційна система припускає розбиття на підсистеми, взаємодіє за логічними схемами, то досить ввести простір якості для кожної підсистеми. При цьому показники надійності всієї системи можна обчислювати, використовуючи методи системної теорії надійності.

Для операційних систем найбільш загальним, хоча і найменш економічним, є шлях, що полягає в збільшенні розмірності простору якості. Особливо це стосується виробничих операційних систем. При цьому станам системи, припустимим за різними критеріями, відповідають різні сфери в просторі якості. Сфери можуть входити одна в іншу або перетинатися. Перетинання всіх припустимих сфер відповідає сфері високої поточної ефективності операційної системи (див. рис. 2.9, кінець II і III етапів

життєвого циклу). Вихід за межі цього перетинання означає один з типів відмов або збоїв системи, що може означати, хоча і не завжди, різкий перехід її до IV етапу кривої життєвого циклу.

Особливе місце займають сфери, вихід з яких означає настання граничного стану або порушення умов безпеки чи соціального «непопиту» (див. рис. 2.9, точка B). Границі цих сфер можуть частково складатися із сегментів граничних поверхонь для окремих видів відмов, а частково — охоплювати їх. Для більш чіткого уявлення проілюструємо рис. 4.4. Тут графічно дано співвідношення між припустимими сферами і граничними поверхнями (Γ_1 і Γ_2 — границі припустимих сфер. Ω_1 і Ω_2 стосовно двох перших типів відмов). Укажемо, що сфера безвідмовної роботи Ω_0 для об'єкта в цілому є перетин сфер Ω_1 і Ω_2 . Сфера, що відповідає граничним станам, заштрихована. Її границя Γ^{**} охоплює сфери Ω_0 , Ω_1 , Ω_2 .

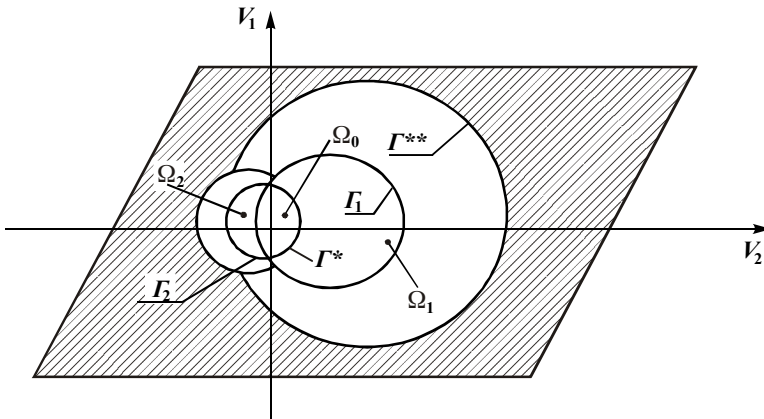


Рис. 4.4 Графічна інтерпретація відносин припустимих сфер якості з їхніми граничними поверхнями

Модернізація операційної системи також допускається в рамках даної теорії. Ця операція може інтерпретуватися як примусове повернення вектора якості в припустиму сферу.

Обчислення функції надійності — імовірності безвідмовної роботи операційної системи на заданому відрізку часу — є основним завданням сучасного менеджера. Рішення її дає залежність ресурсу від зовнішніх і внутрішніх чинників і відкриває шлях для розв’язання інших завдань, зокрема, вибору оптимальних параметрів операційної системи, оптимальних режимів її функціонування в різних часових інтервалах тощо. Розглянемо методичне встановлення ресурсу чи тривалості життєвого циклу операційної системи.

4.5 Встановлення тривалості життєвого циклу операційної системи

4.5.1 Вступ

Нормування показників надійності (установлення кількісних і якісних вимог щодо надійності) містить у собі вибір унормованих показників, обчислення і техніко-економічне обґрунтування їх значень для операційної системи в цілому і її підсистем. Крім того, формулюються критерії (або один узагальнюючий критерій) низької ефективності чи граничного стану системи (IV етап життєвого циклу, рис. 2.9), формулюються вимоги стосовно точності і вірогідності вихідних даних, тобто інформаційного ресурсу як вхідного, так і вихідного, а також визначаються методи підтримки високої поточної ефективності системи і її контролю на всіх стадіях життєвого циклу. Особливу увагу у ході нормування показників надійності операційної системи слід звернути на коректний добір як номенклатури, так і їх чисельних значень, оскільки помилки можуть призвести до вибору неправильних технічних рішень з подальшими техніко-економічними наслідками.

Не слід забувати про те, що нормування показників надійності на етапі проектування операційної системи або перегляд їх у

процесі її функціонування є процедура узгодження інтересів споживачів сформованого або на стадії утворення ринку і, власне, системи за наявності вимог, установлених різними нормативними актами, стандартами, технічними умовами і, нарешті, «законами самого ринку». При цьому впливає, крім всього іншого, необхідність враховувати обмеження на вартість товару (послуг) і терміни, на сировинну і технологічну базу, на виробничий цикл тощо.

Під час вибору номенклатури показників надійності необхідно враховувати такі параметри:

- призначення і вид операційної системи;
- ступінь її відповідальності;
- режим її функціонування (ступінь інтенсивності її використання за призначенням, очікувані перевантаження в системі);
- мінливість зовнішнього середовища;
- характер збоїв у системі і можливі наслідки цього.

Тому сформулюємо основні вимоги до нормованих показників надійності операційної системи:

- а) загальне число нормованих показників повинно бути мінімальним;
- б) нормовані показники повинні мати простий фізичний зміст;
- в) можливість розрахункового оцінювання кожного показника як на стадії проектування, так і на всіх стадіях життєвого циклу операційної системи.

Всі ці вимоги сукупно задовольнити нелегко. Однак ситуація трохи полегшується тим, що, по-перше, більшість показників надійності пов'язані між собою аналітичними співвідношеннями. По-друге, за наявності додаткової інформації одні показники можуть бути перераховані на інші. Так, наприклад, якщо поточна ефективність операційної системи за одиницю календарного часу постійна, то загальна ефективність дорівнює останній, помноженій на період життєвого циклу системи.

4.5.2 Практика нормування показників надійності

При проектуванні будь-якої операційної системи менеджер, так само, як і вище керівництво, має лише досить загальне уявлення про вимоги щодо надійності створюваної системи. Ці вимоги, як правило, ґрунтуються на двох моментах:

- експертні оцінювання;
- відомості про вітчизняні і закордонні аналоги.

У ході проектування менеджер установлює необхідний (максимально можливий) період функціонування системи, але не завжди має чітке уявлення про те, яка повинна бути забезпеченість даного показника. Менеджер буде завжди зацікавлений у максимальній безвідмовності функціонування і мінімальній трудомісткості її обслуговування і не завжди враховуватиме, що підвищення рівня надійності може давати істотне збільшення вартості операційної системи.

Нормування показників надійності менеджер повинен починати з аналізу даних створюваної (або наявної) операційної системи і режиму її функціонування, вивчення інформаційного поля ринкової ситуації і тенденцій майбутніх змін. Ефективність такої діяльності менеджера можна підвищити, застосувавши економіко-математичні моделі, мета яких — дати формальний опис пошуку оптимальних рішень з погляду ефективності, якості і надійності виготовленої продукції (наданих послуг) за обмежень на фінансові, сировинні, виробничі і трудові ресурси, а також на терміни їх виробництва. Складність завдань, пов'язаних з пошуком оптимальних рішень, значною мірою обумовлена відсутністю чітких уявлень про функціональні зв'язки між економічними і технічними величинами, а також браком достовірних даних стосовно значення вартісних показників.

З погляду економіко-математичних моделей розрізняються операційні системи двох класів. До першого класу відносять

системи, економічний ефект від функціонування яких не піддається безпосередньому кількісному оцінюванню. Це більшість систем невиробничого призначення, наприклад, в освітньому бізнесі — освітня операційна система, у банківському бізнесі — банківська операційна система тощо. Тут важко оцінити економічний ефект, який отримує суспільство від життєдіяльності таких систем. Тому для операційних систем такого класу економічним критерієм за нормування показників надійності є не що інше, як вартість життєвого циклу такої системи (сума витрат на створення й експлуатацію до повної її ліквідації).

Другий клас утворюють операційні системи суто виробничого призначення, продукцію яких можна оцінити у вартісному, тобто кількісному вираженні. Тому для цих систем в якості критерію може бути застосований чистий народногосподарський економічний ефект, який дорівнює різниці між вартістю зробленої продукції за час функціонування системи і вартістю її життєвого циклу.

Вартість життєвого циклу операційної системи — це віднесена до системи сума витрат на її проектування і функціонування. До вартості життєвого циклу також входять сума прямих і непрямих витрат унаслідок збоїв у системі, передчасного вичерпання операційних можливостей, витрати на зміну дислокації чи ліквідацію тощо. Варто включити у вартість життєвого циклу операційної системи ще й витрати, пов'язані з підбором і підготовкою персоналу.

Таким чином математична модель вартості життєвого циклу операційної системи $B_{жц}$ може бути представлена як

$$B_{жц} = B_{oc} + B_E + B_{nn}, \quad (4.25)$$

де B_{oc} — витрати на створення операційної системи;

B_E — експлуатаційні витрати на підтримку функціонування операційної системи за період життєвого циклу;

B_{nn} — витрати на добір і підготовку персоналу.

За умов підвищення рівня надійності операційної системи її початкова вартість B_{oc} буде збільшуватися. Витрати на експлуатацію B_E , навпаки, є збитковою функцією показників надійності системи. Отже, існують сукупності показників $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$, за яких вартість життєвого циклу операційної системи досягає мінімального значення. Таким чином до операційної системи може бути застосований критерій

$$B_{жц} = B_{oc} + B_E + B_{nn} \rightarrow \min_{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n}. \quad (4.26)$$

Використання даного критерію дає можливість раціонально розподілити витрати на створення системи і підтримку її дієздатності та виживання за ринкових умов.

Приймаючи як критерій для нормування показників надійності суто економічний ефект, розглянемо величину

$$B_1 = \Pi - B_{жц} = \Pi - (B_{oc} + B_E + B_{nn}), \quad (4.27)$$

де Π — прибуток від діяльності системи.

Тоді критерій для вибору чисельних значень показників надійності операційної системи приймає вигляд

$$B_1 = \Pi - B_{oc} - B_E - B_{nn} \rightarrow \max_{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n}. \quad (4.28)$$

Критерій, наведений у книзі В.Н. Фролова «Нормування показників надійності»

$$B_2 = \frac{\Pi}{B_{жц}} \quad C_2 = \frac{\Pi}{C} \rightarrow \max_{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n}, \quad (4.29)$$

менш чуттєвий до змін цих показників надійності, оскільки і чисельник, і знаменник — зростаючі функції цих показників. У випадку ж слабкої залежності Π від показників надійності всі перераховані вище критерії стають практично еквівалентними.

Зразкові залежності $B_{жц}$, B_{oc} , B_E логарифмічного рівня надійності ($\alpha = -\lg(1 - P)$, де P — імовірність безвідмовної роботи системи) приведені на рис. 4.5.

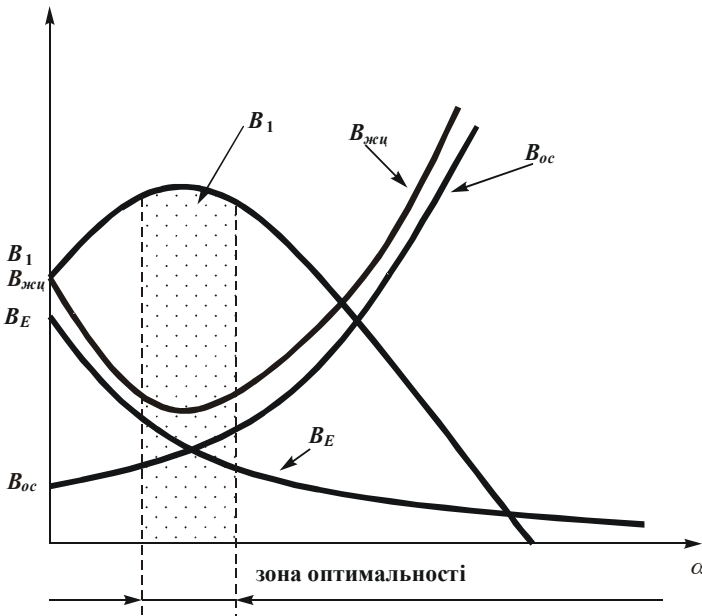


Рис. 4.5 Залежність вартісних показників від рівня надійності системи

Взагалі всі вартісні показники B_{oc} , B_E , B_{nn} і Π є випадковими величинами, а за певних умов — випадковими функціями. Тому в даних формулах під B_{oc} , B_E , B_{nn} і Π варто розуміти математичні очікування відповідних випадкових величин або випадкових функцій.

Для високоорганізованих операційних систем сумарний економічний ефект B_1 має сенс очікуваного внеску в національний доход, що припадає в середньому, на одну систему. А що стосується операційних систем малоорганізованих, дрібномасштабних з малим періодом життєвого циклу, то тут таке тлумачення

втрачає сенс, а математичне очікування ефекту зберігає лише техніко-економічну ефективність.

4.5.3 Встановлення оптимальної тривалості життєвого циклу операційної системи

У процесі створення будь-якої системи досить важливим питанням є встановлення (або хоча б прогнозування) оптимального терміну служби її. Застосуємо економіко-математичне моделювання для постановки і вирішення завдань щодо вибору оптимальної тривалості життєвого циклу T_{onn} операційної системи. Для спрощення припустимо, що вартісні показники B_{oc} , B_E , B_{nn} і P є безупинно диференційними функціями часу t і, відповідно, терміну служби T , після завершення якого операційна система підлягає ліквідації. Виняток зробимо для функції $B_E(T)$, яка може мати «стрибок» в точці $T = T_{onn}$. Даний «стрибок» враховує суму прямих і непрямих витрат внаслідок досягнення системою граничного стану (за якого контролюється і такий параметр системи, як поточна ефективність див. рис. 2.9). Ця величина може включати також і ліквідаційні витрати. Значення параметра T безпосередньо до і після стрибка позначимо, відповідно, T_{onn}^- і T_{onn}^+ (рис. 4.6).

Для визначення T_{onn} операційної системи можна без особливих ускладнень використовувати кожний з перерахованих раніше критеріїв — $B_{жц}$, B_1 або B_2 . Представимо критерій оптимізації у відомому вигляді

$$B_{жц}(T) \rightarrow \max_T. \quad (4.30)$$

Відзначимо одну важливу обставину: якщо функція $B_E(T)$ має розрив за $T = T_{onn}^+$, то значення T_{onn}^+ буде визначатися з умови

$$B_{жц}(T_{onn}^+) = \sup_{T^+} B_{жц}(T^+), \quad (4.31)$$

де $\sup B_{жц}(T^+)$ — точна верхня границя вартості життєвого циклу операційної системи.

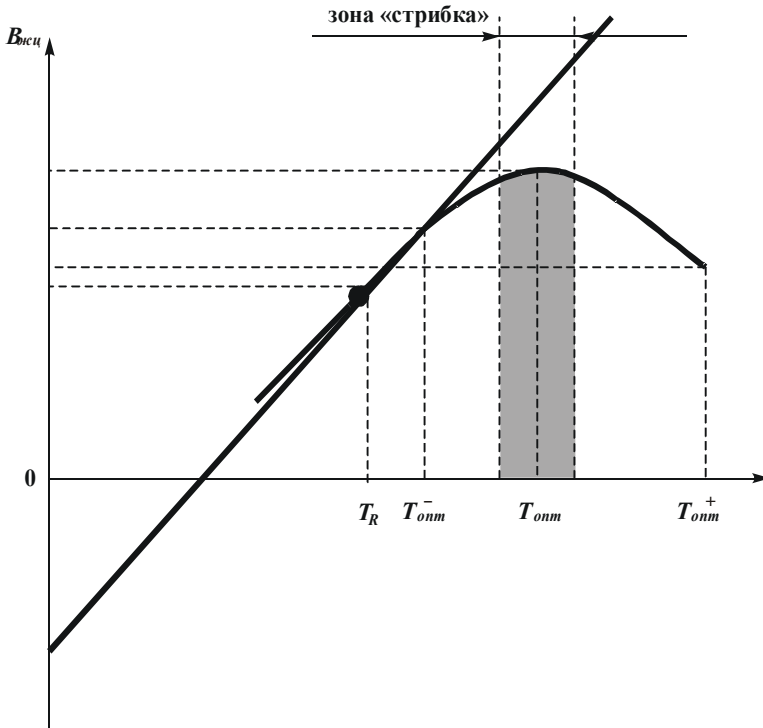


Рис. 4.6 Графічна інтерпретація залежності $B_{жц}(T)$

У випадку, якщо критерій $B_{жц}(T) \rightarrow \max_T$ застосований до безперервної сфери залежності $B_E(T)$, то $T_{opt}^+ \neq T$.

На практиці для визначення оптимального життєвого циклу різних об'єктів, до яких можна віднести і різного роду операційні системи, використовується метод, заснований на критерії мінімально припустимої рентабельності. Для розбору даного методу введемо поняття граничного рівня рентабельності, за досягнення якого подальша експлуатація системи буде просто недоцільна. Позначимо його через R . Оскільки R зручно вимі-

рювати в безрозмірних одиницях, віднесемо його до досягнутого значення $B_{жц}(T)$. Тоді раціональний термін служби T_R визначимо з рівняння

$$\frac{dB_{жц}(T)}{dT} = R \cdot B_{жц}(T) \quad (4.32)$$

або

$$\frac{d}{dT} [\ln B_{жц}(T)] = R. \quad (4.33)$$

Використані поняття представлені в графічній інтерпретації на рис. 4.6, де показана типова залежність $B_{жц}(T)$ і нанесені значення $T_{онт}$, $T_{онт}^-$, $T_{онт}^+$ і T_R . За $T < T_{онт}$ маємо, що

$$\frac{dB_{жц}(T)}{dT} > 0.$$

У разі виконання даної умови можна вважати, що практично за всіх можливих випадків

$$T_R \leq T_{онт}.$$

Рівність же одержуємо, коли $R = 0$.

Що стосується співвідношення між $T_{онт}$ і $T_{онт}^+$, то воно залежить, крім інших чинників, від різниці

$$B_E(T^+) - B_E(T^-). \quad (4.34)$$

Таким чином справедливим буде висновок про те, що за до- сить малих R й неповноти інформації про складові функції $B_{жц}(T)$, використання критерію $B_{жц}(T) \rightarrow \max_T$ є більш ефективним.

Отже, якщо технічне рішення обране, критерії $B_{жц}(T)$, $B_E(T_{онт}^+)$ і R дають змогу вибрати оптимальну або раціональну

тривалість життєвого циклу операційної системи. Однак дані критерії мають більш широку галузь застосування у проектуванні й оптимізації операційних систем. Так, наведемо деякі міркування. Такий параметр, як термін служби (тривалість життєвого циклу), входить у критерії $B_{жц}(T)$, $B_{жц}(T_{онм}^+)$ і R через функції, які характеризують основні техніко-економічні показники, що залежать від проектних розмірів операційної системи. Таким чином у загальному випадку справедлива така залежність

$$B_{жц} = B_{жц}(T, a), \quad (4.35)$$

де a — вектор проектних технічних параметрів операційної системи.

$$B_{жц}(T, a) \rightarrow \max_{T, a}, \quad (4.36)$$

з якого поряд з оптимальними значеннями вектора a і визначається оптимальна тривалість життєвого циклу $T_{онм}$. Використання даного критерію можна проілюструвати графічно (рис. 4.7).

Так, приміром, для порівнюваних проектів 1–5 операційних систем, що відрізняються початковою вартістю $B_{oc}(B_{oc1} < B_{oc2} < B_{oc3} < B_{oc4} < B_{oc5})$, наведені річні витрати приблизно однакові.

Строк окупності кожного наступного проекту більший за попередній. За критерієм максимального сумарного економічного ефекту варто вибрати проект № 3 з терміном служби $T_{онм.3}$.

Описаний приклад типовий для операційних систем тих галузей, де за інших рівних умов необхідно гарантувати підвищення показника тривалості функціонування. Це пов'язано, в першу чергу, з тією ж окупністю.

Для тих операційних систем, що відносяться до галузей зі швидко змінюваними поколіннями технічних рішень або ринкових умов, установлення тривалості життєвих циклів $T_{онм.1}$, $T_{онм.2}$ тощо повинно бути погоджене з прогнозованим темпом зміни

«поколінь». Тому рішення, що відповідає критерію типу $B_{жц}(T) \rightarrow \max_T$, при цьому може виявитися далеким від оптимального (рис. 4.8, пунктирна лінія).

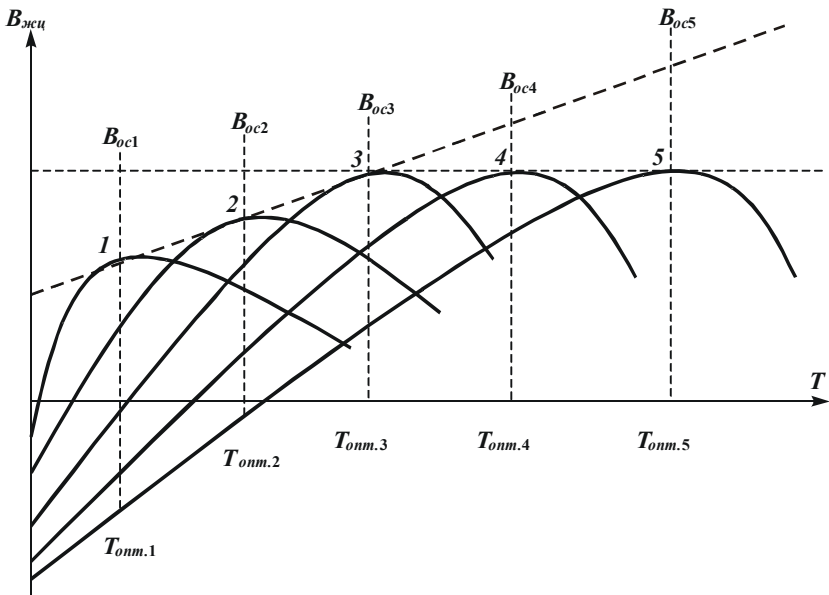


Рис. 4.7 Ілюстрація до дії критерію $B_{жц}(T, a)$ у разі порівняння варіантів проектів операційних систем

У практиці проектування, відновлення, розширення операційних систем, особливо типу виробничих, питання про оптимальний термін служби і рівні надійності виникає разом із завданням щодо вибору інших техніко-економічних показників. Для цих випадків рекомендується використовувати більш загальний критерій

$$B_{жц}(T, a) \rightarrow \max_{T, a} \text{оптимального проектування.}$$

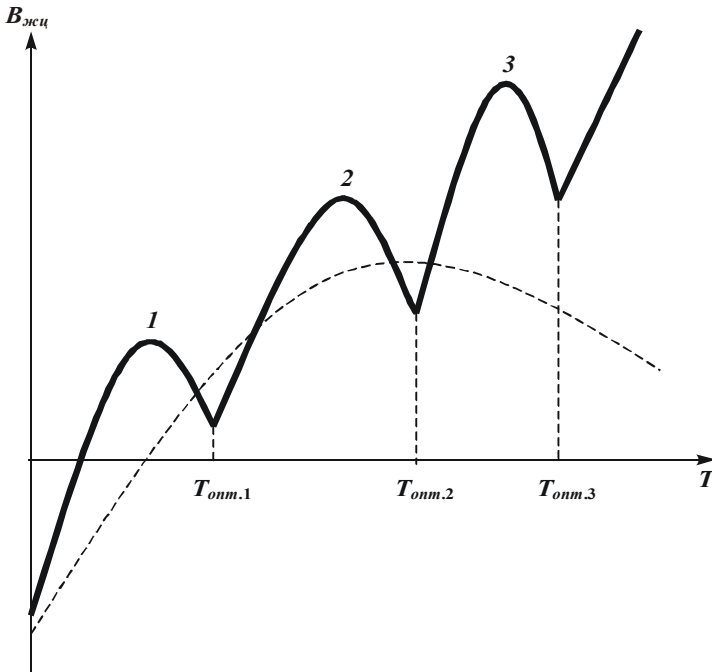


Рис. 4.8 Графічна інтерпретація залежності $V_{жц}(T)$ операційної системи, що працює за умов швидкого зростання технічного прогресу

Як приклад до викладеного матеріалу розглянемо випадок, коли усі властивості операційної системи включені в єдиний узагальнений параметр — математичне очікування тривалості життєвого циклу системи. Нехай розподіл тривалості життєвого циклу апроксимовано (за прикладом з аналогічними раніше відомими й наявними операційними системами) нормальним розподілом з математичним очікуванням $M\{T_c\}$ і середнім квадратичним значенням $\sigma_m \ll \{T_c\}$, а початкова вартість і функція втрат залежать тільки від $M\{T_c\}$.

Завдання полягає у тому, щоб знайти такі значення T і $M\{T_c\}$, за яких функція $B_{жц}(T, T_c)$ досягає максимуму. Для рішення використовуємо деякі положення із системної теорії надійності. Подамо лише результати.

Результати обчислень, коли $3 = (\pi - m)(0,6 + 0,1T_c^2)$ і $\sigma_m = 0,5$, наведені на рис. 4.9.

Як бачимо з рис. 4.9, максимум функції $B_{жц}(T, T_c)$ розташовується поблизу $T = 4,75$ за $T_c = 5,0$. У досить широкому діапазоні зміни параметра T_c оптимальні значення T_{opt} трохи менші математичних очікувань терміну служби, а оптимальна імовірність безвідмовної роботи системи лежить у межах $P_{opt} = 0,65-0,8$ (рис. 4.10).

У даному прикладі при розрахунку C прийняті наступні перемінні: π — вартість продукції, виготовленої за одиницю часу; m — витрати на підтримку працездатного стану системи за одиницю часу; різниця $\pi - m$ є не що інше, як прибуток.

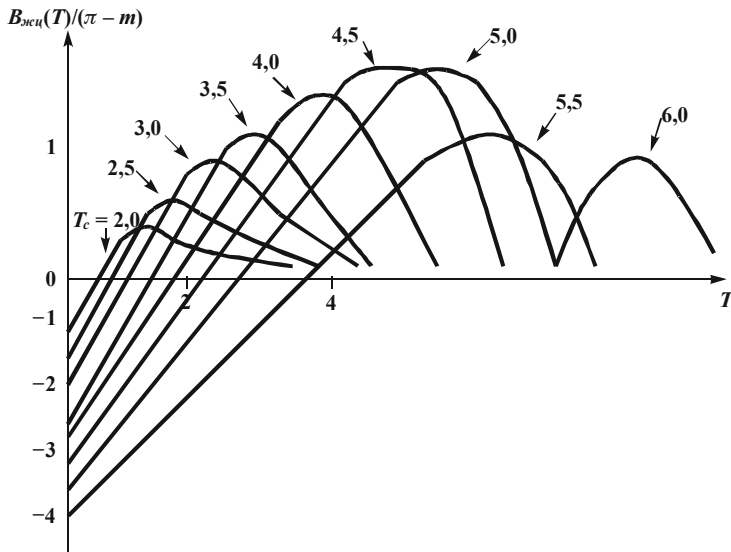


Рис. 4.9 Результати обчислення значень T і $M\{T_c\}$

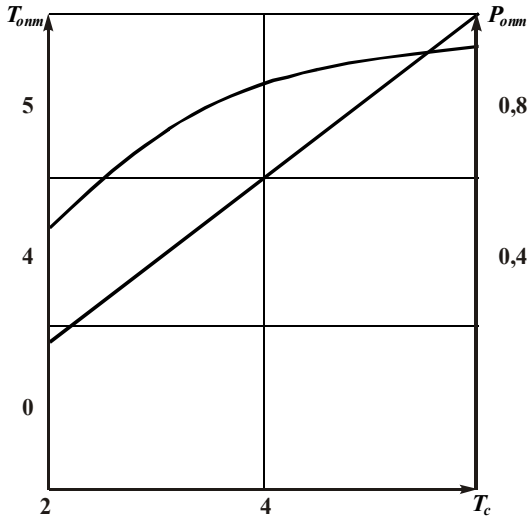


Рис. 4.10 Результати обчислень T_{opt} і P_{opt}

4.6 Способи підвищення надійності функціонування операційних систем

Класична операційна система поєднує три частини – технічні засоби, персонал і засоби забезпечення. Тому як основні способи підвищення надійності функціонування такого роду систем, в першу чергу, слід розглядати:

- структуру і режим функціонування;
- резервування;
- контроль.

Структура операційної системи істотно впливає на її надійність. Кожний підрозділ, кожна ланка, кожна підсистема повинні бути сформовані таким чином, аби забезпечити функціонування системи у разі відмови або збоїв окремих її елементів. Це означає, що структура операційної системи, так само як і

структура її підсистем, має передбачати можливість свого перебудування (трансформації) у процесі функціонування і тим самим пристосовуватися до умов зовнішнього середовища, що змінюється (ринок, окремі сегменти ринку). Тому під час проектування, модернізації операційних систем основним завданням для менеджера є передбачення можливості самотрансформації з метою найбільшої пристосованості останньої до зовнішніх змін. Таке завдання, безумовно, є й одним з основних у плані забезпечення живучості операційної системи.

Другим завданням для менеджера є раціональний вибір структурних елементів (підсистем) і забезпечення оптимальних режимів їхнього функціонування в рамках операційної системи. Це дасть можливість забезпечити тотожність у перетворенні вхідних величин у вихідні результати, а, виходить, і максимальну ефективність системи.

Резервування — введення в систему надлишкових елементів чи підсистем (або розширення функціональних можливостей елементів, підсистем) — один з найдієвіших і широко розповсюджених засобів забезпечення надійності складних систем. У процесі резервування допускається також і застосування додаткових засобів з метою забезпечення живучості, гнучкості і максимальної ефективності функціонування операційної системи. Наприклад, залучення фахівців з інших організацій у ході формування експертних груп, груп аналітиків для прогнозування або пошуку виходів із кризових ситуацій тощо.

Стосовно операційних систем резервними засобами можуть служити:

- резервні елементи, що входять до структури системи (це можуть бути фахівці-консультанти з маркетингу, менеджменту, окремих технічних або виробничих питань; резервні групи аналітиків; резервні технічні об'єкти — обчислювальні мережі, генераторні установки, устаткування для забезпечення безперервності виробничого циклу тощо);

- резервні можливості у виконанні елементами системи (виконавцями, підрозділами, технічними засобами) ряду функцій (елемент, крім основної функції, може виконувати ряд додаткових функцій), а також резервні можливості у виконанні заданої функції (задана функція може реалізовуватися за допомогою різних виконавців чи засобів);
- резерв часу, наданий для виконання заданої функції;
- резерв інформації, застосований для коригування стратегії операційної системи.

Розглянемо комплекс цих засобів резервування.

Структурне резервування — резервування із застосуванням резервних елементів структури операційної системи.

Цей вид резервування є найпоширенішим і найбільш ефективним засобом підвищення надійності тому, що фізичний зміст його найбільш зрозумілий менеджерів, а спосіб доступніший за інші для реалізації. Якщо в менеджера виникає сумнів щодо надійності деякого елемента структури системи, то він додатково до нього вводить резервний елемент (у структуру або передбачає для надзвичайних ситуацій).

Структурне резервування, попри його удавану простоту, вимагає уважного ставлення з боку менеджерів і керівників. Не до кожного основного елемента може бути постійно підключений резервний елемент. Так, наприклад, у такій підсистемі операційної системи, як енергетичне господарство, підключення резервного до основного генератора змінює робочі характеристики системи харчування. А це дає пагубні наслідки для системи в цілому. Інший приклад. Включення в структуру резервного комп'ютера пов'язане з вирішенням ряду складних технічних проблем (синхронізація роботи комп'ютерів, безперервний контроль стану тощо).

Труднощі структурного резервування привели до пошуку найбільш прийнятних способів резервування для конкретних

умов функціонування операційних систем. Серед них можна виділити наступні:

1. *Загальне резервування.* Резервується вся система. Наприклад, операційна система керування польотами тощо.
2. *Розподільне резервування* — резервуванню підлягають окремі елементи системи. Наприклад, в обчислювальній операційній системі можуть створюватися резервні системні блоки, блоки пам'яті (розширення пам'яті) тощо.
3. *Постійне резервування.* Тут резервні елементи беруть участь у функціонуванні системи нарівні з основними. Прикладом такого виду резервування можуть служити запрошені на фірму фахівці-консультанти з окремих питань, що у разі виникнення кризових ситуацій виконують свої функції нарівні зі штатними працівниками даної організації.
4. *Динамічне резервування* — це резервування з перебудовою структури операційної системи у разі відмови або збою якогось елемента. Даний вид резервування досить добре накладається на функцію керування організацією. Приклад — делегування повноважень у випадку збою в керуванні фірмою тощо. Схема дії включення динамічного резервування представлена на рис. 4.11, де основний тракт передавання управлінських рішень позначений суцільною лінією, а можливі (резервні) — пунктиром.

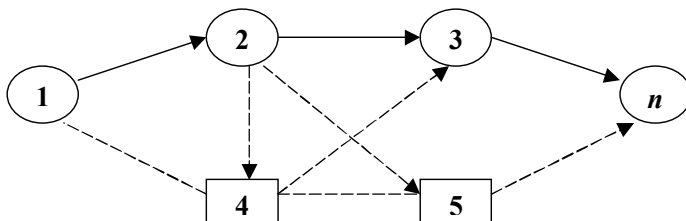


Рис. 4.11 Схема динамічного резервування:
1, 2, 3, ..., n — основні ланки (елементи) у керуванні фірмою;
4, 5 — резервні ланки (елементи) у керуванні фірмою

5. *Резервування заміщенням* — резервування, коли функції основного елемента передаються резервному тільки у разі відмови основного елемента. Тут прикладом може бути передання функцій виконавця іншій особі під час його звільнення й інші причини; заміна технічних об'єктів (елементів), що знаходяться на складі як запасні тощо.
6. *Ковзне резервування* — резервування, коли група основних елементів резервується одним або декількома резервними елементами, кожний з яких може замінити будь-який основний елемент, що відмовив.

В операційних системах, таких, наприклад, як обчислювальна і фінансова, системи керування польотами, структурне резервування застосовується не тільки для підвищення їхньої безвідмовності, але також і для нарощування вірогідності величин на їхньому виході. Наприклад, дві машини з метою підвищення вірогідності результату роботи обчислювальної машини вирішують одне і те ж завдання. Результат вважається вірним за збігу даних, отриманих обома машинами. Таке резервування називають дублюванням.

Функціональний взаємозв'язок елементів системи може бути і більш складним. Наприклад, число аналітичних груп компанії, що працюють з дослідження ринку, може дорівнювати трьом, чотирьом тощо. Результат їхньої роботи з оцінки ринку буде вважатися вірним, якщо він збігається з результатами не менш як двох груп. Таке резервування називається мажоритарним або резервуванням за принципом «голосування». Якщо кількість груп буде дорівнювати трьом, то резервування в даному випадку буде називатися мажоритарним за принципом «два з трьох».

7. *Функціональне резервування* — резервування, за якого використовується здатність елементів виконувати додаткові функції, а також можливість виконувати задану функцію додатковими засобами.

На практиці у випадках використання функціонального резервування ефективність роботи операційної системи в основному і резервним режимом, як правило, істотно різняться. Тому менеджерів для оцінювання надійності операційної системи з функціональним резервуванням необхідно використовувати коефіцієнт ефективності, імовірність безвідмовної роботи, коефіцієнт готовності для кожного з можливих працездатних станів системи.

8. *Тимчасове резервування* — резервування, за яким використовується резервний час для виконання заданої функції. Приміром, хай операційній інформаційній системі для передання інформації заданого обсягу потрібен час t . При плануванні роботи на цю операцію передбачається час $t + t_p$, де t_p — резервний період, що може бути використаний або для повторення передання інформації, або для усунення похибок технічних елементів. Введення t_p підвищує вірогідність роботи і знижує кількість відмов, що враховуються під час оцінювання надійності. Але, разом з тим, воно знижує продуктивність роботи операційної системи. В окремих випадках це несуттєво.
9. *Інформаційне резервування* — резервування, коли як резерв використовується надлишкова резервна інформація. Широта інформаційного поля і надмірність інформації дають можливість коригувати вчасно (завчасно) мету і завдання організації, підтримувати стабільно високу ефективність операційної системи в цілому й оптимізувати режими її функціонування напередодні змін у зовнішньому і внутрішньому середовищах.

Контроль — необхідний інструмент спостереження за станом операційної системи і підтримки належної високої надійності її в процесі функціонування. «Його мета — виявити слабкі місця і помилки, вчасно виправити їх і не допускати повторення. Контролюється все: предмети, люди, впливи... Контроль є найпершим обов'язком тих керівників, які відповідають за виконання

планів», — так визначив контроль, його мету і суть один із засновників науки керування А. Файоль.

Про вплив контролю на надійність операційних систем загалом можна сказати, що:

- а) контроль тільки як засіб виявлення стану операційної системи не може впливати на підвищення надійності останньої. Вплив контролю на підвищення надійності виявляється тоді, коли він супроводжується відновленням працездатності, виправленням виявлених помилок, усуненням несприятливих явищ тощо;
- б) контроль забезпечує нормальне функціонування операційної системи заданої структури й у заданих режимах, допомагає визначити ступінь готовності системи до виконання планових показників і необхідність формування резерву;
- в) контроль підвищує вірогідність інформації про зовнішнє середовище і погрозу, що насувається.

У самому загальному вигляді рекомендація менеджерів і керівників з проектування контролю в операційній системі може бути сформульована так. В основу системи контролю слід покладати системний підхід, тобто організація контролю має враховувати багатобічний характер впливу контролю на характеристики операційної системи і бути за своєю структурою деякою системою, у якій повинні сполучатися різні методи і засоби контролю.

Система контролю операційної системи повинна будуватися за багаторівневим принципом. Що це означає? На першому, найнижчому, рівні здійснюється контроль стану окремих технічних засобів, що складають основу практично будь-якої операційної системи, оскільки вони виконують усю продуктивну роботу, безпосередньо пов'язану з перетворенням вхідних ресурсів (сировини, інформації тощо) на вихідні результати — товари, послуги.

На другому рівні — контроль виконання функціональних завдань, розв'язуваних різними підсистемами.

На третьому рівні усі види контролю об'єднуються в єдину систему для одержання інформації про стан операційної системи і її функціонування, а також керування системою шляхом перебудування її структури, а у разі необхідності — підключення резервних засобів, застосування пріоритетного принципу обробки інформації тощо.

Отже, спроектована трирівнева система контролю складається з наступних основних етапів:

- установлення нормативних показників діяльності операційної системи (такими можуть виступати: вихід готової продукції, відсоток браку, обсяг продажів, коефіцієнт прибутковості як відношення прибутку до обсягу продажів або вартості активів, коефіцієнт обороту, коефіцієнт ліквідності тощо);
- визначення фактичних результатів діяльності системи;
- порівняння результатів фактичної діяльності системи з її нормативними показниками;
- аналіз можливих розбіжностей між фактичними результатами і нормативними показниками діяльності системи.

Дуже зручно цю систему внутрішнього контролю представити графічно (рис. 4.12).

При цьому варто враховувати, що проектування будь-яких операційних систем розпочинається з формування стратегічної мети і встановлення стратегічних завдань, а також розробки середньо- і довгострокових планів.

Важливим моментом даної системи контролю є те, що вона працює на всіх трьох рівнях і на основі аналізу (блок 7) забезпечує коригування не тільки виробничої діяльності, але і нормативних показників. До того ж вимір фактичних результатів діяльності операційної системи і здійснення коригувальних впливів проводиться під керівництвом топ-менеджерів.

Спроектована в такий спосіб система контролю гарантує здійснення наступних контрольних заходів.

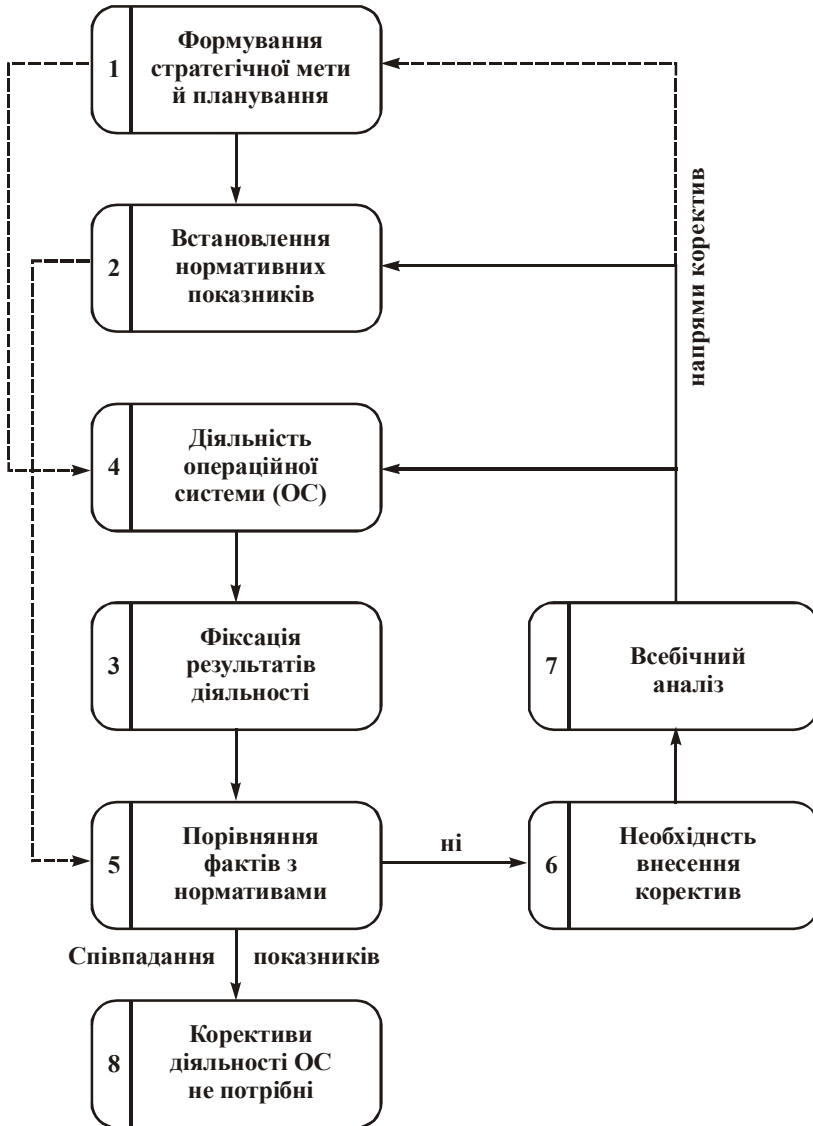


Рис. 4.12 Схеми внутрішнього контролю в операційній системі

1. Випереджаючий контроль, мета якого — виявити і запобігти різного роду відхиленням за допомогою перевірки якості вхідних потоків. Приклад — наймання на роботу фахівців, використовуючи спеціальні тести.
2. Супутній контроль, суть якого — моніторинг поточної ефективності операційної системи. Він покликаний забезпечувати менеджерів впевненість у тому, що функціонування всіх елементів і підсистем спрямовано на досягнення нормативних показників. Прикладом такого виду контролю є контроль виконання змінних норм робітниками тощо.
3. Контроль за результатами. Даний вид контролю є найменш трудомістким, але в той же час і ризикованим. Ризик полягає в тому, що у разі виявлення «браку в роботі» або «браку продукції» виправити його буде дуже важко або навіть і неможливо.

Менеджерові у своїй практичній діяльності необхідно прагнути до використання контрольних заходів усіх трьох напрямів, приділяючи увагу і виявляючи гнучкість у їхній пріоритетності залежно від кваліфікації персоналу, форм і видів діяльності операційної системи, її масштабів і топології.

Питання для самоконтролю

1. Які властивості надійності операційних систем є найважливішими?
2. Ефективність операцій системи: у чому вона полягає?
3. Що таке оптимальна тривалість життєвого циклу операційної системи? Як її встановити?
4. У чому особливості нормування показників надійності операційної системи?
5. Які існують способи підвищення надійності функціонування операційних систем? Наведіть їх характеристики.
6. Роль і значення резервування в операційних системах.

Список літератури

1. *Аоки М.* Введение в методы оптимизации: Пер. с англ.— М.: Наука, 1977.— 344 с.
2. *Бусленко Н. П.* Моделирование сложных систем.— М.: Наука, 1978.— 400 с.
3. *Гмурман В. Е.* Теория вероятностей и математическая статистика.— М.: Высш. шк., 1977.— 367 с.
4. *Гнеденко Б. В., Хинчин А. Я.* Элементарное введение в теорию вероятностей.— М.: Наука, 1982.— 382 с.
5. *Голинкевич Т. А.* Прикладная теория надежности.— М.: Высш. шк., 1985.— 168 с.
6. *Дружинин Г. В.* Надежность автоматизированных систем.— М.: Энергия, 1977.— 536 с.
7. *Капур К., Ламберсон Л.* Надежность и проектирование систем.— М.: Наука и техника, 1980.— 604 с.
8. *Корн Г., Корн Т.* Справочник по математике для научных работников и инженеров. Определения, теоремы, формулы: Пер. с англ.— М.: Наука, 1984.— 831 с.
9. Надежность и эффективность в технике: Справ.— Т. 2. Математические методы в теории надежности и эффективности.— М.: Наука, 1987.— 288 с.
10. Надежность технических систем: Справ. / Под ред. И. А. Ушакова.— М.: Радио и связь, 1985.— 608 с.
11. Надежность автоматизированных систем управления: Справ. / Под ред. Я. А. Хетагурова.— М.: Высш. шк., 1979.— 402 с.
12. *Нечипоренко В. И.* Структурный анализ систем. Эффективность и надежность.— М.: Советское радио, 1977.— 182 с.
13. *Обер-Крис Дж.* Управление предприятием: Пер. с франц.— М.: 1998.— 322 с.
14. Основы моделирования сложных систем / *Л. М. Дыхненко, В. Ф. Кабаненко, Э. Г. Петров и др.*— К.: Выш. шк., 1981.— 360 с.
15. *Платонов С. К.* Механизмы организации производства на предприятиях: Учеб. пособие.— Екатеринбург, 1994.— 212 с.
16. Рабочая книга по прогнозированию / Редкол.: И. В. Бестужев-Лада (отв. ред.).— М.: Мысль, 1982.— 430 с.
17. *Резиновский А. Я.* Методика обоснования выбора нормируемых показателей надежности // Надежность и контроль качества.— 1987.— № 9.— С. 13–23.

18. Теории прогнозирования и принятия решений / Под ред. С. А. Саркисяна.— М.: Высш. шк., 1977.— 351 с.
19. Тихонов В. Н. Выбросы случайных процессов.— М.: Наука, 1970. — 240 с.
20. Управление — это наука и искусство / А. Файоль, Г. Эмерсон, Ф.Тейлор и др.— М., 1992.— 402 с.
21. Фильчаков П. Ф. Справочник по высшей математике.— К.: Наук. думка, 1974.— 743 с.
22. Фомин В. Н. Нормирование показателей надежности.— М.: Изд-во стандартов, 1986.— 140 с.
23. Чирков В. П. Вопросы надежности механических систем. — М.: Знание, 1981.— 121 с.
24. Forsythe G. E., Moller C. B. Computer solution of linear algebraic systems // Englewood cliffs, N. I. 1967.— 270 p.
25. Goodell F. S. Reliability and maintainability by design: a blueprint for success // Journal of Aircraft.— 1987.— Vol. 24. № 8.— P. 481–483.

Тести для контролю знань

Тести до теми «Основні поняття надійності операційних систем. Прогнозування основних показників надійності і завдання теорії надійності операційних систем»

1. Що слід розуміти під надійністю операційної системи:
- 1) здатність системи функціонувати тривалий час з необхідною ефективністю;
 - 2) властивість зберігати в часі здатність до виконання необхідних функцій у заданих режимах і умовах функціонування;
 - 3) можливість безперервного функціонування в ринковому просторі до моменту досягнення головної мети;
 - 4) здатність до виконання визначених функцій у заданому коридорі режиму її функціонування.

2. *Вкажіть основні властивості надійності операційних систем:*

- 1) безвідмовність і довговічність;
- 2) безвідмовність і довговічність, збережність і живучість;
- 3) безвідмовність і довговічність, збережність і живучість, вірогідність і чутливість;
- 4) безвідмовність і довговічність, збережність і живучість, вірогідність і чутливість; інформативність і комплексність.

3. *Що слід розуміти під живучістю операційної системи:*

- 1) властивість, що полягає в здатності не досягати граничного стану протягом деякого часу;
- 2) властивість постійно зберігати працездатний стан протягом заданого періоду;
- 3) властивість, що складається в пристосованості до підтримки і відновлення працездатного стану шляхом різного роду заходів;
- 4) властивість зберігати дієздатність (цілком або частково) за несприятливого впливу зовнішнього середовища, умов, що не передбачені нормами і статутом організації.

4. *Що слід розуміти під безвідмовністю операційної системи:*

- 1) властивість, що полягає в здатності не досягати граничного стану протягом деякого часу;
- 2) властивість безперервно зберігати працездатний стан протягом заданого періоду;
- 3) властивість, що проявляється в пристосуванні до підтримки і відновлення працездатного стану шляхом різного роду заходів;
- 4) властивість зберігати дієздатність (цілком або частково) за умов несприятливих впливів зовнішнього середовища, не передбачених нормами і статутом організації.

5. Чутливість операційної системи — це:

- 1) властивість операційної системи негайно реагувати на несприятливі зміни зовнішнього середовища;
- 2) здатність операційної системи негайно реагувати на несприятливі або сприятливі зміни зовнішнього середовища;
- 3) можливість операційної системи негайно реагувати на несприятливі або сприятливі зміни як внутрішнього, так і зовнішнього середовища з метою збереження працездатності;
- 4) властивість операційної системи негайно реагувати на несприятливі або сприятливі зміни як внутрішнього, так і зовнішнього середовища з деяким випередженням у часі з метою збереження дієздатності.

6. Які чинники операційної системи особливо важливі для підтримки її чутливості:

- 1) аналітична служба й операційні менеджери;
- 2) ступінь живучості і безвідмовності;
- 3) достатній запас потужності системи;
- 4) розвинута інфраструктура системи.

7. На що вказує місце виникнення відмов в операційній системі:

- 1) на необхідність заміни операційного менеджера;
- 2) на необхідність ліквідації операційної системи;
- 3) на слабе місце операційної системи, її підсистеми або складового елемента;
- 4) на появу можливості впровадження інноваційних рішень в операційну систему.

8. Яка класифікаційна ознака поділяє відмови на природні і навмисні (штучні):

- 1) природа походження;
- 2) місце виникнення;

- 3) характер відмови;
- 4) причина виникнення.

9. Що характеризує «міра» відмови:

- 1) ступінь ушкодження підсистем або елементів операційної системи;
- 2) можливість подальшого використання операційної системи або її підсистем;
- 3) кількість недоотриманого в остаточному підсумку прибутку;
- 4) ступінь «утрати» ефекту від функціонування.

10. Які відмови в операційній системі відносять до деградаційних:

- 1) стійкі і перемежовані;
- 2) усі відмови, обумовлені природними процесами;
- 3) усі відмови, викликані монотонною зміною в часі працездатності основного елемента операційної системи;
- 4) мажорні і мінорні.

11. Чому серед усіх типів в особливу категорію виділяють відмови критичні:

- 1) бо їхні наслідки спричиняють важкі економічні втрати;
- 2) бо їхні наслідки загрожують життю і здоров'ю людей;
- 3) бо їхні наслідки загрожують навколишньому середовищу;
- 4) можливо, усе вище перераховане.

12. Що може слугувати для операційного менеджера критерієм для розподілу відмов операційної системи на мажорні (істотні) і мінорні (несуттєві):

- 1) витрати праці і часу на усунення наслідків від відмов;
- 2) місце виникнення;
- 3) масштаб відмов;
- 4) можливість передбачуваності відмов.

13. Що розуміють під граничним станом операційної системи:

- 1) стан системи, коли її подальше функціонування неприпустиме або недоцільне;
- 2) стан системи, коли її функціонування обмежене досить коротким періодом часу;
- 3) стан системи, коли вона не може функціонувати;
- 4) стан системи, що визначається як катастрофічний.

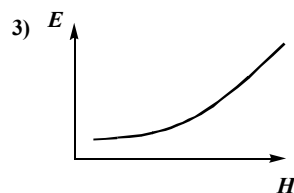
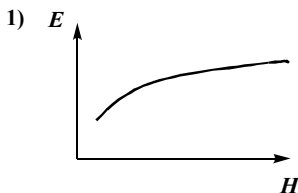
14. Що може слугувати для операційного менеджера критерієм граничного стану операційної системи:

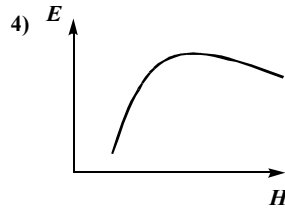
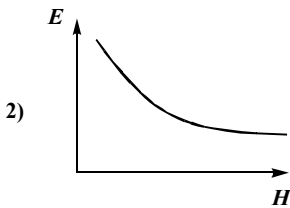
- 1) поява неприпустимих відхилень показників якості виробленої продукції або послуг й інші види економічного збитку;
- 2) неможливість переробки вхідного ресурсу;
- 3) невідповідність входу виходові;
- 4) правильна відповідь 2) і 3).

15. Під ефективністю операційної системи слід розуміти:

- 1) максимальний вихід системи;
- 2) досягнення бажаних результатів за короткий термін;
- 3) властивість видавати деякий корисний результат (або ступінь досягнення мети);
- 4) можливо, правильна відповідь 1) і 2).

16. Який вид має залежність ефективності операційної системи від її надійності:





17. Що слід розуміти під ефективністю номінальної операційної системи:

- 1) ступінь зисковості економічних витрат під час функціонування операційної системи;
- 2) ефективність реальної операційної системи;
- 3) вплив результатів застосування операційної системи на виконання деякої масштабної операції;
- 4) ефективність операційної системи за безвідмовного її стану.

18. Що слід розуміти під ефективністю оперативної операційної системи:

- 1) ступінь зисковості економічних витрат за функціонування операційної системи;
- 2) ефективність реальної операційної системи, тобто не володіє ідеальною надійністю;
- 3) вплив результатів застосування операційної системи на виконання деякої масштабної операції;
- 4) ефективність операційної системи за безвідмовного її стану.

19. Які комплексні показники використовуються операційним менеджером для оцінювання найважливіших властивостей операційної системи:

- 1) коефіцієнт готовності;
- 2) коефіцієнти використання і збереження ефективності;

- 3) коефіцієнти ефективності і готовності;
- 4) правильні відповіді 1) і 2).

20. Вкажіть аналітичне рівняння для визначення коефіцієнта збереження ефективності:

- 1) $K_{ef} = E - B$;
- 2) $K_{ef} = E_p / E_{ном}$;
- 3) $K_{ef} = E_p - E_{ном}$;
- 4) $K_{ef} = (E - B) / E_{ном}$.

21. Дайте визначення коефіцієнта збереження ефективності функціонування операційної системи:

- 1) це імовірність того, що операційна система виявиться працездатною в довільний момент часу життєвого циклу;
- 2) це є відношення математичного очікування часу перебування операційної системи в працездатному стані за деякий період життєвого циклу до суми витрат на її експлуатацію;
- 3) це відношення значення показника ефективності за заданий період функціонування операційної системи до номінального значення даного показника;
- 4) це є різниця між одержуваним ефектом від використання операційної системи і витрат на її експлуатацію.

22. Якість функціонування операційної системи може бути оцінена:

- 1) коефіцієнтом ризику;
- 2) коефіцієнтом браку;
- 3) коефіцієнтом якості;
- 4) коефіцієнтом надійності.

23. Укажіть бажане значення коефіцієнта, використовуваного для оцінювання якості функціонування операційної системи за умови, що фізичний термін служби дорівнює моральному:



- 1) 0,80–0,90;
- 2) 0,85–0,95;
- 3) 0,90–0,95;
- 4) 10,95–0,98.

24. Укажіть бажане значення коефіцієнта, використуваного для оцінювання якості функціонування операційної системи за умови, що фізичний термін служби дорівнює половині морального:

- 1) 0,40–0,45;
- 2) 0,45–0,50;
- 3) 0,50;
- 4) 0,50–0,60.

25. Чим характеризується взаємозв'язок стану операційної системи з якістю її функціонування:

- 1) вектором впливів із зовнішнього простору;
- 2) вектором впливу з внутрішнього простору;
- 3) вираженим зв'язком між вектором стану і вектором якості;
- 4) вираженим зв'язком набору показників надійності зі стабільністю функціонування.

Тести до теми

«Встановлення тривалості життєвого циклу операційної системи і способи підвищення надійності її функціонування»

1. Що містить у собі нормування показників надійності операційної системи:

- 1) обчислення набору показників, що характеризують ефективність функціонування операційної системи;
- 2) обчислення показників надійності: безвідмовність, живучість тощо;

- 3) вибір нормованих показників, встановлення і техніко-економічне об'рунтування їхніх значень для операційної системи в цілому і її підсистем;
- 4) встановлення норм і нормативів на всі моменти діяльності операційної системи.

2. Які параметри операційний менеджер повинен враховувати у разі вибору показників надійності операційної системи:

- 1) призначення і вид операційної системи;
- 2) ступінь відповідальності і режим функціонування операційної системи;
- 3) мінливість зовнішнього середовища і характер збоїв у системі, а також їхні можливі наслідки;
- 4) правильна відповідь 1), 2), 3).

3. Правильно вкажіть основні вимоги до нормованих показників надійності операційної системи:

- 1) загальне число нормованих показників повинно бути мінімальним;
- 2) загальне число нормованих показників повинно бути мінімальним, нормовані показники повинні мати простий фізичний зміст;
- 3) загальне число нормованих показників повинно бути мінімальним, нормовані показники повинні мати простий фізичний зміст, можливість розрахункової оцінки кожного показника як на стадії проектування, так і на всіх стадіях життєвого циклу;
- 4) загальне число нормованих показників повинно бути мінімальним, нормовані показники повинні мати простий фізичний зміст, можливість розрахункової оцінки кожного показника як на стадії проектування, так і на всіх стадіях життєвого циклу; допускається неповнота обліку деяких показників.

4. Відомі два класи операційних систем. Що є критерієм оцінювання операційних систем першого класу за нормування показників надійності:

- 1) вартість життєвого циклу операційної системи;
- 2) народногосподарський економічний ефект;
- 3) сукупність витрат на підтримку працездатності операційної системи в період стабільності її функціонування;
- 4) узагальнена характеристика набору показників надійності операційної системи.

5. Відомі два класи операційних систем. Що є критерієм оцінювання операційних систем другого класу за нормування показників надійності:

- 1) вартість життєвого циклу операційної системи;
- 2) народногосподарський економічний ефект;
- 3) сукупність витрат на підтримку працездатності операційної системи в період стабільності її функціонування;
- 4) узагальнена характеристика набору показників надійності операційної системи.

6. Що формує вартість життєвого циклу операційної системи:

- 1) сума витрат на її проектування і функціонування, тобто вартість операційної системи;
- 2) сума прямих і непрямих втрат унаслідок збоїв у системі, передчасного вичерпання своїх операційних можливостей, вартість зміни дислокації або ліквідації операційної системи;
- 3) витрати, пов'язані з добором і підготовкою персоналу;
- 4) можливо все, зазначене вище.

7. Математична модель вартості життєвого циклу операційної системи може бути представлена в такому вигляді:

- 1) $V_{жц} = V_{oc} + V_E$;
- 2) $V_{жц} = V_{oc} + V_E + V_{nn}$;
- 3) $V_{жц} = (V_{oc} + V_{nn}) - V_E$;
- 4) $V_{жц} = (V_{oc} + V_E + V_{nn})/T$.

8. Вкажіть найбільш прийнятний загальний критерій для вибору чисельних значень показників надійності операційної системи:

- 1) $V_1 = V_{oc} + V_E - V_{nn} \Rightarrow \max$;
- 2) $V_2 = \Pi/V_{жц} \Rightarrow \max$;
- 3) $V_1 = \Pi - V_{oc} - V_E - V_{nn} \Rightarrow \max$;
- 4) $V_1 = \Pi - (V_{oc} + V_E + V_{nn})T \Rightarrow \min$;

9. За використання критерію для вибору чисельних значень показників надійності операційної системи під V_{oc} , V_E , V_{nn} , Π слід розуміти:

- 1) абсолютні значення відповідних випадкових величин;
- 2) відносні значення відповідних випадкових величин;
- 3) частково абсолютні, частково відносні;
- 4) математичні очікування відповідних випадкових величин.

10. Укажіть, який із зазначених критеріїв необхідно використовувати операційному менеджеру для визначення оптимальної тривалості життєвого циклу:

- 1) $V_{жц} = V_{oc} + V_E + V_{nn} \Rightarrow \max$;
- 2) $V_2 = \Pi/V_{жц} \Rightarrow \max$;
- 3) $V_1 = \Pi - V_{oc} - V_E - V_{nn} \Rightarrow \max$;
- 4) кожний.

11. Який із зазначених методів для визначення оптимального життєвого циклу доцільно використовувати операційному менеджеру:

- 1) метод, заснований на критерії мінімальних витрат;
- 2) метод, заснований на критерії мінімально припустимої рентабельності;
- 3) метод, заснований на критерії мінімальної вартості операційної системи;
- 4) кожний.

12. Як співвідноситься раціональний термін служби операційної системи (T_R) з оптимальним (T_{opt}):

- 1) $T_R \geq T_{opt}$;
- 2) $T_R \leq T_{opt}$;
- 3) $T_R \equiv T_{opt}$;
- 4) $T_R \gg T_{opt}$.

13. За якого значення рівня рентабельності E раціональний термін служби операційної системи буде дорівнювати оптимальному ($T_R = T_{opt}$):

- 1) $E = 1,0$;
- 2) $E = 0,5$;
- 3) $E = 0$;
- 4) $E = 0,15$.

14. Класична операційна система об'єднує:

- 1) керувальні і керовані підсистеми;
- 2) технічні засоби;
- 3) персонал і засоби забезпечення;
- 4) технічні засоби, персонал і засоби забезпечення.

15. Назвіть основні способи підвищення надійності функціонування операційних систем:

- 1) контроль режиму функціонування й оптимізація структури;
- 2) резервування основних елементів системи;

- 3) резервування і контроль;
- 4) оптимізація структури, резервування і контроль.

16. Назвіть одне з найдієвіших і широко розповсюджених засобів забезпечення надійності операційних систем:

- 1) добір кваліфікованого персоналу;
- 2) резервування;
- 3) скорочення життєвого циклу;
- 4) структурування.

17. Стосовно операційних систем резервними елементами можуть бути:

- 1) резерв інформації і часу;
- 2) резервні можливості у виконанні як заданої функції, так і ряду інших функцій;
- 3) фахівці з різних питань сфери діяльності системи, залучені ззовні консультанти;
- 4) можливо все, перераховане вище.

18. Укажіть на наявні способи резервування операційних систем:

- 1) загальний, розподільний, постійний;
- 2) загальний, розподільний, постійний, динамічний, заміщення;
- 3) загальний, розподільний, постійний, динамічний, заміщення, ковзкий, функціональний, тимчасовий, інформаційний;
- 4) загальний, розподільний, постійний, динамічний, заміщення ковзкий, функціональний, тимчасовий, інформаційний, рівнобіжний.

19. Що розуміють під динамічним резервуванням:

- 1) це коли резервні елементи беруть участь у функціонуванні системи нарівні з основними;

- 2) це резервування з перебудовою структури операційної системи у разі відмови або збою якогось елемента;
- 3) це резервування, за якого функції основного елемента передаються резервному тільки тоді, коли відмовить основний елемент;
- 4) це резервування, коли група основних елементів резервується одним або декількома резервними елементами, кожний з яких може замінити будь-який основний елемент, що відмовив.

20. Що розуміють під резервуванням заміщенням:

- 1) це коли резервні елементи беруть участь у функціонуванні системи нарівні з основними;
- 2) це резервування з перебудовою структури операційної системи за відмови або збою якогось елемента;
- 3) це резервування, за яким функції основного елемента передаються резервному тільки тоді, коли відмовить основний елемент;
- 4) це резервування, за яким група основних елементів резервується одним або декількома резервними елементами, кожний з яких може замінити будь-який основний елемент, що відмовив.

21. Що розуміють під функцією контролю відносно операційних систем:

- 1) інструмент відстеження вихідних показників операційної системи;
- 2) відстеження процесу функціонування операційної системи;
- 3) необхідний інструмент спостереження за станом операційної системи і підтримки високої надійності її в процесі функціонування;
- 4) правильні відповіді 1) і 2).

22. Чи може контроль як засіб «виявлення» стану операційної системи впливати на підвищення надійності останньої:

- 1) так;
- 2) частково;
- 3) можливо;
- 4) ні.

23. Чи дозволяє контроль визначати ступінь готовності операційної системи до виконання планових показників і необхідності формування резерву:

- 1) так;
- 2) частково;
- 3) можливо;
- 4) ні.

24. За яким принципом повинна будуватися система контролю операційної системи:

- 1) ієрархічним;
- 2) багаторівневим;
- 3) на основі адміністративної влади;
- 4) від загального до частини.

25. Яка система контролю є на сьогоднішній день ефективною:

- 1) однорівнева;
- 2) трирівнева;
- 3) ієрархічна;
- 4) на основі адміністративної влади з підходом від загального до частини.

26. Пропонована сьогодні система контролю щодо операційних систем дає змогу здійснювати такі контрольні заходи:

- 1) контроль, що випереджає;
- 2) контроль, що випереджає і супроводжує;
- 3) контроль, що випереджає і супроводжує, а також контроль результатів;
- 4) контроль, що випереджає, супутній, функціональний, а також контроль результатів.

27. Яка суть супутнього контролю:

- 1) виявляти і запобігати різного роду відхиленням за допомогою перевірки якості вхідних в операційну систему потоків;
- 2) робити моніторинг поточної ефективності операційної системи;
- 3) перевірка результатів діяльності операційної системи;
- 4) правильні відповіді 1), 2), 3).

Розділ 5

ЗАГАЛЬНЕ Й ОСОБЛИВЕ В КЕРУВАННІ ОПЕРАЦІЯМИ В РІЗНИХ СФЕРАХ ДІЯЛЬНОСТІ

*Керування операціями властиве
всім об'єктам і стосується усіх.
Однак воно не однакове для всіх
і в чомусь незвичайне.
(Авторське)*

Ключові терміни і поняття: операційний менеджмент виробничої діяльності, операційний менеджмент у торгово-посередницькій діяльності, операційний менеджмент у сфері послуг.

Ретроспективний аналіз тенденцій змін у економічному середовищі вказує на інтенсивний перерозподіл продуктивних сил. Це дуже наглядно простежується на прикладі США. Для цього виділимо складові економічного середовища країни — це, насамперед, виробництво продуктів харчування — *сільське господарство* (С/Г), *промислове виробництво* (П/В) і *сфера послуг* (С/П). Прослідкувати як саме розподілялися вказані складові з проміжком часу в 100 років можна за допомогою схеми, наведеної на рис. 5.1.

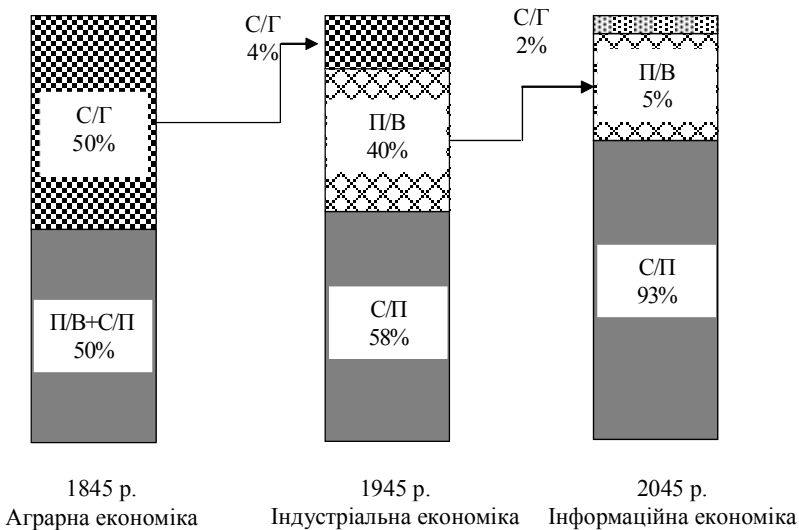


Рис. 5.1 Тенденції змін у економічному середовищі США

Наведений рисунок не є екскурсом в історію — це своєрідна база розвитку операцій і перерозподіл їх в основних сферах діяльності суспільства в період аграрної, індустріальної і інформаційної економік. Наведені дані повинні стимулювати сучасних фахівців з управління до вивчення операційного менеджменту, оскільки епоха інформаційної економіки базується на широких

можливостях трансформації операцій в залежності від ринкових умов та вимог споживачів та особливостях управління операціями в різних сферах діяльності.

Переведення економіки України на ринкові принципи господарювання, що обумовлюють перехід від централізованого планування і керування до ринкових відносин, і формування в зв'язку з цим сучасного економічного простору, де діють виробничі, торгово-посередницькі, сервісні й інші системи, вимагають вирішення зовсім нових для них, викликаних необхідністю корінного перегляду використовуваних ними методів організації і керування діяльністю. Особливо важливу роль за ринкових умов поряд із завданнями корпоративного керування починають відігравати завдання менеджменту на операційному рівні, тому що від того, наскільки правильно сформована операційна стратегія, істотно залежить життє- і конкурентоздатність системи в майбутньому.

Таким чином за умов економічної реальності, що склалася в Україні, виникає проблема побудови ефективних методів операційного менеджменту на всіх рівнях керування будь-якою організацією.

5.1 Операційний менеджмент виробничої діяльності

Операційний менеджмент як особлива галузь управлінських дисциплін виник для вирішення проблемних індустріальних управлінських завдань. Попри своє індустріальне походження, операційний менеджмент сьогодні перетворився на більш широкий і глибокий управлінський підхід, ніж просте керування промисловими операціями. Внаслідок швидкого технологічного розвитку виникають принципово нові види операцій або відбуваються істотні якісні зміни в колишніх видах і типах операцій. Нерідко

буває так, що нове поле операційного менеджменту стає джерелом не тільки специфічних для даного виду діяльності прийомів, але і для деяких загальних або навіть універсальних підходів.

Загальні методи раціонального керування операціями сьогодні дуже часто народжуються поза індустріальним виробництвом, тому в сучасному операційному менеджменті велика увага приділяється побудові операцій у сфері послуг (інформаційних, фінансових, торгово-посередницьких, освітніх тощо).

Можна відзначити, принаймні, дві точки зростання операційних методів, що формально не належать до операційних систем індустріального типу. По-перше, це розвиток інформаційних технологій у всіх сферах діяльності як важливих складових їхніх базисних методів переробки, де принципи і методи інформатизації переміщуються з галузі функцій, що забезпечують їх ефективність, у сферу основних. Одночасно інформаційні методи і критерії розширюють і збагачують сферу загальних раціональних принципів керування операціями.

По-друге, спостерігається швидкий розвиток фінансових економіко-математичних моделей, що із окремих і прикладних технологій і методів *фінансового* керування потроху переростають у більш загальний підхід. Як приклад можна навести відому модель ціни опціону Блейка-Скоулза, що використовується не тільки за прямим призначенням в плануванні термінових угод на фінансових ринках, але і для вирішення такої далекої від фінансових ринків проблеми, як оцінювання ринкової вартості земельних ділянок. Є підстави вважати, що метод оцінювання ринкової вартості права вибору, представлений у цій моделі, надалі буде використовуватися для розв'язання більш широкого кола управлінських завдань, включаючи й операційні.

Підкреслюючи помітну роль технологій невиробничої сфери, не можна забувати, що саме у виробничій сфері створю-

ються передумови і можливості того прискореного розвитку, що спостерігається сьогодні у світовій економіці. З погляду предмета даного курсу це означає, що цілісна система операційних прийомів і методів може бути сформована лише на основі чітких уявлень про загальні риси й особливості керування операціями у виробничій сфері.

Менеджмент виробничої діяльності є найбільш структурованою і чітко детермінованою галуззю операційного менеджменту. У виробничому менеджменті операції підлягають досить жорсткому і більш-менш однозначному плануванню, розрахунку і контролю. Істотну організуючу роль у керуванні відіграє поточний контроль. Слід мати на увазі надзвичайно важливу обставину: у виробничому менеджменті оптимальний варіант організації технологій і функцій, як правило, є одним з деяких можливих або *навіть єдиним*.

Керування операціями у виробничій сфері починається з ідентифікації типу технологій. Глибина поділу праці, тип спеціалізації і кооперації виробництва визначають побудову управлінської структури операційної системи.

Якщо спеціалізація усередині підприємства носить характер послідовних стадій обробки того самого виробу, то щонайкраще така операційна система керується за допомогою дво- або трирівневої системи керування операціями. Такого роду система керування операціями припускає наявність декількох управлінських вертикалей. Головна небезпека — у відсутності прямого зв'язку між нижніми рівнями керування. У цьому випадку існує ризик того, що зв'язок і взаємозалежність робіт не будуть підкріплюватися прямим зв'язком повноважень і відповідальності. Отже, у такій системі часто виникають «мертві зони», не охоплені відповідальністю за рівнями керування, або навпаки, зони, що підпадають під відповідальність декількох рівнів. Це обов'язково спричиняє збої і конфлікти. Однією з форм

профілактики цих конфліктів і проблем є формування свого роду додаткового рівня повноважень і відповідальності, що забезпечував би стики і контроль груп підрозділів.

Однак таке рішення не ідеальне. Витрати такого організаційного рішення пов'язані з усуненням вищого рівня керівництва від безпосередньої організації робіт. Результат — низька керованість процесом у цілому. Тому дуже часто вище керівництво воліє вирішувати проблеми стиків без включення додаткового рівня керування. За це доводиться платити істотним функціональним переважанням вищих ланок керування.

Другий тип системи спеціалізації — це вертикальна, або висока, система організації процедур, що найчастіше припускає фінішні операції у вигляді складального виробництва. Така система відрізняється значним числом ієрархічних рівнів керування, припускаючи істотний рівень делегування повноважень і відповідальності.

Стандартна проблема багаторівневої ієрархічної моделі — свого роду «зрушення» управлінських повноважень на один рівень вгору. Кожна ланка керування має ті повноваження, що потрібні наступній нижчій ланці керування (наприклад, повноваження начальника цеха знаходяться на рівні керівника виробництвом; повноваження майстра належать начальникові цеха). Тут відразу виявляється простий зв'язок: брак повноважень спричиняє недостатність відповідальності. Отже, той, хто *усе* вирішує, той відповідає *за усіх*.

Симптом цієї помилки — так звана безвідповідальність середнього рівня керування, обов'язково супроводжувана переважанням каналів інформації, оскільки для будь-якого рівня керування виникає додатковий (і зайвий, власне кажучи!) інформаційний потік, пов'язаний з узурпацією частини чужих повноважень.

Як ми вже неодноразово відзначали, виробничий менеджмент є історичною «батьківщиною» інших галузевих форм ме-

неджменту. Виходить, частина підходів і процедур обов'язково зберігається в явному або прихованому вигляді й в інших додатках операційного менеджменту.

5.2 Операційний менеджмент у торгово-посередницькій діяльності

Вихідна специфіка операційного менеджменту в даній сфері полягає в тому, що операції будуються на безпосередньому контакті зі споживачем. Отже, побудова управлінських процедур йде від умов, форм і характеру відносин зі споживачами результату операційної діяльності. Крім цього, істотним чинником (і, одночасно, обмеженням) методів керування операціями виступає специфіка фінансового забезпечення функціонування підприємств роздрібною торгівлі. Для цих підприємств характерна висока частка кредитування (в основному, комерційного) у джерелах фінансування, що робить їхнє положення достатньо ризикованим щодо необхідності підтримки достатньої кредитоспроможності. Тому вони жорстко обмежені в питаннях обіговості капіталу, і швидкість їхнього обороту є одним з основних критеріїв оптимального керування операціями. Усе, що гальмує реалізацію товарів і одержання грошей, має виключатися з операційної системи або мінімізуватися.

У сфері роздрібною торгівлі основна операція будується на купівлі-продажу товару, тобто в процесі передання товару й одержання грошей (рис. 5.2). Тут планування і розрахунок операції будуються на основі двох взаємопов'язаних процедур: передання товару й одержання грошей.

Побудова допоміжних операцій (доставка, завантаження-розвантаження, збереження, фасування) розрахована на дві основні процедури. Отже, процес керується тим ефективніше, чим

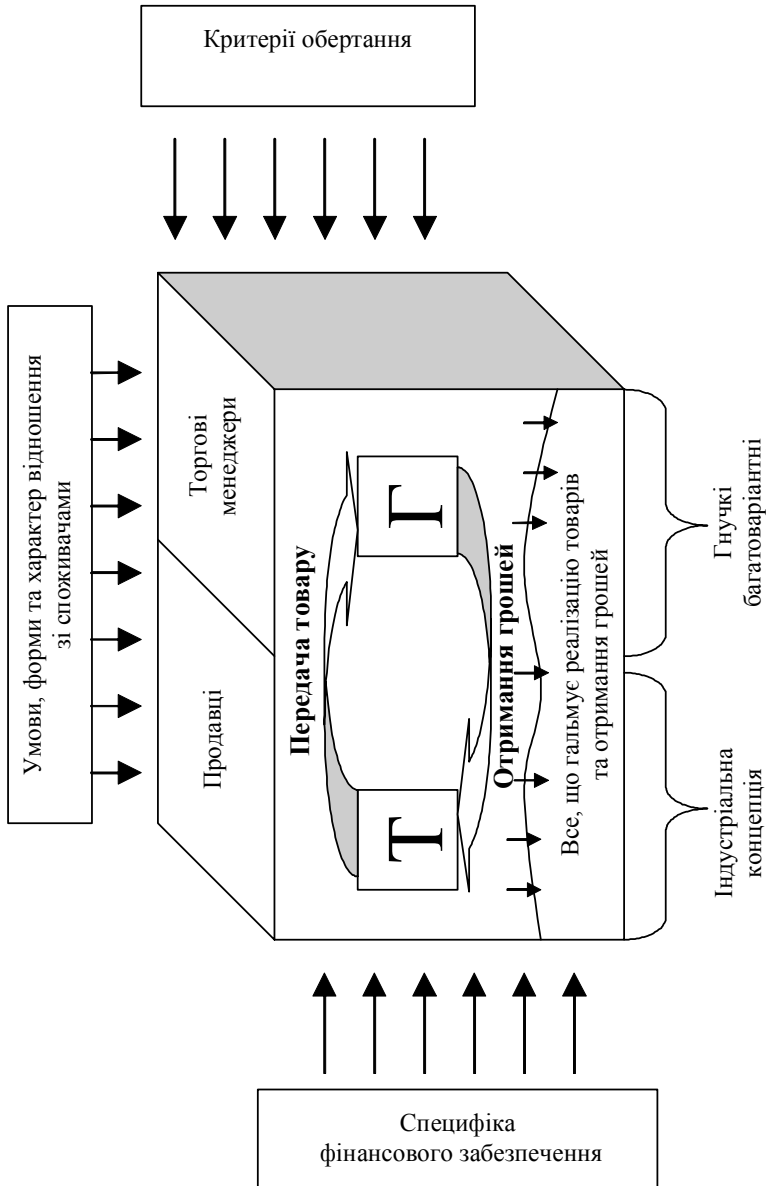


Рис. 5.2 Схеми операційного процесу у торгово-посередницькій діяльності

швидше і з меншими питомими витратами відбуваються ці дві процедури. Контролююча функція операційного менеджменту будується навколо оцінювання ефективності передання товару й одержання грошей. Бухгалтерський облік, інкасація грошей, придбання і доставка товару на торговельне підприємство, розміщення устаткування в торговельному залі повинні забезпечити безперебійність купівлі-продажу. Таке явище, як черга в торговельному залі, суперечить операційному підходу, бо означає, що підприємство не бере від ринку все те, що ринок йому реально пропонує. У спрощеному вигляді можна вважати, що якщо в торговельному залі стабільно спостерігається черга з трьох осіб, то треба наймати додаткового працівника.

Торгово-посередницька діяльність припускає наявність двох груп робітників: продавці і торговельні менеджери. Оскільки операції в прямому вигляді здійснюють саме продавці, головні зусилля з керування персоналом повинні бути націлені саме на продавців.

Дуже серйозні розходження в підходах до побудови операційної системи пов'язані з наявністю двох яскраво виражених концепцій роздрібної торгівлі:

- 1) індустріальна концепція (з відомою часткою умовності її можна назвати «американською концепцією 30-х років») — масове обслуговування стандартного покупця;
- 2) гнучкі різноманітні технології організації роздрібної торгівлі. Вони властиві сучасній організації торгівлі і припускають роботу з покупцями, що мають виражені індивідуалізовані переваги. Це доповнюється й іншою структурою споживаного бюджету, в якому частка оплати послуг торгово-посередницьких організацій істотно вища.

Для усередненого українського покупця рівень споживчих запитів і бюджетних можливостей не відповідає цим особливостям сучасної моделі торгово-посередницької діяльності. Отже, у результаті ряду окремих компромісів і відступів усередині

приватизованої торговельної системи поступово реанімується система відносин «продавець–покупець» радянського, індустріального типу.

Керування торгово-роздрібними операціями в цих суперечливих умовах є складною комбінацією сучасних раціональних підходів, компромісів і лавірування. По суті, це більше мистецтво, ніж наука. На жаль, це мистецтво доступне не всім, а, виходить, визначені процеси деградації торгово-посередницької діяльності в країнах з перехідною економікою сьогодні неминучі.

5.3 Операційний менеджмент у сфері послуг

У сфері послуг переважають посередницькі технології. Сфера послуг як об'єкт операційного менеджменту є найбільш різноманітною з погляду чисельності припустимих і оптимальних операційних рішень.

Структура керування операціями найчастіше носить горизонтальний характер, тобто спостерігається велика кількість одного рівня керування, що не підкоряються один одному, але повинні координувати свою діяльність. Така система керування може вважатися традиційно адаптивною. Операційні системи з перевагою горизонтальних зв'язків і комунікацій відносно безболісно переносять зміни в управлінському середовищі. Вони припускають значну кількість ресурсних значень і ресурсну свободу у визначенні структурної моделі керування. У той же час перевага плоских структур керування не забезпечує швидку концентрацію ресурсів і зусиль на проблемах чи привабливих напрямках діяльності.

У сфері фінансових послуг існує принцип множинності базисних технологій, що виражається в наявності ряду напрямків діяльності, які дають кінцевий результат. По мірі того, що вини-

кає формальна можливість погоджувати результати по окремих напрямках дій, існує «операційний сепаратизм», тобто прагнення окремих напрямків діяльності перетворитися на господарчі одиниці, що самозабезпечуються. Звичайно, це пов'язано з недостатнім розумінням системної природи операційного менеджменту, коли існують прихований взаємозв'язок і взаємна підтримка ринкового попиту на ці послуги. При цьому не враховуються накладні витрати, що виносяться в окремий напрям ринкової діяльності, а це вже стандартна помилка.

Цілий ряд управлінських функцій, включаючи й інформаційні, планувальні, облікові, контрольні, забезпечує система в цілому. Виділення ж напрямку обов'язково супроводжується двома ефектами:

- перерозподіл загальних функцій у бік виділеної ланки;
- більш низьке виконання цих функцій в міру ефекту масштабу.

Керування операціями в сфері фінансових послуг таїть у собі стандартні загрози і протиріччя, пов'язані з вертикальним розподілом праці, тобто з виникненням неефективних рівнів керування. Даний процес пов'язаний з об'єктивними передумовами. Керівник має знати, що такі закономірності діють і в його операційній системі, а також визначити для себе верхню межу структури, яку не слід перевищувати.

Сфера освітніх послуг характеризується збігом об'єкта менеджменту, суб'єкта, споживача і результату в одній особі, що навчається. Специфіка цієї сфери полягає в тому, що опис продукту, як правило, чітко задається державними органами як *державний стандарт* (рис. 5.3). Держава регламентує: результати навчання; процес навчання; порядок, методи і засоби діагностики (тести та ін.).

Повний операційний цикл містить у собі такі операції: прийом; навчання; переведення; відрахування; академічна відпустка. Центральна ланка — процес навчання, тобто одержання

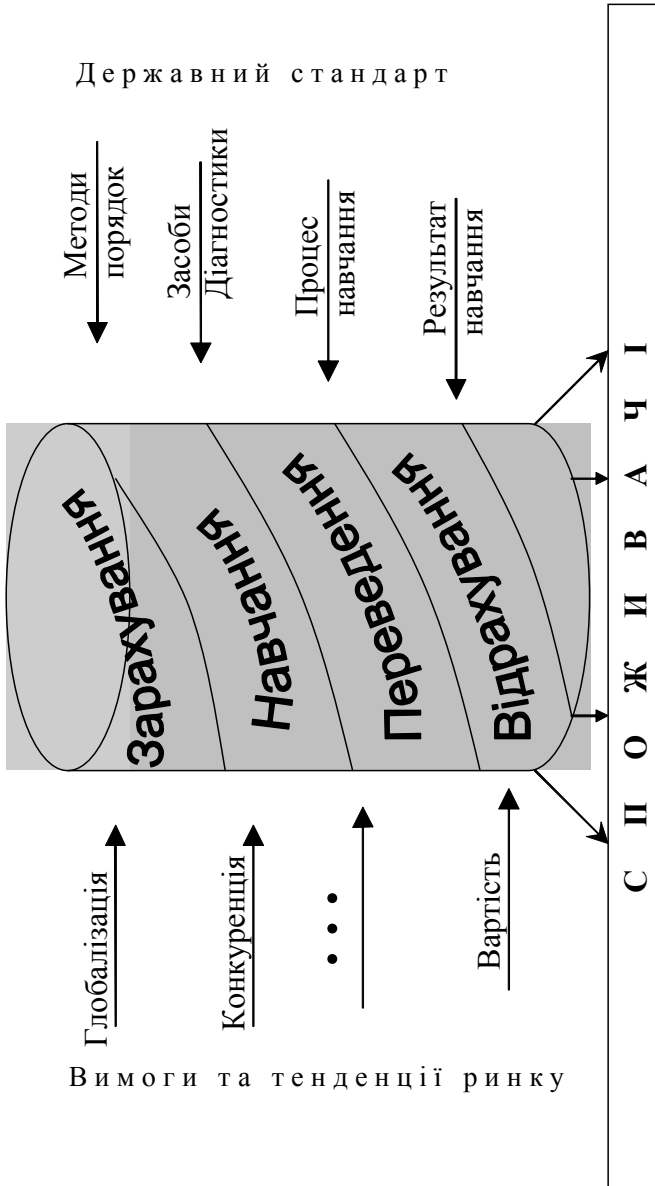


Рис. 5.3 Схеми операційного процесу у сфері надання освітніх послуг

студентом знань, навичок і професійних здібностей. Результат задається як сукупність знань, умінь і навичок, якими має володіти випускник вузу з відповідної спеціальності. Основним документом, що регламентує професійні якості випускника вузу, є освітньо-кваліфікаційна характеристика, в узагальненому і стислому виді діяльності, що характеризує типові завдання, виробничі функції, уміння і навички. На цій основі формується освітньо-професійна програма підготовки, у якій представлений перелік навчальних курсів і дається коротка характеристика знань і умінь, одержуваних у результаті вивчення кожного курсу. Державний стандарт є основою побудови навчального плану з конкретної спеціальності і розробки програм з окремих навчальних дисциплін.

Процес керування операційною діяльністю будується на активній ролі споживача освітніх послуг.

Споживачем послуг у цій сфері може виступати:

- той, хто сплачує за навчання;
- сам студент;
- роботодавець (замовник), що приймає випускників вузу на роботу.

Учасники операційної системи найчастіше виносяться на консультативний рівень операційних повноважень (дисципліни в навчальному плані на вибір студентів; аналіз стандартних професійних ситуацій, індивідуалізація навчальних планів і програм з урахуванням специфічних запитів замовника). Природі освітньої діяльності властиві так звані особисто зорієнтовані технології, коли значна частина ефектів і результатів може бути неформалізована, проте істотно важлива.

Крім цього, варто враховувати, що принципи раціонального операційного менеджменту в умовах освітньої системи України характеризують лише частину істотних процесів і явищ, обумовлених історичним процесом формування нових інститутів. Отже,

реальний операційний менеджмент освітніх установ в Україні припускає наявність тих чи інших компромісів між вимогами керування операціями в стабільних умовах і особливостями незбалансованої, формованої нової освітньої системи.

Керування операціями в сфері освітнього бізнесу — галузь операційного менеджменту, що розвивається більш повільно. У той же час істотні зміни професійного середовища змушують вузи змінювати зміст і методи професійної підготовки. Операційна стратегія повинна враховувати, що освітня система знаходиться в системі складних прямих і зворотних зв'язків з невизначеним середовищем, що розвивається. У світі спостерігається швидкий розвиток технологій, структури й інституціонального механізму глобальної господарської системи. Це обумовлює глибокі зміни в умовах, формах, методах професійної діяльності. Наслідком цього є посилення ринкових, інституціональних і фінансових ризиків освітньої діяльності як для безпосереднього суб'єкта (вузу), так і для того, кого навчають (студента).

У найближче десятиліття вузи можуть зустрітись як з новими можливостями, так і з новими небезпеками і проблемами. Навіть песимістичні прогнози визнають неминучість зростання платоспроможного попиту. Можна припустити, що на певному рівні добробуту населення (у точці насичення нижчих потреб) з'явиться ефект випереджуючого збільшення попиту на освітні послуги. За певних умов це може викликати перегляд масштабів ринку і ринкової політики навчальних закладів. Якщо розширенням ринку скористаються конкуренти, це може привести до втрати навіть наявної частки його.

Ефект активізації попиту, швидше за все, буде супроводжуватися його диверсифікованістю. Подальший розвиток фінансових і ринкових технологій призведе і до індивідуалізації професійних функцій фахівців. Відбуватиметься подальше вимивання

менеджерів середнього рівня за рахунок розширення їхніх повноважень і відповідальності до рівня топ-менеджменту.

Паралельно з цим матиме місце і диверсифікованість продукту і пропозиції. На ринку можуть з'явитися принципово нові освітні послуги — як за змістом, так і за суб'єктами пропозиції. Перевага буде за ініціаторами і новаторами.

Істотним чинником розвитку освітніх технологій обіцяє стати нарощування їхніх витрат. Попри те, що окремі елементи витрат будуть знижуватися (наприклад, вартість оргтехніки, інформаційних послуг), у цілому рух складності технічної оснащеності, вимог до методичного і матеріального забезпечення буде націлений на загальне подорожчання вартості навчання. Роль професійного менеджменту, у тому числі операційного і фінансового, у діяльності навчальних закладів зміцніє.

Нестабільність і динамізм ситуації будуть об'єктивно актуалізувати роль конкурентного чинника. У першу чергу, посилиться пряма конкуренція. Буде спостерігатися підвищення цінової і нецінової конкуренції на ринку освітніх послуг. Це змусить вузи активно використовувати весь спектр маркетингових інструментів: сегментування, позиціонування, рекламу, мережний маркетинг, PR.

Серйозним і неоднозначним чинником, що впливатиме на побудову технологічних операцій і операційний менеджмент вузу, обіцяє стати глобалізація освіти і пряма міжнародна конкуренція. Інтернет і інші сучасні інформаційні технології будуть забирати потенційних студентів.

Особливо варто відзначити чинник конкуренції якості. Безумовно, підсилиться роль якості підготовки студентів у ринковому позиціонуванні вузів. Розвиток інформаційних технологій призведе до більшої доступності деяких видів освітньої діяльності, її методів і прийомів. Можливе розширення кола суб'єктів пропозиції освітніх послуг, що має компенсуватися поглибленням

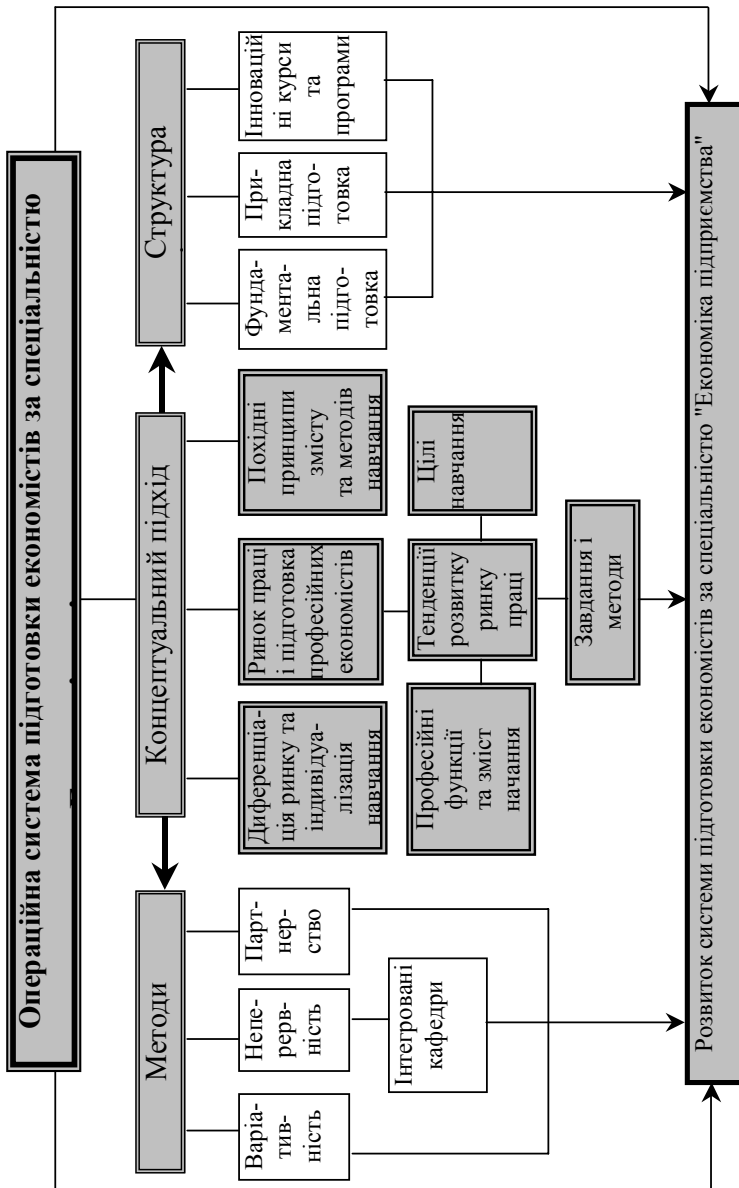


Рис. 5.4 Приклад побудови операційної системи в освітньому бізнесі

професіоналізму, посиленням ролі професійних стандартів і професійних освітніх корпорацій.

Велика кількість накопичених в суспільстві за останні десятиліття знань і технологій поки лише частково зуміла перебороти інституціональні бар'єри і стати частиною сучасної економіки. Основна ж частка нововведень ще чекає свого часу. Тому в найближчі роки відбудуватиметься подальше наростання інновацій — як *конструктивних*, що розвиватимуть соціально-економічну й інституціональну природу освіти, так і *деструктивних*, що ставлять під сумнів традиційні культурно-інтелектуальні і професійні цінності; як *поточних*, реалізовуваних за допомогою адаптивних чи рефлекторних реакцій, так і *довгострокових*, що потребують усвідомлених фундаментальних змін у структурі і функціях освітніх установ.

Неможливо навчити студента всьому, чого зажадає від нього професійна діяльність на базі традиційного підходу. Величезний і постійно нарощуваний обсяг необхідних професійних знань не порівняти із пропускнуою здатністю традиційної операційної системи вузу, побудованої на перевазі «лекційно-практичної» педагогічної технології. Тому в найближчі роки неминуче відбудеться зсув центра ваги освітніх технологій у бік самостійної роботи студентів, з урахуванням можливостей сучасних інформаційних систем. Це пред'являє істотно нові вимоги як до змісту навчального матеріалу, так і до форм його подання і використання. Необхідною передумовою збереження цілісності освітнього процесу за умов глибоких змін є раціональна організація оновленої операційної системи (рис. 5.1).

Питання для самоконтролю

1. У чому полягає загальне й особливе в керуванні операціями у виробничій і освітній сферах, у медичному обслуговуванні і сфері бізнесу?

2. Які «точки зростання» операційних методів спостерігаються в керуванні операційними системами?
3. Операційний менеджмент у виробничій діяльності.
4. Вкажіть особливості керування операціями в торгово-посередницькій діяльності.
5. Які підходи використовуються до побудови операційних систем у сфері торгово-посередницької діяльності?
6. У чому виявляються особливості керування операціями в сфері послуг?
7. Сучасні вимоги до керування операціями в освітньому бізнесі.

Завдання для самостійної підготовки до практичних занять

Завдання 5.1

Загальні відомості до постановки завдання

У Державному класифікаторі України ГК 009-96 «Класифікація видів економічної діяльності» (КВЕД), затвердженому Державним комітетом зі стандартизації, метрології і сертифікації наказом № 441 від 22 жовтня 1996 року, для виду економічної діяльності «Оптова торгівля і посередництво в торгівлі» зазначені звичайні операції в сфері оптової торгівлі: сортування, переупаковка, охолодження, розливання у пляшки, тимчасове збереження, збирання, розфасовка, поділ на дрібні партії, розподіл по групах великих партій товару, доставка й установка за свій рахунок.

Указівка до виконання завдання: перераховані операції варто вписати в правильній послідовності в квадратики, представлені нижче на рис 5.5.

- а) Операційному менеджеріві компанії «Z» для ефективно організації процесу оптової торгівлі необхідно установити раціональну послідовність виконання зазначених операцій.
- б) Виконати ранжирування операцій, що входять у технологічний ланцюжок, по: тривалості виконання, витратам на виконання

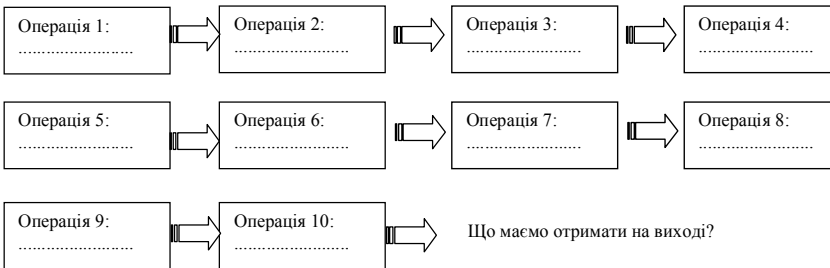


Рис. 5.5 Технологічний ланцюжок процесу оптової торгівлі

(для мінімальних значень приймати $K_{ранж.} = 1$, а для максимальних — $K_{ранж.} = 10$):

- | | |
|--------------------|---------------------|
| операція 1 — | операція 6 — |
| операція 2 — | операція 7 — |
| операція 3 — | операція 8 — |
| операція 4 — | операція 9 — |
| операція 5 — | операція 10 — |

в) Перелічити фактори, що впливають на ефективність виконання зазначених операцій.

- | | |
|--------------------|---------------------|
| операція 1 — | операція 6 — |
| операція 2 — | операція 7 — |
| операція 3 — | операція 8 — |
| операція 4 — | операція 9 — |
| операція 5 — | операція 10 — |

г) Установити можливий відносний ступінь механізації зазначених операцій (максимально можливий рівень механізації операції $K_M = 0,9$).

- | | |
|--------------------|--------------------|
| операція 1 — | операція 6 — |
| операція 2 — | операція 7 — |
| операція 3 — | операція 8 — |

операція 4 — операція 9 —
операція 5 — операція 10 —

Тести для контролю знань

1. Загальні правила і методи раціонального керування операціями сьогодні дуже часто:

- 1) «народжуються» під час вирішення проблемних індивідуальних завдань;
- 2) «народжуються» за межами індустріального виробництва;
- 3) виходять із загальних принципів і законів керування;
- 4) «народжуються» у колі діяльності стратегічного менеджменту.

2. Укажіть найбільш актуальні «точки зростання» операційних методів, що формально не належать до операційних систем індустріального типу:

- 1) створення фізичних моделей явищ і процесів;
- 2) фінансове економіко-математичне моделювання сучасних економічних процесів;
- 3) інформаційні технології;
- 4) можливо 2) і 3).

3. Цілісна система операційних прийомів і методів може бути сформована лише на основі:

- 1) чітких уявлень про загальні риси й особливості керування операціями у виробничій сфері;
- 2) чітких уявлень про загальні риси й особливості керування операціями у виробничій сфері, сервісі;
- 3) чітких уявлень про загальні риси й особливості керування операціями у виробничій сфері, сервісі, у сфері інформаційних технологій;

- 4) чітких уявлень про загальні риси й особливості керування операціями у виробничій сфері, сервісі, у сфері інформаційних технологій, у фінансовій сфері.

4. У виробничій сфері операції:

- 1) є складовою технологічного процесу;
- 2) є складовою виробничого процесу;
- 3) підлягають досить жорсткому і більш-менш однозначному плануванню, розрахунку і контролю;
- 4) найбільше адаптовані до керування.

5. У виробничій сфері керування операціями починається з:

- 1) ідентифікації типу технологій;
- 2) вивчення класифікації операцій;
- 3) вивчення продукту;
- 4) створення оптимальної моделі операції.

6. Які чинники визначають побудову управлінської структури операційної системи:

- 1) розподіл праці;
- 2) тип спеціалізації виробництва;
- 3) кооперація виробництва;
- 4) можливо, все, зазначене вище.

7. Якщо спеціалізація усередині підприємства носить характер послідовних стадій обробки виробу одного конкретного типу (горизонтальна система спеціалізації виробництва), то найефективніше такою операційною системою керувати за допомогою:

- 1) однорівневої системи керування операціями;
- 2) дворівневої системи керування операціями;
- 3) тривірневої системи керування операціями;
- 4) можливо 2) або 3), залежно від ситуації.

8. *Вертикальна система спеціалізації виробництва припускає, що операційна система найліпше керується за допомогою:*

- 1) однорівневої системи керування операціями;
- 2) дворівневої системи керування операціями;
- 3) триврівневої системи керування операціями;
- 4) багаторівневої системи керування операціями.

9. *Стандартна проблема керування операційною системою за горизонтальної спеціалізації виробництва — це:*

- 1) свого роду «зрушення» управлінських технологій на один рівень вгору;
- 2) відсутність прямого зв'язку між нижчими рівнями керування;
- 3) труднощі технологічних стиків;
- 4) труднощі контролю операцій.

10. *Стандартна проблема керування операційною системою за вертикальної спеціалізації виробництва — це:*

- 1) свого роду «зрушення» управлінських технологій на один рівень вгору;
- 2) відсутність прямого зв'язку між нижчими рівнями керування;
- 3) труднощі технологічних стиків;
- 4) наявність великої кількості управлінських структур.

11. *Який характер носить структура керування операціями в сфері послуг:*

- 1) вертикальний;
- 2) горизонтальний;
- 3) змішаний;
- 4) у більшості — вертикальний, менше — горизонтальний.

12. *Що означає принцип множинності базисних технологій у сфері фінансових послуг:*

- 1) наявність напрямку одного виду діяльності з одержанням приватного результату;
- 2) наявність ряду напрямів діяльності, що дають кінцевий результат;
- 3) можливість відповідності стандартним технологіям проектування конкретного продукту;
- 4) кожна технологія складається з безлічі операцій.

13. Керування операціями в сфері фінансових послуг таїть у собі загрози і протиріччя, пов'язані з:

- 1) численністю фінансових потоків;
- 2) обсягами фінансових ресурсів;
- 3) вертикальним розподілом праці, тобто з виникненням не-ефективних рівнів керування;
- 4) великою кількістю «точок додатка» фінансів.

14. У чому складається головне обмеження сфери освітніх послуг:

- 1) «технологію» регламентує держава;
- 2) багато об'єктів, що надають освітні послуги, створюють дефіцит споживача цих послуг;
- 3) наявність державної і недержавної форм освіти;
- 4) нерівність положення державних навчальних закладів і закладів недержавної форми власності.

15. Назвіть на основний чинник, що у даний час починає серйозно впливати на побудову технологічних операцій і операційний менеджмент вузу:

- 1) глобалізація освіти;
- 2) міжнародна конкуренція в освіті;
- 3) сучасні інформаційні технології;
- 4) можливо, усе, вище зазначене.

16. Чи можливо в найближчі роки подальше зростання конструктивних, деструктивних, поточних і довгострокових інновацій у сфері освітніх послуг:

- 1) так;
- 2) можливо;
- 3) ні;
- 4) це залежить від держави.

17. Чи порівнюємо з пропускнуою здатністю традиційної операційної системи вузу, побудованої на переважанні «лекційно-практичної» технології навчання, величезний і постійно нарощуваний обсяг необхідних професійних знань:

- 1) так;
- 2) частково;
- 3) ні;
- 4) на сьогоднішній день на це питання однозначної відповіді немає через відоме невизначення.

18. У чому основна особливість операційної системи вузу:

- 1) у тому, що вона характеризується збігом об'єкта менеджменту, суб'єкта, споживача і результату;
- 2) у тому, що вона цілком залежить від інституціональних чинників;
- 3) операційна система вузу — це консервативна система;
- 4) у тому, що сьогодні вектор цілей має особливо мінливий характер.

19. Які елементи містить у собі повний операційний цикл вузу:

- 1) прийом і навчання;
- 2) прийом, навчання і відрахування;

- 3) прийом, навчання, переведення, відрахування;
- 4) прийом, навчання, переведення, відрахування, академічна відпустка.

20. Процес керування операційною діяльністю операційної системи вузу будується на:

- 1) активній ролі держави;
- 2) активній ролі керівництва вузу;
- 3) активній ролі споживача освітніх послуг;
- 4) наслідках глобалізації навчання.

Розділ 6

ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ОПЕРАЦІЙНОМУ МЕНЕДЖМЕНТІ

*Воля волі означає не що інше,
як здатність приймати
рішення зі знанням справи.
Ф. Енгельс*

*Рішення — це хребет системи,
вибір альтернативи.
Р. А. Фатхутдінов*

*Рішення не є доказом
математичної теореми і не умовивід.
(Авторське)*

Ключові терміни і поняття: рішення, управлінське рішення, модель, моделювання, типологія математичних операційних моделей, масштабована модель, аналогова модель, управлінські ігри, семантичні моделі, математичні (символьні) моделі, критерій адекватності, критерій універсальності, критерій економічності, блокове моделювання.

6.1 Загальні міркування

Аби сформулювати основні ідеї процесу прийняття рішень, доцільно почати з уточнення понять і термінології.

Що таке рішення? Велика радянська енциклопедія (2-ге вид.) дає таке тлумачення: «Рішення — один з необхідних моментів вольової дії ... і способів його виконання. Вольова дія припускає попереднє усвідомлення мети і засобів дії, уявне здійснення дії, що передує фактичній дії, уявне обговорення основ, що виступають за або проти його виконання, і т.п. Цей процес завершується ухваленням рішення».

Таким чином насамперед *рішення є дією*, тобто деякий процес, що складається з ряду окремих актів, процедур.

Практично функціонування різних економічних систем усе ширше користується словосполученням «управлінське рішення». *Управлінське рішення* — це результат аналізу, прогнозування, оптимізації, економічного обґрунтування і вибору альтернативи з маси варіантів щодо досягнення конкретної мети системи менеджменту. І, природно, сучасному менеджерові перш, ніж вирішувати проблему, необхідно дати відповіді на багато запитань. Так, приміром, операційний менеджер до прийняття рішення відносно будь-якого завдання його рівня вирішує наступне:

- проблеми операційного або іншого рівня;
- яку застосовувати «технологію» рішення проблеми операційного рівня;
- кого слід залучати до вирішення проблеми;
- які операційні витрати слід очікувати;
- які проблеми можуть ще виникнути;
- скільки часу необхідно для усунення проблеми;
- чи пов'язана проблема з надходженням ресурсу;
- чи стосується проблема вищого рівня керування.

Для операційного менеджера ухвалення управлінського рішення — це процес вибору розумної альтернативи щодо вирішення виниклої проблеми, а результати реалізації служать об'єктивною оцінкою професіоналізму керівника і, власне, керівника.

6.2 Процес прийняття рішень

Діяльність менеджера в сферах виробництва, сервісу, освіти тощо пов'язана з необхідністю вибору потенційних управлінських рішень для того, щоб віднайти правильну дію для організації в заданий час і заданому місці. Інакше кажучи, для успішного функціонування фірми, компанії, підприємства в заданому сегменті ринку менеджер зобов'язаний зробити правильний вибір з декількох альтернативних рішень. І, якщо йому пощастить вибрати одну з оптимальних альтернатив, то дана дія і буде нічим іншим як *рішенням*. Тому *ухвалення рішення* для сучасного менеджера — це є вибір того, як і що мотивувати, організувати, планувати і контролювати (рис. 6.1). Таким чином саме прийняття рішень є головним компонентом *керування*.

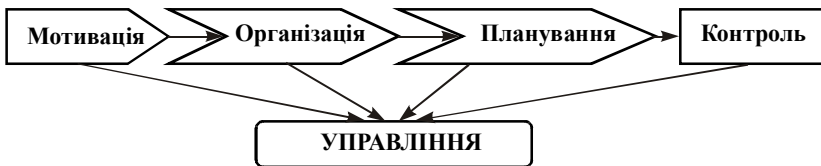


Рис. 6.1 Логічний ланцюжок процесу прийняття рішень

Будь-яке прийняття рішень є процесом. А якщо це процес, то він має складатися з визначених компонентів. Один з найбільших фахівців в галузі керування Рассел Акофф припускає для процесу прийняття рішень наявність наступних компонентів:

- особи (осіб), що приймає (приймають) рішення;
- керованих перемінних;
- вибору й ухвалення рішення;
- некерованих перемінних;
- внутрішніх і зовнішніх обмежень;
- можливих (передбачуваних) підсумків.

Як бачимо, для виконання цілей, що коштують перед організацією, сучасному операційному менеджеру необхідно знати і розуміти структуру прийняття рішень, усвідомлювати, що для успішного їх здійснення необхідно пройти такі основні стадії, як аналіз, синтез і оцінювання. Їх сучасною мовою можна назвати дивергенцією, трансформацією і конвергенцією. Крім того, успіх вирішення будь-якого завдання лежить у визначеному сполученні керівником логіки й інтуїції, на яких базується використання аналітичного прийняття рішень, вибір можливих альтернатив.

У передмові до книги «Теорія вибору і прийняття рішень» зазначено, що «процеси прийняття рішень» лежать в основі будь-якої цілеспрямованої діяльності. В економіці вони передують створенню виробничих і господарських організацій, забезпечують їхнє оптимальне функціонування і взаємодію; у наукових дослідженнях дають змогу виділяти найважливіші наукові проблеми, способи їхнього вивчення, визначають розвиток експериментальної бази і теоретичного апарату; у разі створення нової техніки складають важливий етап у проектуванні машин, пристроїв і приладів, комплексів, будинків; сприяють розробці технології їх побудови й експлуатації; у соціальній сфері використовуються для організації функціонування і розвитку соціальних процесів, їх координації з господарськими й економічними планами. Оптимальні (ефективні) рішення забезпечують досягнення мети за мінімальних витрат трудових, матеріальних і сировинних ресурсів».

З теорії прогнозування і прийняття рішень відомо, що процес цей у загальному вигляді характеризується: по-перше, наявністю однієї або декількох цілей; по-друге, розробкою альтернативних варіантів рішень; по-третє, вибором раціонального (оптимального) рішення, заснованого на визначених критеріях, з урахуванням чинників, що обмежують можливості досягнення мети.

Залежно від вихідної інформації, розрізняють завдання прийняття рішень за умов визначеності, ризику і невизначеності, що особливо характерно для ринкової економіки, її всіляких формувань.

Для вирішення завдань за умов невизначеності використовується теорія статистичних рішень, що підрозділяється на два напрями залежно від того, є чи відсутня можливість проведення досліджень (дослідів) у процесі прийняття рішень. Очевидно, розробка заходів щодо керування операційними системами на основі прогнозної інформації є типовим завданням щодо прийняття рішень за умов невизначеності, що залежать від різних «природних станів» на ринку і конкурентів, невідомих (або відомих з недостатньою точністю) на момент ухвалення рішення, і обумовлена їхньою недостатньою вивченістю.

Щоб краще уявити сутність пошуку рішення, представимо процес його ухвалення наступним алгоритмом (рис. 6.2).

На основі отриманої і відфільтрованої інформації про зовнішнє або внутрішнє середовище *першим етапом* процесу прийняття рішень є визначення проблеми і встановлення вагомих чинників, що формулюють її. Даний етап найбільш важливий і важкий.

На *другому етапі* менеджери організації мають виробити критерії вирішення завдань з урахуванням обмежень, що накладаються зовнішнім і внутрішнім середовищем, після чого формується мета. На даний час більшість фірм мають декілька цілей максимізації прибутку.

Третій етап спрямований на формалізацію процесу (об'єкта) шляхом побудови моделі.

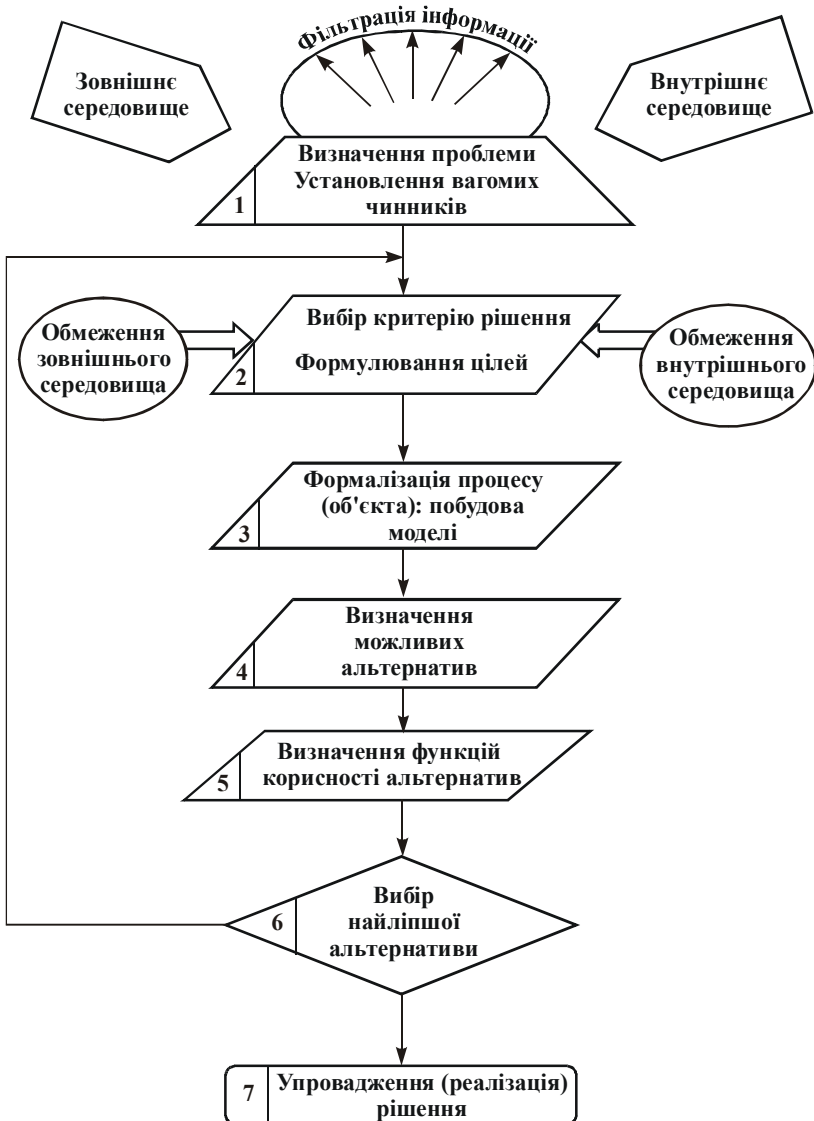


Рис. 6.2 Схема (алгоритм) процесу прийняття рішень операційним менеджером

Установлення можливих альтернатив щодо вирішення проблеми для конкретних умов включає *четвертий етап* процесу прийняття рішень операційним менеджером. Даний етап означає генерацію найбільшої кількості вирішення проблеми.

П'ятий етап — визначення функцій корисності встановлених можливих альтернатив. Значення функції корисності виражає цінність або корисність даних альтернатив для споживача й організації.

Найвідповідальнішим моментом у прийнятті рішень є вибір найліпшої альтернативи, тобто рішення, що найповніше задовольняє поставлену мету. Це *шостий* етап процесу прийняття рішень.

Заключним, *сьомим*, є етап впровадження або реалізації прийнятого рішення. Даний етап має певні труднощі організаційного і виробничого аспектів.

Наведений алгоритм процесу прийняття рішень операційним менеджером не є непорушною істиною, обов'язково для неухильного виконання. На практиці деякі етапи удосконалюються, деякі не потребують застосування. Гнучкість, мінливість алгоритму цілком реальна. Однак його «кістяк» — це загальна стратегія для операційного менеджера в прийнятті успішних рішень за різних ситуацій.

Слід зазначити, що в практичній діяльності операційному менеджерів прийняте рішення (етап 6) потрібно оцінювати з різних точок зору з огляду на фізичні, технічні, економічні й інші аспекти. А це вимагає побудови моделей оптимізації рішень і прогнозування на основі їх подій майбутнього.

6.3 Роль моделювання в процесі прийняття рішень

В основі наукового підходу до прийняття рішень в операційному менеджменті, як і в переважній більшості різних наукових

галузей, лежать моделі. Що ж розуміється під терміном «модель»? *Модель* — це умовне представлення реальності, тобто символно-інформаційне відображення (образ) реального об'єкта, що відтворює останній з деяким визначеним ступенем точності й у формі, відмінній від форми самого об'єкта. Процес створення (побудови) моделі й оперування нею з метою одержання необхідних даних про реальний об'єкт (природньо, у прогнозованому аспекті) називається *моделюванням*.

Яку ж роль відіграє використання моделей і моделювання в діяльності операційного менеджера — у процесах прийняття рішень?

Моделі і моделювання є могутнім інструментарієм пізнання реального світу. Операційними менеджерами вони можуть застосовуватися для різних розрахунків, проектування операційних систем так само, як і інших — керування процесами й операційними системами, прогнозування явищ, пов'язаних з функціонуванням операційних систем з різних умов ринку, що розвивається, і суспільних відносин тощо.

Використання математичних моделей в основному зводиться до визначення значень деяких величин за відомим значенням решти. Значення останніх можуть бути отримані в результаті спостережень або задаватися з яких-небудь міркувань. Наприклад, вимірюючи певну величину, ми спостерігаємо тільки результати вимірів, за якими потрібно визначити значення самої вимірюваної величини. За прогнозування майбутнього прибутку від реалізації на ринку конкретного виду продукції у визначені періоди часу передбачаються обсяги продажів у визначених сегментах ринку. Або за прогнозованими обсягами продажів передбачаються складові прибутку організації в конкретний час і в заданому сегменті ринку. Далі, наприклад, за результатами діяльності організації слід вирішувати завдання розпізнання негативних явищ, що погіршують діяльність, і на підставі цього

визначати відповідні реакції впливу з боку фірми, компанії, спрямовані на «оздоровлення». При цьому варто помітити, що моделювання можна багаторазово повторювати, змінюючи умови, опис, критерії оцінювання, і дивитися, що з цього вийде. Необхідно пам'ятати, що моделювання працює в межах лише *вихідного опису*, до якого воно нічого не може додати. Тому те, що виходить за межі вихідних моделей, не може бути виявлено й оцінено.

Важливо підкреслити широкі можливості оперативного-технічного моделювання у процесі проектування чи модернізації операційних систем. До речі, в модель можна включити не тільки математичне подання ситуації, але і персоналу, технічних елементів і підсистем, що будуть впливати на хід подій, виконуючи певні ролі. У даному випадку моделювати слід в реальному масштабі часу. До персоналу, у тому числі і до керівництва, можна застосувати ротацію або переорієнтувати на інші тенденції розвитку ситуації. У такий спосіб можна виявити вплив різноманітних чинників на операційну систему в цілому.

Введення математичних методів у сферу керування і бізнес ставить завдання щодо створення моделей і для процесів прийняття управлінських рішень. Операційний менеджер будь-якої організації згідно з отриманою інформацією (яку завжди можна подати як сукупність значень конкретних величин) має приймати рішення (яке може бути сукупністю значень визначених величин). А сучасні обчислювальні засоби допоможуть керівництву даних організацій приймати найбільше науково об'рунтовані та виважені рішення і тим самим підвищувати ефективність керування операційними системами. Таким чином моделі і моделювання як засоби наукового менеджменту покликані допомогти операційним менеджерам зрозуміти природу взаємин у бізнесі і визначити більш раціональні й ефективні способи оцінювання значень вагомих величин у таких відносинах, віднайти спосіб зменшення або хоча б зрозуміти сенс невизначеності, що супроводжує бізнес-плани.

Академік І. Бажин відзначав: «Створення моделей реальних бізнесів-проектів і об'єктів керування є *квінтесенцією* операційного підходу до розв'язання завдань менеджменту. У дослідженні операцій моделювання він відіграє роль, аналогічну лабораторному експерименту з природничих наук. Це тим більш важливо, що здійснення реального експерименту в сфері керування може занадто дорого обходитися як матеріально, так і в соціальному значенні...».

Побудова моделі допомагає звести складні — і часом нездоланні — чинники, пов'язані з проблемою ухвалення рішення, у логічно струнку схему, доступну для детального аналізу. Така модель дає змогу виявити альтернативні варіанти й оцінити результати, до яких вони призводять, а також дані, необхідні для оцінювання наявних можливостей. Підсумково це забезпечує одержання об'рунтованих висновків; отже, модель стає засобом «формування чіткого уявлення про дійсність».

Сьогодні існує велика гама моделей і методів, що допоможуть операційним менеджерам у прийнятті ефективних рішень. Опанувавши апарат моделювання і вивчивши теорію рішень, операційний менеджер практично буде застрахований від промахів.

Слід також підкреслити, що операційному менеджерові не завжди варто будувати модель об'єкта: можна, а іноді і потрібно використовувати вже наявні моделі. Проте менеджер повинен виважено оцінювати, коли і яка модель тотня реальній ситуації і які є обмеження з боку середовища, як користуватися моделлю для одержання необхідних результатів (оцінок), а також як використовувати отримані модельні оцінки для вирішення проблем менеджменту тощо.

Ще одна важлива обставина для операційного менеджера — критерії моделювання (етап 2 на рис. 6.2). Критерії мають відповідати меті передбачуваного рішення. Рідко вдається обійтися одним критерієм, як правило, застосовується група їх. У змісті

досягнення мети ця група повинна бути повної (відбивати всі сторони рішення).

Результати моделювання цілковито і окремо порівнюються з відомою інформацією про об'єкт. На цьому базуються точність і повнота моделювання, роблять висновки щодо необхідності і напряму деталізації моделі.

У разі вирішенні недовизначених завдань моделювання стає одним зі способів *доопрацювання*. По-перше, моделювання уможливує виявлення ступеня недовизначеності — межі можливого поведження об'єкта (системи) за заданих (неповних) умов. По-друге, за допомогою моделі можна встановити характер поведження об'єкта за тих додаткових чинників, що вносяться у разі інтуїтивного доопрацювання. І, нарешті, по-третє, за допомогою моделі можна «перебирати» різні способи доопрацювання й оцінювати наслідку.

6.4 Типи моделей операційного менеджменту

Операційні менеджери, працюючи за жорстких умов ринку, часто мають потребу в таких моделях, які б забезпечували оперативно і точно оцінювати ті чи інші явища, ті чи інші показники діяльності операційної системи і приймати правильні рішення. У цьому їм допомагають знання застосовуваних типів, класів, категорій моделей, найбільш доцільних сфер їх використання. А. Єфімов застеріг, що *«...специфіка завдань, цілей і конкретний зміст кожного прогнозу вимагає розробки (використання. — Авт.) відповідної модифікації методів прогнозування»*. Останнє сприяє значному зниженню втрати завдяки правильному прогнозуванню і точному оцінюванню. Так, наприклад, у сфері матеріально-технічного постачання сільгосптехніки, за даними П. Му-

зичкіна, збитки від неправильного прогнозу потреб у запасних частинах в окремих випадках збільшуються в 400 і більше разів.

Дотримуючись пропозиції американського ученого А. Роува, зручно відтворити «типаж» наявних моделей у вигляді неперервного спектра від точних моделей реальних об'єктів (процесів) до зовсім абстрактних семантико-математичних (рис. 6.3).

Відповідно до такої типізації модель може бути точною копією досліджуваного процесу в реальному житті або абстрактно відбивати деякі характерні його властивості. Таким чином з метою одержання «ефектних» рішень операційному менеджерів слід намагатися використовувати моделі «точної частини» певного спектра.

Кожна з моделей рис. 6.3 має свій показниковий відтінок, що відповідає дослідженню операцій у тій чи іншій галузі, тій чи іншій операційній системі. Насамперед, модель може бути «фізичною копією» реального об'єкта. Прикладом таких моделей є зменшені копії літаків і автомобілів, використовувані найчастіше для визначення аеродинамічних характеристик проєктованих конструкцій. У таких випадках правомірно говорити про фізичне моделювання. Таким чином фізичні процеси тлумачаться термінами операцій (спостережень, експериментів), що згармонізують фізичні об'єкти. Але в даному випадку під фізичною моделлю розуміється така, що відтворює об'єкт дослідження за всіма його характеристиками, але відрізняється від реального об'єкта зменшеними розмірами. Такі моделі, безумовно, тотожні проєктованим об'єктам за їхніми основними властивостями і мають набагато меншу вартість у порівнянні з вартістю реального об'єкта.

Складність реальних фізичних ситуацій вимагає спрощеного подання (уявлення), що «абстрагує» відповідним чином обрані «істотні» властивості фізичних об'єктів і ситуацій.



Рис. 6.3 Спектр наявних типів моделей

Масштабована модель — фізична модель об’єкта, відображена в масштабі. Вона у зміненому масштабі відтворює об’єкт у ході досліджень.

Аналогові моделі представляють досліджуваний об’єкт як його аналог, у певній формі відтворюючи основні функції реального об’єкта. Найпростішою аналоговою моделлю є графік, що унаочнює подання об’єкта чи процесу (конкретної властивості). Наприклад, графічне зображення залежності зміни собівартості від обсягу виробництва (рис. 6.4) або залежність ціни товару від його кількості на ринку (рис. 6.5).

Управлінські ігри взаємоув’язують людей і машинні компоненти. Таке моделювання часто називають іграми — управлінськими, планувальними тощо. Продовжуючи цей процес, доходимо до повного *машинного моделювання*, що, звичайно, і розуміється під терміном «моделювання».

Семантичні моделі відбивають функції чи властивості (об'єкт) у вигляді семантичних алгоритмів, тобто правил, властивостей, ознак, передаваних у словесній формі. Сьогодні вже урально розуміння комп'ютером людської мови, тобто семантичних алгоритмів, що задаються. Це дає можливість більш широко застосовувати останні під час керування операційними системами тощо.

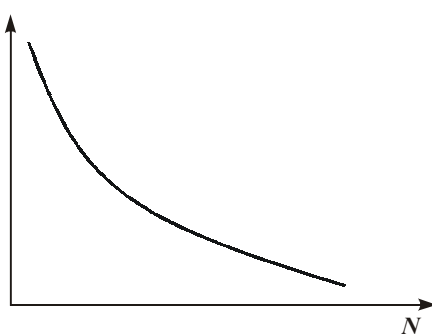


Рис. 6.4 Залежність собівартості S від обсягу виробництва N

Математичні, або символні, моделі — сукупність математичних символів і зв'язків між ними, що відбивають знову таки в символній формі найважливіші для дослідника властивості досліджуваного об'єкта, тобто математична модель охоплює клас абстрактних математичних об'єктів, таких як числа чи

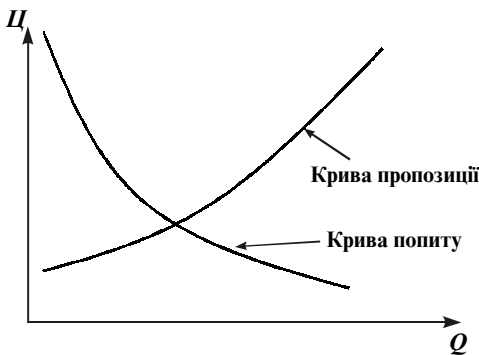


Рис. 6.5 Залежність ціни P від кількості товару Q на ринку

вектори, і відносини між ними. Найпростішими прикладами математичних моделей, відомих ще зі шкільних курсів фізики, математики, є формули визначення швидкості ($V = s/t$, де s — шлях; t — час) і площі ($S = LB$, де L — довжина, B — ширина). Або ж, прикладом, кожна освічена особа сьогодні знайома з

математичною моделлю зростання населення Землі, запропонованої ще 1965 р. С. Корнером:

$$N = \frac{C}{T_1 - T} = \frac{200 \times 10^9}{2025 - T},$$

яка з дивною точністю описує процес впродовж сотень і навіть багатьох тисяч років (перемінні T_1 і T позначають, відповідно, початкові і поточні значення часу). Відома також математична модель, за допомогою якої можна оцінювати число людей на Землі за чинником часу:

$$P_{0,1} = 2,25 K^2 \times \ln K = 95,31 \times 109.$$

Тут $\ln K = 11,02$ (K — постійна, що дорівнює 62000), а середня тривалість життя людини дорівнює 20 рокам, як і в спробних оцінках Н. Кейфіца і К. Вайса.

У дослідженні операцій, як правило, використовуються математичні моделі, що обов'язково є деяким наближеним відображенням дійсності. Тому стисло опишемо деяку специфічність математичних моделей.

У математичних моделях багато відносин можуть бути подані за допомогою математичних операцій, що ув'язують один або декілька об'єктів (операнди) з іншим або безліччю їх (результат операції). Абстрактна модель з її довільними об'єктами, відносинами й операціями визначається антонімічним набором правил (визначальних аксіом), що вводять операції, якими можна користуватися, і загальні відносини, що встановлюються за цими, їхніми результатами.

Математична модель буде відповідно відтворювати обрані сторони фізичної ситуації, якщо можна встановити правила відповідності, що зв'язують специфічні фізичні об'єкти і відно-

сини з визначеними математичними об'єктами і відносинами. Може також зацікавити і побудова математичних моделей, для яких у фізичному світі аналогів не існує. Найбільш загальновідомими математичними моделями, як затверджують Г. Корн і Т. Корн, є системи цілих і дійсних чисел і евклідова геометрія. Визначальні властивості цих моделей — більш-менш безпосередні абстракції фізичних процесів (обчислення, упорядкування, порівняння, вимір).

6.5 Класифікація математичних моделей

Математичні моделі, що складають абстрактну частину спектра (див. рис. 6.3), для зручності використання в різних сферах, у тому числі і в менеджменті, класифікують за шістьма провідними ознаками (рис. 6.6):

- спосіб одержання моделі;
- спосіб подання чи презентації об'єкта чи його властивостей;
- спосіб формалізації об'єкта чи його властивостей;
- приналежність до ієрархічного рівня;
- ступінь масштабності подання об'єкта або його властивостей;
- ступінь складності подання об'єкта чи його властивостей.

За способом одержання моделі поділяють на теоретичні, нейронні (персептрони) й емпіричні.

Теоретичні моделі виводяться математично на основі знання первинних законів класичної механіки, електродинаміки, хімії тощо.

Моделі, одержувані з реального життя на основі статистичного оброблення результатів спостережень, формують групу емпіричних моделей. Проблема побудови такої емпіричної моделі включає і вибір відповідної форми, а також прийняттого ступеня її складності, сумісних з наявними експериментальними даними.

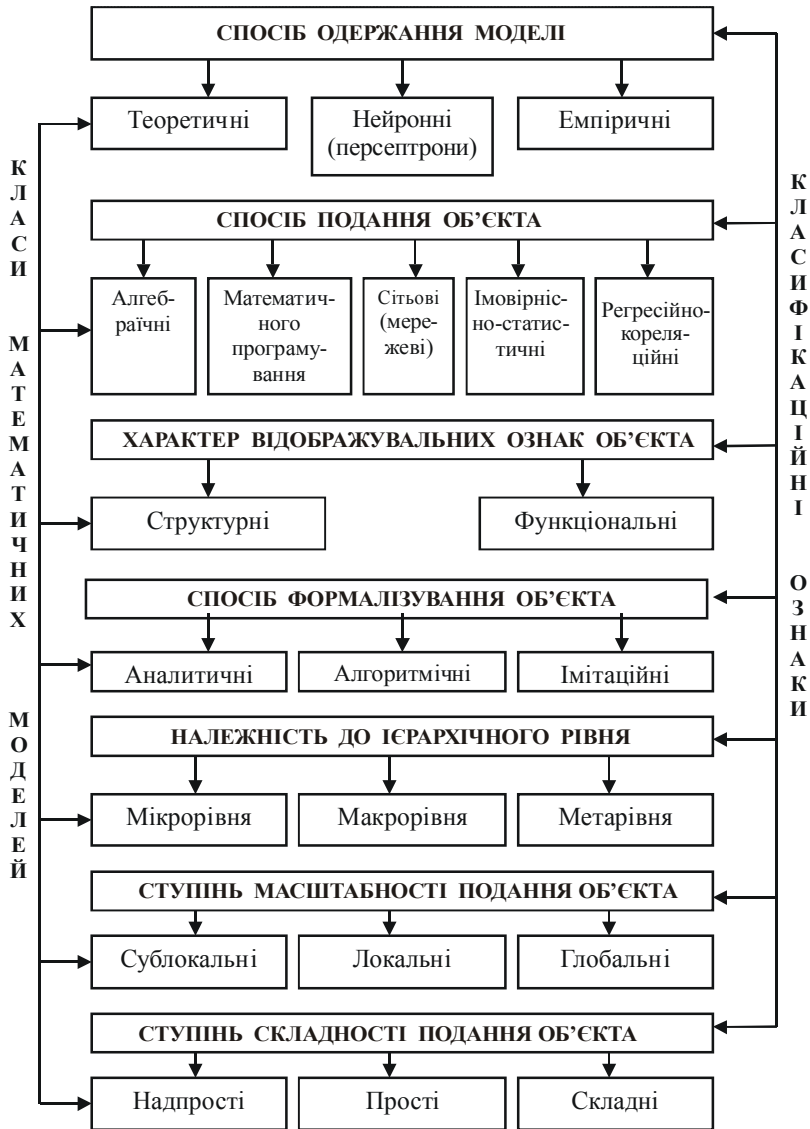


Рис. 6.6 Класифікація математичних моделей, використовуваних в операційному менеджменті

В останні роки в галузі моделювання економічних процесів усе більшого значення набувають нейронні моделі (персептрони), що складаються з бінарних нейроподібних елементів і прості за топологією. Найпростіший персептрон містить у собі матриці бінарних входів (сенсорні нейрони або сітківки, куди подаються входні образи), комплект бінарних нейроподібних елементів з фіксованими зв'язками до підмножин сітківки, бінарного нейроподібного елемента зі зв'язками, що модифікуються до цих предикатів (вирішальний елемент).

Персептрон, як правило, використовувався для автоматичної класифікації, що загалом є поділом простору ознак між заданою кількістю класів. Сьогодні в умовах на рівні нейронних мереж під час вирішення проблем менеджменту щодо прогнозування (моделювання) ситуації формалізується через завдання розпізнання образів.

Розглянемо приклад. Маємо дані про поточний попит на продукцію фірми за шість років ($k = 6$): 71; 80; 101; 84; 60; 73.

Для формалізації завдання використовуємо метод вікон. Задано розміри вікон $n = 3$, $m = 1$ і рівень порушень нейроподібного елемента $s = 1$. Далі за допомогою методу вікон із уже фіксованими параметрами n , m , s для нейронної мережі генеруємо наступну навчальну вибірку:

$$71 \quad 80 \quad 101 \rightarrow 84$$

$$80 \quad 101 \quad 84 \rightarrow 60$$

$$101 \quad 84 \quad 60 \rightarrow 73.$$

Як бачимо, кожний наступний вектор враховує результат зрушення вікон W_i і W_0 вправо на один елемент ($s = 1$). При цьому передбачається наявність схованих залежностей у тимчасовій послідовності як численність спостережень. Нейронна мережа, навчаючи на цих спостереженнях і відповідно будуючи свої коефіцієнти, намагається віднайти ці закономірності і в

результаті сформувані необхідну функцію прогнозу, тобто створити архітектуру моделі. Прогнозування здійснюється за тим самим принципом, що і формування навчальної вибірки.

За способом подання об'єкта моделі підрозділяють на: алгебраїчні; лінійного і математичного програмування (Л і МП); мережеві (сітьові); статичні[^]-статичні=імовірно-статичні, що поєднують у собі моделі теорії черг, моделі запасів і статистичні моделі; регресійно-кореляційні.

Алгебраїчні моделі використовуються під час розв'язання таких завдань, як аналіз «критичної точки» і «витрати — прибуток».

Моделі *лінійного і математичного програмування* усе ширше використовуються для вирішення проблем виробничого спрямування.

Мережеві (сітьові) моделі відносяться до теорії керування великими системами — до теорії мережевих методів планування і керування — і базуються на ідеї критичного шляху (метод СРМ), оцінюванні і засобах аналізу (наприклад, система PERT— Program Evaluation Research Task).

Імовірно-статистичні моделі засновані на фенологічних явищах і гіпотезах. Вони можуть бути детермінованими чи схоластичними. Так, наприклад, залежність $Y = j(X)$, установлювана за результатами спостережень випадкових величин X та Y за методом найменших квадратів, є детермінованою моделлю. Якщо ж врахувати випадкові відхилення експериментальних точок, що спостерігаються в *результаті* дослідів від кривої $y = j(x)$ і написати залежність Y від X в вигляді

$$Y = \varphi(X) + Z, \quad (6.1)$$

(де Z — деяка випадкова величина), то вийде стохастична модель.

При цьому величини X та Y можуть бути як скалярними, так і векторними. Функція $\varphi(x)$ може бути як лінійною комбіна-

цією даних функцій, так і даною нелінійною функцією, параметри якої визначаються за методом найменших квадратів.

Кореляційні моделі, що є узагальненням екстраполяційних та статистичних моделей, використовуються для подання специфіки описуваного об'єкта або його властивостей.

Узагальнена характеристика моделей, що класифікуються за способом подання об'єкта, наведена в табл. 6.1.

У табл. 6.1 зазначені найефективніші сфери застосування даних моделей з попередньо оціненою точністю одержуваних оцінок. Дана інформація корисна операційним менеджерам на етапі побудови моделей або їхнього вибору для розв'язання виниклої проблеми.

За характером відображуваних властивостей об'єкта моделі класифікуються на структурні і функціональні, що сукупно відбивають взаємозв'язок і взаємовплив окремих елементів на процеси, що протікають в об'єкті під час його функціонування (виготовлення).

Структурні моделі призначені для відображення структурних властивостей об'єкта: складу, взаємозв'язку і взаєморозташування, а також форми компонентів.

Функціональні моделі призначені, в основному, для відображення процесів, що протікають в об'єкті за його функціонування (виготовлення) і, як правило, містять алгоритми, що зв'язують фазові перемінні, внутрішні, зовнішні чи вихідні параметри.

За способом формалізації об'єкта за складності справжніх фізичних ситуацій потрібне спрощене подання за допомогою аналітичних і алгоритмічних моделей, що відповідно «абстрагують» обрані «істотні» властивості об'єктів і ситуацій. Комп'ютерна імітація реальних об'єктів — це важливий інструмент для аналізу складних систем сервісу, політики обслуговування й інвестиційного вибору.

Таблиця 6.1

Характерні ознаки математичних моделей

Моделі	Ефективна сфера використання	Відносна точність розрахунку, %
Алгебраїчні	Загальні операційні проблеми: аналіз процесу «витрати > прибуток» тощо	90–95%
Л і МП	Планування виробництва, розподіл робочої сили, аналіз розміщення, змішування інгредієнтів у продуктах та ін.	75–80%
Мережеві (сітьові)	Традиційно: дослідницькі та конструкторські роботи, розробка виробничих проектів	До 75%
Імовірнісно-статистичні:		
Моделі теорії черг	Оцінювання систем сервісу	До 80%
Моделі запасів	Керування активами фірми, підприємства	70–75%
Статистичні	У різних сферах з достатньою часткою невизначеності	До 70%
Регресійно-кореляційні	У сферах керування, виробництва	85–95%

Розподіл об'єктів за ієрархічними рівнями призводить до визначених рівнів моделювання, ієрархія яких визначається як складністю об'єктів, так і можливістю засобів керування. Тому відповідно до *приналежності до ієрархічного рівня* математичні моделі поділяються на мікро-, макро- і метамоделі. Відмінність даних моделей в тому, що на більш високому рівні ієрархії компоненти моделі приймають вигляд досить складних сукупностей елементів попереднього рівня. Цими ж аспектами визначається і поділ моделей за *ступенем масштабності і складності подання об'єкта*.

Дана класифікація моделей має допомогти операційним менеджерам у більш прискореному і правильному прийнятті рішень з метою здійснення місії організації.

6.6 Загальний метод побудови операційних математичних моделей

Для вивчення процесів функціонування і керування, властивих кожній з операційних систем, часто використовують моделювання, тобто експериментування на робочих фізичних чи математичних моделях, що з деяким наближенням мають властивості досліджуваних систем і їх процесів. Основне призначення моделювання — вибір оптимальної стратегії пошуку найкращого з можливих варіантів, тобто одержання оптимального об'єкта проектування, що має найбільш важливі властивості. Така постановка завдання може бути формалізована у вигляді етапу математичного програмування. При цьому передбачувана цільова функція відбиває основну мету, а обмеження, що накладаються, регламентують додержання усіх вимог щодо об'єкта.

Сформовані традиції і синтез різних підходів до формалізації досліджуваних процесів дають змогу визначити єдиний метод побудови математичних моделей і запропонувати її операційним менеджерам як своєрідний інструмент. Цей алгоритм побудови операційних математичних моделей наведений на рис. 6.7. Відповідно до нього технічне завдання (перелік основних експлуатаційних, технологічних, економічних і інших вимог і значень, яким має відповідати проєктований об'єкт на всіх етапах існування), є вихідним моментом для побудови якісної моделі.

Якісна модель проєктованого об'єкта — семантичне подання вимог, що забезпечують дієздатність на всіх етапах існування об'єкта. До таких вимог, у першу чергу, відносяться:

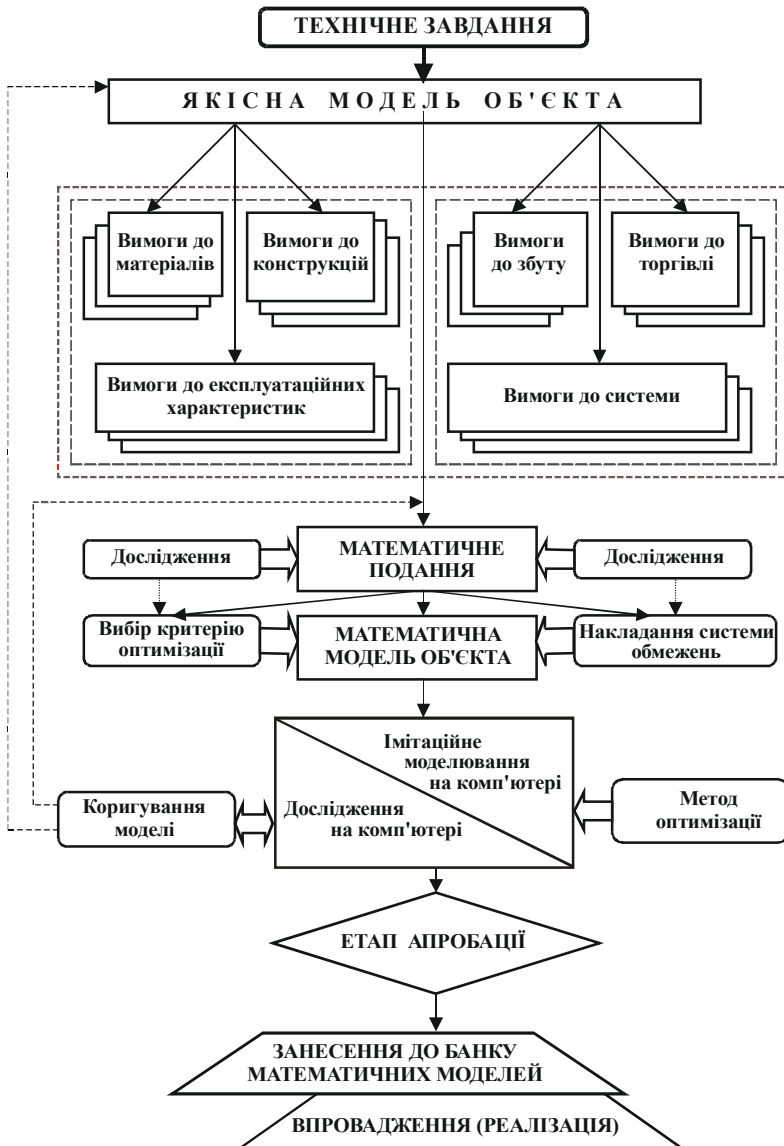


Рис. 6.7 Алгоритм побудови операційних математичних моделей

- конструктивно-технологічні;
- експлуатаційні;
- економічні, що включають вимоги до збуту, торгівлі й організаційної системи.

Подання цих вимог математичними вираженнями, системою графів, матрицями або семантичними алгоритмами дає змогу встановити на конкретний момент певний зв'язок між параметрами, що оптимізуються. Об'єктивне математичне подання проєктованого об'єкта можливе за проведення обраного обсягу досліджень. Зрозуміло, що вони стануть джерелом одержання достовірної і необхідної для моделювання інформації. Маючи масиви достовірної інформації, обирають критерії оптимізації.

На основі обраного критерію (критеріїв) і обмежень, записаних у вигляді рівнянь чи нерівностей, складається цільова функція $Z = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$, яка і формує операційну математичну модель. Отримана модель використовується для імітаційного моделювання на комп'ютері з метою її перевірки і доведення. Цей етап називають ще етапом іспиту, у ході якого в разі потреби модель може бути скоригована на рівні формування якісної моделі або математичного її подання. Після іспиту на комп'ютері модель апробується під час аналізу реальної ситуації і далі може бути занесена до банку математичних моделей системи автоматизованого проєктування, якщо така є в організації.

Розроблена і випробувана модель надалі приймається до практичної реалізації розв'язуваних проблем, що виникають у середовищі операційної системи.

Розглянемо реалізацію наведеного алгоритму побудови операційної математичної моделі на практичному прикладі.

Приклад. Промислове підприємство виготовляє два види продукції — *A* та *B*. Прибуток на одиницю продукції, що випускається, складає відповідно 15 і 18 грн. На випуск одиниці

продукції виду A витрачається 0,8 одиниць сировини I категорії, 0,6 одиниці — II категорії. Для виготовлення одиниці продукції B витрачається сировини I категорії 1,0 одиниця, а II категорії — 1,2 одиниці.

На складі підприємства є запас сировини I категорії в кількості 100 одиниць і II категорії — 120 одиниць.

Службі менеджменту слід визначити число одиниць продукції зазначених видів, у разі випуску яких підприємство матиме максимальний прибуток.

Відповідно до описаного алгоритму вирішення завдання буде таким:

1. Визначаються оптимізовані параметри:

- X_A — щоденне виробництво продукції виду A , од.;
- X_B — щоденне виробництво продукції виду B , од.

Складається якісна модель завдання на основі умови, що і є технічною потребою:

- загальна кількість сировини I категорії, що йде на виготовлення продукції видів A та B , не може перевищувати наявний запас 100 одиниць;
- загальна кількість сировини II категорії, що необхідна для виготовлення продукції заданих типів, не може перевищувати наявний запас у 120 одиниць.

Примітка. Параметри X_A і X_B , що оптимізуються, обов'язково повинні відповідати всім вимогам і за заданих умов забезпечувати максимальний прибуток, який відповідно до умови завдання визначимо як цільову функцію

$$Z = f(X_A, X_B) \rightarrow \max. \quad (6.2)$$

Описуються математично кожна з представлених у якісній моделі вимог:

- витрата сировини I категорії на виготовлення продукції видів A та B не може перевищувати 100 одиниць

$$0,8X_A + 1,0X_B \leq 100; \quad (6.3)$$

○ витрата сировини II категорії на виготовлення продукції видів А та В не може перевищувати 120 одиниць

$$0,6X_A + 1,3X_B \leq 120. \quad (6.4)$$

При цьому цільова функція Z , що відбиває сумарний прибуток, запишеться як

$$Z = 15X_A + 18X_B. \quad (6.5)$$

Формуючи загальне завдання лінійного програмування, слід ставити умову незаперечності всіх перемінних, тобто $X_A \geq 0$ і $X_B \geq 0$, оскільки очевидно, що обсяг продукції, яка випускається, не може бути меншою за нуль.

Таким чином у формалізованому вигляді розв'язувана проблема подаватиметься як завдання лінійного програмування

$$Z = 15X_A + 18X_B \rightarrow \max \quad (6.6)$$

$$0,8X_A + 1X_B \leq 100$$

$$0,6X_A + 1,3X_B \leq 120$$

$$X_A \geq 0, X_B \geq 0.$$

Розв'язання системи рівнянь дає наступні оптимізаційні параметри виробничої програми:

$$X_A \approx 28 \text{ од.},$$

$$X_B = 78 \text{ од.}$$

При цьому максимальний щоденний прибуток підприємства складає

$$Z = 15 \cdot 28 + 18 \cdot 78 = 1824 \text{ грн.}$$

Таким чином максимальний прибуток $Z = 1824$ грн. може бути отриманий за випуску 28 одиниць продукції виду А та 78 одиниць продукції типу В.

Розглянутий приклад не є достатнім й об'єктивним щодо вирішення всіх обернених оптимізаційних завдань. Він, радше, демонструє один з можливих підходів і є переважно показовим для розв'язання простих оптимізаційних завдань з невеликою кількістю перемінних і обмежень.

Реально постають проблеми з великою кількістю перемінних і обмежень, що накладаються. Тут одним з ефективних способів подання і побудови моделі є *блокове моделювання*. При цьому об'єкт моделювання розбивається на елементи (блоки), кожний з яких може бути задовільно поданий і самостійно змодельований. Загальна модель складається з моделей блоків, зв'язки між якими також моделюються. Якщо модель занадто складна, для того щоб її можна було відтворити на комп'ютері в повному обсязі, в об'єднаній моделі кожний блок замінюють більш простим поданням його зовнішніх характеристик, що одержують за допомогою натурального експерименту чи через моделювання. Порізному комбінуючи між собою блоки, можна створювати моделі різних передбачуваних структур і досліджувати їх. Кожний блок складеної моделі, у свою чергу, допускає блокове подання, тому процес побудови моделі ієрархічний (рис. 6.8).

Значення блокового моделювання і його використання операційними менеджерами у своїй практичній діяльності переоцінити важко. Доказом цього є класичний, що став надбанням історії, приклад створення американськими операціоналістами моделі для визначення вартості проекту космічного корабля. Наведемо стисло його зміст за Б. Рашем, Дж. Бракеном, Ж. Мак-Корміком (1967 р.).

Фірмою Локхйд у 1960-х роках була розроблена емпірична математична модель для визначення загальних витрат на розробку, будівництва і запуск треступінчастої ракети. Б. Раш, Дж. Бракен, Ж. Мак-Кормік використовували її для оптимізування запуску космічного корабля. Виділимо тип цільової функції й обмежуючі рівняння, властиві такого роду моделям.

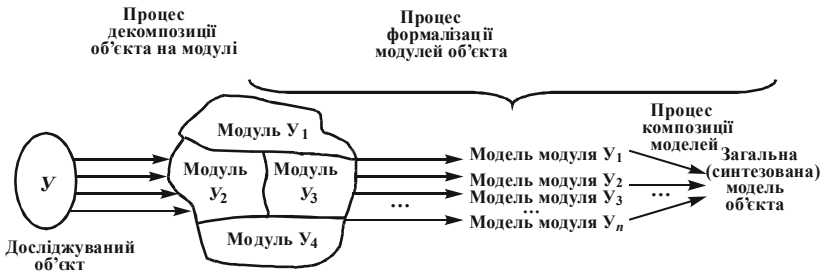


Рис. 6.8 Схема блокового моделювання досліджуваного об'єкта

6.6.1 Вибір цільової функції

Отже, для розробки такої складної операційної системи, як космічний корабель, як мінімізувальну цільову функцію обрано загальні витрати, що дорівнюють загальній вартості досліджень і розробки, плюс вартість корабля й іншого устаткування, плюс витрати на запуск. Далі проєктований об'єкт було піддано декомпозиції, тобто розбиті на 13 блоків (рис. 6.9). Для кожного блоку була складена власна модель. Загалом, без цільової функції, одержали 14 моделей.

Модель блока 1

Витрати на дослідження і розробку корпусу 1-го ступеня ракети-носія (у млн дол.) згідно з даними фірми Локхід склали

$$Y_{RA1} = 5272,77 \cdot X_{11}^{1,2781} \cdot X_{12}^{-0,1959} \cdot X_{13}^{0,3874} \cdot X_{15}^{-0,9904}, \quad (6.7)$$

де X_{11} — вага корпусу 1-го ступеня (у тис. фунтів);

X_{12} — сумарна вага (у тис. фунтів);

X_{13} — співвідношення мас (безмірна величина);

X_{14} — сумарна потужність (у тис. фунтів);

X_{15} — вага палива (у тис. фунтів).

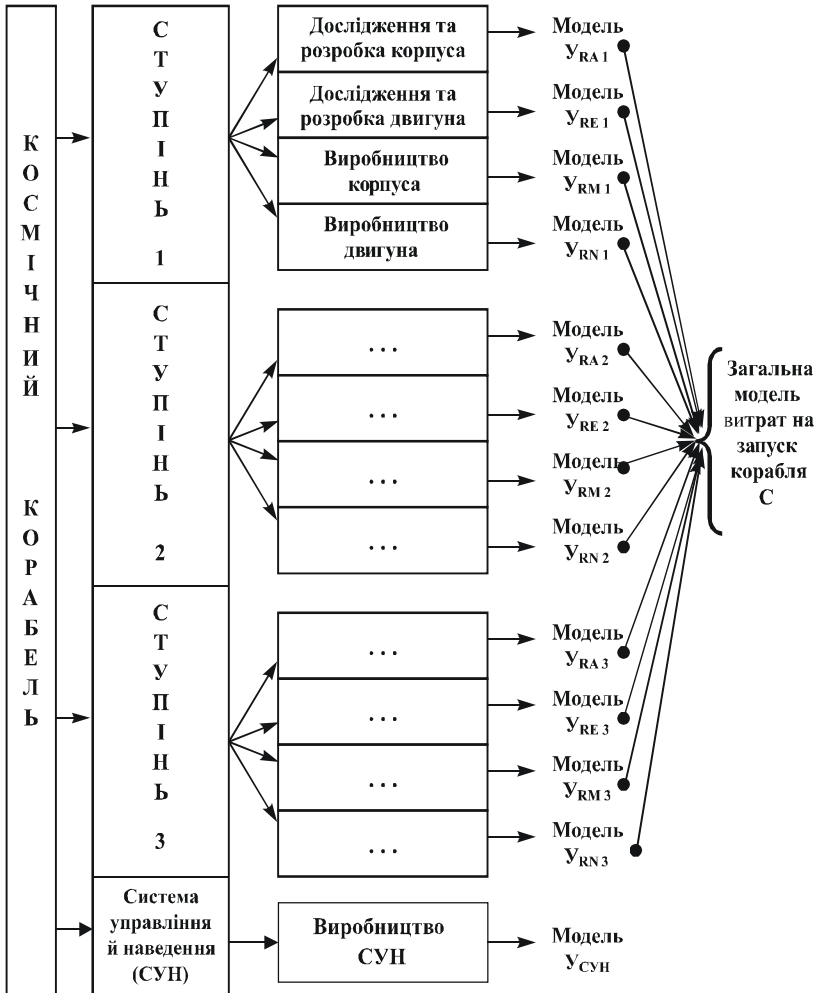


Рис. 6.9 Схема створення моделі вартості проекту космічного корабля

Модель блока 2

Витрати на дослідження і розробку двигуна 1-го ступеня за даними цієї ж фірми Локхід

$$Y_{RE1} = -27,963 + 160,909(X_{16}/10^3)^{-0,146} + 282,874(X_{16}/10^3)^{0,648}, \quad (6.8)$$

де X_{16} — потужність одного двигуна 1-го ступеня (у тис. фунтів).

Модель блока 3

Модель для визначення витрат на виробництво корпусу 1-го ступеня аналогічна виразу Y_{RA1} і включає перемінні X_{11} , X_{13} , X_{15} , X_{17} , а також число двигунів у 1-му ступені. Тут X_{17} — довжина 1-го ступеня.

Модель блока 4

Модель для визначення витрат на виробництво двигуна 1-го ступеня Y_{RN1} аналогічна за структурою виразу для Y_{RE1} .

Модель блока 5–12

Модель для визначення витрат на дослідження і розробку, а також на виробництво 2- і 3-го ступеня аналогічна розглянутим.

Модель блока 13

Модель для визначення витрат на виробництво системи керування і наведення має вигляд

$$Y_{CVH} = B \cdot X^\alpha, \quad (6.9)$$

де X — вага апаратури.

Загальна модель

Витрати на запуск визначалися пропорційно загальній вазі палива. Таким чином сумарні витрати

$$B_{zi} = B_1 + B_2 + B_3 + I + L, \quad (6.10)$$

де B_{zi} — сумарні витрати на i -й ступінь ($i = 1, 2, 3$);
 I — витрати на апаратуру;
 L — витрати на запуск.

Тепер стисло наведемо обмеження. Насамперед, є багато зв'язків між перемінними, що повинні бути подані у вигляді обмежень. У ході обчислень приймалося, що вага корпусу X_{11} складає половину від загальної ваги X_{12} . Загальна тяга X_{14} дорівнює тязі кожного двигуна, помноженої на кількість двигунів. Відношення мас X_{14} є відношенням ваг

$$X_{13} = \frac{W}{W + X_{15}}, \quad (6.11)$$

де W — вага ракети-носія, крім ваги палива 1-го ступеня.

Зрозуміло, що існує межа кількості палива X_{15} , що здатна нести ракета:

$$a \cdot X_{12} \leq X_{15} \leq b \cdot X_{12}, \quad (6.12)$$

де a, b — деякі постійні, обрані з досвіду аналогічних розробок.

Довжина ракети X_{17} також обмежена верхньою і нижньою межами.

Тут є також обмеження, накладені на перемінні, що виходять з основних характеристик ракети. Так, наприклад, питома потужність повинна лежати в межах, обумовлених типом використовуваного палива і необхідними характеристиками. Дана обставина призводить до обмеження типу

$$\frac{X_{14} \cdot t_1}{X_{16}}, \quad (6.13)$$

де t_1 — тривалість роботи двигуна 1-го ступіня.

Потрібно також, щоб після згоряння палива 1-го ступеня величина швидкості ракети лежала в заданих межах, яким відповідають визначені межі величини

$$X_{14} \cdot t_1 \cdot \ln (1/X_{13}) X_{15}. \quad (6.13)$$

Докладно розглянувши умови, Б. Раш, Дж. Бракен і Ж. Мак-Кормік одержали цільову функцію з 25 перемінними $Z = f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_{25}) \rightarrow \min$, підлеглу 26 обмеженням.

Таким чином наведений приклад демонструє широкі можливості вирішення надскладних завдань за допомогою операційних математичних моделей реальних об'єктів на основі блокового моделювання. Однак зустрічаються випадки, коли визначення правильного балансу між ступенем адекватності описуваної моделі і можливістю одержання за нею необхідного рішення є складним завданням. Та й труднощі, пов'язувані з використанням моделей (табл. 6.2), в окремих випадках заважають операційному менеджеру у вирішенні багатьох реальних ситуацій.

6.7 Рекомендації щодо вибору моделей

Отже, запропоновані моделі використовуються під час вирішення різних проблем в операційному менеджменті. Деякі з них оперують статистичними даними й імовірнісними характеристиками, а деякі — графами тощо. Для операційного менеджера виникає питання: чому (або навіщо) необхідно розглядати

Таблиця 6.2

**Переваги і недоліки використання моделей
в операційному менеджменті**

Переваги	Недоліки
<ol style="list-style-type: none">1. Відносно висока оперативність у підготовці і проведенні аналізу2. Можливість застосування для дослідження різних об'єктів (систем) без запобігання їхньому руйнуванню3. Низька вартість4. Можливість проведення аналізу в зручній для менеджера формі й одержання відповідей зрозумілого «мовою»5. Сприяють змістовному системному підходу до аналізу проблеми6. Створюють можливість для менеджерів уточнювати в процесі аналізу різні обмеження7. Сприяють більш оперативному прийняттю рішень	<ol style="list-style-type: none">1. Певна надмірність у спрощенні перемінних чинників реальної ситуації2. Усяка модель містить визначену математичну складність, з якої виходить, по-перше, труднощі щодо розуміння, по-друге, — острах їхнього використання через неправильне розуміння3. Інформація, що не піддається обчисленню (визначенню), часто приймається за константи, а це, природньо, не завжди бажано4. У випадку залучення сторонніх фахівців для розробки моделей зростає їхня вартість5. Вимагають тривалого часу на розробку і налагодження (тестування)

(або вивчати) таку кількість методів? Чи не ліпше зосередити увагу на одному прогресивному методі, описати його і дати як дійовий «рецепт» для вирішення завдань? Спроба точно визначити суть «ефективнішого» методу зіштовхується зі значними складностями. Коли завдання задано, може виявитися, що від деяких методів слід відмовитись як від непридатних. Однак навіть після того, як деякі методи будуть виключені, усе-таки, як правило, виявляється необхідним здійснити вибір одного чи двох методів з декількох, застосування яких у даному випадку

можливе. Практика розрахунків показує, що не існує єдиного методу, який успішно може бути застосований до широкого кола завдань реального життя. Крім того, якщо маємо декілька методів, розроблених для вирішення однієї проблеми, не можна стверджувати, що вони тотожні об'єктивним і можуть бути усі застосовані. Для доказу наведемо, як приклад, результати кількісного порівняння деяких операційних моделей розрахунку потреб у запасних частинах (табл. 6.3).

Як виходить з табл. 6.3, значення потреби у зазначеній деталі як запасній частині (у штуках на 100 автобусів за рік), розраховані за різними методами, дають розбіжності більш ніж у два рази, а розбіжності з фактичними даними за деякими методиками перевищують 60%. Це не є несподіваним, оскільки практика демонструє велику розмаїтість змін і впливу як зовнішнього, так і внутрішнього середовища. Тому, якщо задане яка-небудь завдання оптимізації, операційному менеджерові слід вибрати модель (метод), що якомога однозначно визначає порядок операцій, що приводить до вирішення проблеми й одержання необхідного результату. При цьому важливо знати, чи існує яка-небудь розумна основа для вибору «об'єктивної» операційної математичної моделі.

Для вибору тієї чи іншої операційної математичної моделі можуть бути використані три критерії: *якості, універсальності й економічності*.

Критерій якості характеризує точність операційної математичної моделі, тобто ступінь наближеності кінцевого значення цільової функції і кінцевого вектора перемінних до реальних мінімальних значень, та достеменно враховує характер досліджуваного процесу чи об'єкту.

Отже, адекватність операційної моделі — це її здатність відображати об'єкт або його властивості з погрішністю, не вищою за задану.

Таблиця 6.3

**Порівняльний аналіз операційних математичних моделей
 (за результатами І. Дюміна та О. Сумця) [11]**

Розрахункова модель	Реальна потреба, шт./100 од. за рік	Результат розрахунку, шт./100 од. за рік
$N = \frac{(L_{ам} - L_{нов})}{(L_{рем} * t_{ам})} * 100 * n$	19	15
$N = \frac{100 * n}{t_{он}} \left[\frac{L - R}{R_z} + \left(1 + V_z^2 \right) \right]$		23
$N = \frac{n_m * 100}{T_a} * \frac{L * P_c(K)}{P_1 * (K)(\delta_n - \delta_o)} \times$		29
$\times \left[1 + X_\alpha \frac{\sqrt{\delta_n - \delta_o}}{\sqrt{L}} * K_p \right]$		
$M_p = (A * \lambda * \lambda + K_j * \sqrt{A * \lambda * \lambda}) * 100$		24
$Q_\alpha = \left(\sum n_i * \lambda_{Ei} * \Delta L_\tau + U_p * \Omega_{зч} \right) * 100$		32
$n = \left(\frac{A * T_{max}}{T_E} + U_p * v_E \sqrt{\frac{A * T_{max}}{T_E}} \right) * 100$		25
$N = \left(\frac{L}{L_{cp}} + X_\alpha \frac{\Omega * \sqrt{L}}{\sqrt{L_{cp}^3}} \right) * 100$		28
$N = \frac{(M_E + M_a) * 100 * L_z}{L_{заг}}$		31

Отже, операційна моделі буде якісною коли вона буде здатна відображати об'єкт або його властивості з погрішністю, не вищою за задану. Оцінку якості моделі наведено в підрозділі 6.8.

Критерій універсальності показує, наскільки повно в операційній моделі відображені властивості описуваного реального об'єкта чи процесу.

Критерій економічності операційної математичної моделі характеризується сукупними розрахунковими витратами. Тут важливо приділити увагу кількості обчислених значень оптимізаційної функції, одержаних у процесі вирішення завдання, і у машинному часі, необхідному для реалізації моделі.

Підсумково слід ще раз зазначити, що сучасні уявлення про відносну цінність різних методів досить розпливчасті, а тому ухваленню рішення про вибір і використання конкретної операційної математичної моделі повинні передувати глибокий аналіз і порівняльні дослідження.

6.8 Оцінка якості операційної математичної моделі

Якість операційних математичних моделей визначається на основі дослідження властивостей залишкової компоненти — $(y_i - y_{Ti})$, $i = \overline{1, n}$, тобто величини розбіжностей на ділянці апроксимації (побудови моделі) міжфактичними рівнями ті їх розрахунковими значеннями.

Якість моделі визначається її адекватністю досліджуваному процесові і точністю.

Адекватність характеризується наявністю й обліком визначених статистичних властивостей, а точність — ступенем близькості до фактичних даних. Модель прогнозування буде вважатися кращою зі статистичної точки зору, якщо вона є адекватною і більш точно описує вихідний динамічний ряд.

6.8.1 Оцінка адекватності операційної математичної моделі

Модель прогнозування вважається адекватною, якщо вона враховує істотну закономірність досліджуваного процесу, в іншому випадку її не можна застосовувати для аналізу і прогнозування.

Закономірність досліджуваного процесу знаходить висвітлення в наявності визначених статистичних властивостей залишкового компонента, а саме:

- а) незалежності рівнів динамічного ряду;
- б) випадковості рівнів динамічного ряду;
- в) відповідності нормальному закону розподілу;
- г) рівності нулеві середньої помилки.

Процедура визначення й аналізу перерахованих властивостей (а, б, в, г) залишкового компонента досить тривала. Тому як спрощений варіант визначення адекватності моделі в першому наближенні можна використовувати оцінку й аналіз першої властивості залишкового компонента — незалежності рівнів динамічного ряду.

Незалежність залишкового компонента означає відсутність автокореляції між залишками $(y_i - y_{Ti})$.

Очевидно, важливо мати критерій, що дозволяє встановлювати наявність автокореляції. Таким критерієм є критерій Дарбіна-Уотсона, відповідно до якого обчислюється статистика d :

$$d = \frac{\sum_{i=2}^n [(y_i - y_{Ti}) - (y_{i-1} - y_{Ti-1})]^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - y_{Ti})^2}, \quad (6.15)$$

де y_i, y_{i-1} — рівні фактичного динамічного ряду;
 y_{Ti}, y_{Ti-1} — теоретичні (прогнозні) рівні динамічного ряду;
 n — загальна кількість часових інтервалів (або кількість точок замірів).

Можливі значення статистики лежать в інтервалі $0 \leq d \leq 4$. Відповідно до методу Дарбіна та Уотсона існує верхня d_u і нижня d_l межі значимості статистики d . Ці критичні значення залежать від рівня значимості α , обсягу вибірки n і числа визначаємих коефіцієнтів моделі m (наприклад, для моделі лінійного тренду $m = 1$).

Обчислене значення d порівнюється з граничними d_l і d_u , які знаходяться за табл. 6.4.

Таблиця 6.4

Статистичні таблиці критичних рівнів першого коефіцієнта автокореляції, нижнього і верхнього рівнів d -критерія Дарбіна-Уотсона для одно- ($m = 1$) і двопараметричної ($m = 2$) моделі

Кількість спостережень (n)	r_a табл.	$m=1$		$m=2$	
		d_l	d_u	d_l	d_u
10	0,360	0,88	1,32	0,70	1,64
15	0,328	1,08	1,36	0,95	1,58
20	0,300	1,20	1,41	1,10	1,56
25	0,276	1,29	1,45	1,21	1,55
30	0,257	1,35	1,49	1,28	1,57
35	0,240	1,40	1,52	1,34	1,58
40	0,224	1,44	1,54	1,39	1,60
45	0,209	1,48	1,57	1,43	1,62
50	0,196	1,50	1,59	1,46	1,63
...	...				

Примітка. При нагоді, якщо обсяг вибірки n менше 15, для d не існує критичних значень d_l і d_u . У цьому випадку для оцінки незалежності рівнів ряду можна використовувати коефіцієнт автокореляції r_a . Даний показник приблизно можна обчислити за наступною формулою:

$$r_a = 1 - \frac{d}{2}. \quad (6.16)$$

Розрахункове значення r_a порівнюють з табличним r_a табл. [3]. За умови, якщо $r_a \leq r_{a \text{ табл.}}$ — рівні динамічного ряду незалежні, а значить обрана (чи розроблена) модель є адекватною.

При цьому слід керуватися наступними правилами:

- 1) $d_g \leq d \leq 4 - d_g$ — приймається гіпотеза: автокореляція відсутня (обрана модель адекватна);
- 2) $0 \leq d \leq d_n$ — приймається гіпотеза про існування позитивної автокореляції залишків ряду;
- 3) $d_n \leq d \leq d_g$ і $4 - d_g \leq d \leq 4 - d_n$ — при обраному рівні значимості не можна прийти до визначеного висновку;
- 4) $4 - d_n \leq d \leq 4$ — приймається гіпотеза про існування негативної автокореляції залишків ряду.

Для перевірки випадковості рівнів ряду можна використовувати критерій «поворотових точок», який називають ще як критерій «піків» і «западин» [17]. Згідно з цим критерієм кожний рівень ряду порівнюється з двома сусідніми. Якщо він більше або менше їх, то ця точка вважається поворотною. Далі підраховується сума поворотових точок K . У випадковому ряду чисел повинна виконуватися строга умова:

$$K > \left[\frac{(2 \cdot n - 1)}{3} - 2 \cdot \sqrt{\left(16 \cdot n - \frac{29}{90} \right)} \right]. \quad (6.17)$$

Відповідність ряду залишків нормальному закону розподілу важливо з точки зору правомірності побудови довірчих інтервалів прогнозу. Основними властивостями ряду залишків є їх симетричність відносно тренду і перевага малих по абсолютній величині помилок над великими. У цьому зв'язку визначається близькість до відповідних параметрів нормального закону розподілу коефіцієнтів асиметрії A_c і ексцесу E_k . Фізично коефіцієнт асиметрії є мірою «скошеності», а коефіцієнт ексцесу — мірою «скупченості» вивчаємих випадкових величин визначеного процесу.

Коефіцієнти асиметрії A_c і ексцесу E_k визначаються за наступними формулами:

$$A_c = \left[\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - y_{Ti})^3 \right] : \sqrt{\left[\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - y_{Ti})^2 \right]^3}; \quad (6.18)$$

$$E_k = \left[\left(\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - y_{Ti})^4 \right) : \left(\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - y_{Ti})^2 \right)^2 - 3 \right] \quad (6.19)$$

Якщо коефіцієнти A_c і E_k близькі до нуля або дорівнюють нулю, то ряд залишків розподілений згідно з нормальним законом. Для оцінки ступеня їх близькості до нуля визначають середньоквадратичне відхилення:

$$S_a = \frac{6 \cdot (n-2)}{(n+1) \cdot (n+3)}, \quad (6.20)$$

$$S_E = \frac{24 \cdot n(n-2) \cdot (n-3)}{(n+1)^2 \cdot (n+3) \cdot (n+5)}. \quad (6.21)$$

Якщо будуть виконуватися умови:

$$A_c \leq 1,5 \cdot S_a, \quad (6.22)$$

$$E_k \leq 1,5 \cdot S_E, \quad (6.23)$$

то можна вважати, що розподіл ряду не суперечить нормальному закону. А коли

$$A_c > 2 \cdot S_a, \quad (6.24)$$

або

$$E_k > 2 \cdot S_E, \quad (6.25)$$

то розподіл ряду не відповідає нормальному закону розподілу, і побудова інтервалів прогнозу неправомірна.



У випадку попадання A_c і E_k в зону невизначеності (між 1,5 і 2,0 середньоквадратичними відхиленнями) може бути використаний RS-критерій:

$$RS = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{S}, \quad (6.26)$$

де E_{\max} — максимальний рівень ряду залишків ($y_i - y_{Ti}$);
 E_{\min} — мінімальний рівень ряду залишків ($y_i - y_{Ti}$);
 S — середньоквадратичне відхилення залишків.

Значення RS-критерію для заданого n повинно знаходитися в межах граничних табличних значень (табл. 6.5).

Таблиця 6.5

**Статистичні значення критичних рівнів
 RS-критерію в залежності від кількості спостережень**

Кількість спостережень (n)	$r_{a \text{ табл.}}$	Границя RS-критерію	
		нижня	верхня
10	0,360	2,67	3,69
15	0,328	2,96	4,14
20	0,300	3,18	4,49
25	0,276	3,34	4,71
30	0,257	3,47	4,89
...

Якщо значення цього критерія попадає між табульованими граничними межами з заданим рівнем значимості, то гіпотеза про нормальний розподіл ряду залишків приймається.

Рівність нулевій середньої помилки (математичне дождання випадкової послідовності) перевіряють за допомогою t-критерія Стьюдента:

$$t_p = \left| \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - y_{Ti}) \right| \cdot \sqrt{\frac{n}{S}}. \quad (6.27)$$

Гіпотеза рівності нулевій середньої похибки відхиляється, якщо t_p більше табличного рівня t -критерія з $f_1 = (n - 1)$ ступенями свободи і обраним рівнем значимості α .

6.8.2 Оцінка точності операційної математичної моделі

Задача оцінки точності операційної математичної моделі формулюється наступним чином. З придатних для опису тенденції часового ряду вибрати ту функцію, яка дасть найвищий ступінь близькості прогнозованих значень до фактичних даних.

В статистичному аналізі відома велика кількість характеристик точності операційних математичних моделей — це:

- 1) середнє абсолютне відхилення емпіричних (фактичних) даних від теоретичних (обчислених по формулі);
- 2) оцінка стандартної похибки;
- 3) середня відносна похибка оцінки;
- 4) середнє лінійне відхилення.

З курсу математичної статистики відомі наступні формули для розрахунку перерахованих характеристик точності.

Середнє абсолютне відхилення емпіричних даних від теоретичних:

$$d_{\text{сеп}} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - y_{Ti})}{n}. \quad (6.28)$$

Модель буде вважатися більш точною, якщо $d_{\text{сеп}} \rightarrow 0$.

Оцінка стандартної похибки:

$$S_{1,f(x)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [y_i - y_{Ti}]^2}{n - p}}, \quad (6.29)$$

де p — число визначаємих коефіцієнтів моделі.

Середня відносна похибка оцінки:

$$\overline{m}_a = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{y_i - y_{Ti}}{y_{Ti}} \cdot 100 \% \quad (6.30)$$

Середнє лінійне відхилення:

$$\overline{ЛВ} = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - y_{Ti}|}{\sqrt{n \cdot (n-1)}} \quad (6.31)$$

Кращою з точки зору точності визнається та операційна модель, у якої усі перераховані характеристики мають найменшу величину.

Примітка. Практика визначення точності операційних математичних моделей показує, що перераховані вище показники по-різному відображають ступінь точності досліджуємої моделі, а тому нерідко дають суперечливі висновки. Таким чином, для ухвалення однозначного рішення про точність операційної математичної моделі дослідник повинний користуватися або одним основним показником, або узагальненим критерієм.

Питання для самоконтролю

1. Опишіть процес прийняття рішень операційним менеджером. Назвіть основні його етапи.
2. Роль і значення моделювання у процесі прийняття рішень.
3. Охарактеризуйте наявні і застосовувані типи моделей, що використовуються в операційному менеджменті. Класифікація моделей.
4. Опишіть загальні методи побудови операційних математичних моделей.

Завдання для самостійної підготовки до практичних занять

Завдання 6.1

Промислове підприємство виготовляє два види продукції — A і B . Прибуток на одиницю продукції, що випускається, складає, відповідно, 15 і 18 грн. На випуск одиниці продукції виду A витрачається 0,8 одиниць сировини I категорії, 0,6 одиниць — II категорії. Для виготовлення одиниці продукції виду B витрачається сировини I категорії 1,0 (одна) одиниця, а II категорії — 1,2 одиниці.

На складі підприємства є запас сировини I категорії в кількості 100 одиниць і II категорії — 120 одиниць.

Операційному менеджеру необхідно побудувати операційну модель, на основі якої варто визначити число одиниць продукції зазначених видів, при випуску яких виробнича операційна система зможе забезпечити максимальний прибуток.

Завдання 6.2

Операційна система є складовою частиною компанії, що виробляє запасні частини до автомобілів виробництва Росії. Операційний менеджер має відомості про реалізацію даної продукції через дилерську мережу за останні десять років (див. табл. 6.6).

Таблиця 6.6

Динаміка попиту на запасні частини за десять років

Номер року, t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Попит, тис. шт.	3	5	7	8,5	9,6	10,4	11,5	12,7	13,4	14,2



Операційному менеджеру необхідно з максимальною точністю визначити можливі значення нормативної потужності операційної системи на найближчі два роки. При цьому очікується, що в плановому періоді ціни, структура і тенденції попиту на запасні залишаться незмінними.

Для рішення поставленої задачі операційному менеджеру запропоновано:

- а) підібрати з наявних в арсеналі методів прогнозування найбільш придатні для даної ситуації;
- б) з виділеного кола методів прогнозування вибрати найбільш точний з наданням переконливих доказів;
- в) зробити прогноз на зазначений період з використанням обраного методу.

Завдання 6.3

За даними попиту на електричні генератори компанії «Енергія XXI» за період 1998-2003 р.м. (див. таблицю) службі менеджменту поставлена задача підібрати (побудувати) лінію тренда і визначити попит на 2004 рік з метою коректування потужності операційної системи.

Таблиця 6.7

**Часовий ряд продажів продукції компанії «Енергія XXI»
за 2000 – 2005 роки**

Рік	Статистика продажів генераторів, <i>тис. шт</i>
2000	143
2001	140
2002	151
2003	160
2004	169
2005	179

Завдання 6.4

Протягом ряду минулих років попит на досліджуваному сегменті ринку на газонокосарки був стійким і визначеним (див. таб. 6.8). Більш того, він, в основному, був зв'язаний з нормативною потужністю операційної системи (ОС) виробництва за рік. Дана обставина дозволила операційному менеджеру прогнозувати нормативну потужність ОС і управляти нею з високим ступенем точності, використовуючи просте трендове прогнозування (тобто лінійну регресію).

Таблиця 6.8

**Часовий ряд по нормативній потужності ОС
за 2000 – 2005 роки**

Періоди (роки)	Значення нормативної потужності ОС, од./рік
2000	500
2001	510
2002	514
2003	520
2004	524
2005	529

Операційний менеджер для прогнозу і управління потужністю ОС має часовий ряд. На основі цих даних необхідно одержати прогноз нормативної потужності ОС на 2006, 2007 і 2008 роки.

Завдання 6.5

На основі аналізу динаміки попиту на продукцію компанії «ТТТ» (див. табл. 6.9) операційному менеджеру необхідно скоректувати план випуску на 11-й рік.

Таблиця 6.9

Динаміка попиту на запасні частини за десять попередніх років діяльності компанії

Номер року, t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Попит (D_t), тис. шт.	3	5	7	8,5	9,6	10,4	11,5	12,7	13,4	14,2

Для рішення поставленої задачі операційний менеджер може з визначеною точністю застосувати для апроксимації тенденції зміни попиту на виробляему продукцію функції виду:

$$D_t = a + b \cdot t,$$

$$D_t = \frac{t}{a + b \cdot t}.$$

Але ж спершу із зазначених функцій варто вибрати ту, котра дозволить одержати найменше середнє абсолютне відхилення емпіричних даних від теоретичних і щонайкраще опише очікувану тенденцію зміни попиту в перспективному періоді, тобто в 11-му році.

Список літератури

1. Аоки М. Введение в методы оптимизации: Пер. с англ. — М.: Наука, 1977. — 344 с.
2. Бажин И. И. Информационные системы менеджмента. — М.: ГУ-ВШЭ, 2000. — 688 с.
3. Горчаков А. А., Орлова И. В. Компьютерные экономико-математические модели. — М.: Компьютер, 1995. — 135 с.
4. Ефимов А. Н. Методические основы экономического прогнозирования // Изв. АН СССР. — Сер. «Экономика». 1974. — № 4. — С. 6–9.
5. Информационные технологии в моделировании экономических процессов переходного периода / Н. В. Подмогильный, П. И. Бидюк, и др. — К.: Такі справи, 2000. — 232 с.

6. Исследование операций в экономике: Учеб. пособие / Под ред. Н. Ш. Кремера. — М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997. — 407 с.
7. Козловский В. А., Маркина Т. В., Макаров В. М. Производственный и операционный менеджмент: Учеб. — СПб.: Специальная литература, 1998. — 366 с.
8. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. Определения, теоремы, формулы: Пер. с англ. — М.: Наука, 1984. — 831 с.
9. Кофман А., Дебазей Г. Сетевые методы планирования и их применение: Пер. с франц. — М.: Прогресс, 1968. — 182 с.
10. Музычкин П. А. Моделирование движения запчастей в системе «Сельхозтехника»: Дис. канд. техн. наук. — М., 1978. — С. 28.
11. О повышении эксплуатационной надежности агрегатов трансмиссии автомобилей методом резервирования / Дюмин И. Е., Сумец А. М.; Харьк. автомоб.-дор. ин-т. — Х., 1986. — 19 с. — Рус. — Деп. в УкрНИИТИ 26.06.86, № 1471— Ук.
12. Пугачев В. С. Теория вероятностей и математическая статистика. — М.: Наука, 1979. — 496 с.
13. Решение инженерных и экономических задач на ЭВМ / Б. М. Лисицын, В. М. Антоненко, Е. С. Величко и др. — К.: Высшая школа, 1984. — 248 с.
14. Сумец А. М. Прогнозирование потребности в запасных частях. — Х.: Око, 1997. — 182 с.
15. Теория выбора и принятия решений: Учеб. пособ./ И. М. Макаров, Т. М. Виноградская, А. А. Рубчинский и др. — М.: Наука, 1982. — 328 с.
16. Теории прогнозирования и принятия решений / Под ред. С. А. Саркисяна. — М.: Высшая школа, 1977. — 351 с.
17. Феррестер Э., Ренц Б. Методы корреляционного и регрессионного анализа. — М.: Финансы и статистика, 1983. — 302 с.
18. Фролов А. А., Муравьев И. П. Нейронные модели ассоциативной памяти. — М.: Наука, 1987. — 166 с.
19. Эддоус М., Стенсфилд Р. Методы принятия решений. — М.: Аудит, ЮНИТИ, 1997. — 590 с.
20. Ackoff R. L. Progress in Operations Researche. — Wiley. — Vol. 1, 1961.
21. Hoerner S. Population Explosion and Interstellar Expansion // Journal of British Interplanetary Society. — 1965. — Vol. 28. — P. 691–710.



22. *Keyfitz N.* Applied Mathematical Demography. Wiley, N.Y, 1977. — 312 p.
23. *Ruch B. C., Bracker J., McCormic G. P.* A nonlinear programming model for launch vehicle design and costing. Op. Res., 15. — 1967. — P. 185–210.
24. *Weiss K.* On the Number of the Genius Homo Who Have Ever Lived and Some Evolutionary Implication // Human Biology. — 1984. — Vol. 56. — P. 637-649.

Тести для контролю знань

Тести до теми

«Процес прийняття рішень. Роль моделювання у процесі прийняття рішень. Типи моделей, використовуваних в операційному менеджменті»

1. Ухвалення рішення для сучасного операційного менеджера — це є:

- 1) вибір цілеспрямованих дій для досягнення запланованого результату;
- 2) один з найбільш правильних алгоритмів дій щодо організації функціонування операційної системи;
- 3) вибір того, як і що вмотивувати, організувати, планувати і контролювати;
- 4) здобуток досягнення аналога операційній системі.

2. Процес прийняття рішень поєднує в собі наступні компоненти:

- 1) особа, яка приймає рішення, і некеровані перемінні, внутрішні і зовнішні обмеження, вибір і ухвалення рішення, можливі наслідки, прогноз тенденцій розвитку операційної системи, наявність команди однодумців;
- 2) особа, яка приймає рішення, і некеровані перемінні, внутрішні і зовнішні обмеження, вибір і ухвалення рішення, можливі наслідки;

- 3) особа, яка приймає рішення, і некеровані перемінні, внутрішні і зовнішні обмеження;
- 4) особа, яка приймає рішення, і набір некерованих перемінних.

3. Для успішного здійснення прийнятих рішень операційному менеджереві необхідно «пройти» наступні основні стадії:

- 1) аналіз;
- 2) аналіз і синтез;
- 3) аналіз, синтез і оцінювання;
- 4) аналіз, синтез, оцінювання, адаптацію.

4. У чому суть поняття «дивергенція»:

- 1) це аналіз ...;
- 2) це синтез ...;
- 3) це прогноз ...;
- 4) це оцінювання ...

5. Процес прийняття рішень у загальному вигляді характеризується:

- 1) наявністю однієї або декількох цілей;
- 2) наявністю однієї або декількох цілей, розробкою альтернативних варіантів рішень;
- 3) наявністю однієї або декількох цілей, розробкою альтернативних варіантів рішень, вибором раціонального рішення;
- 4) наявністю однієї або декількох цілей, розробкою альтернативних варіантів рішень, формуванням набору обмежень, вибором раціонального рішення.

6. Загальний алгоритм процесу прийняття рішень операційним менеджером включає 7 етапів. Дайте правильну послідовність їх виконання:

- 1) вибір критерію рішення і формування цілей, визначення проблеми і встановлення важливих чинників, формалізація процесу (побудова моделі), установлення можливих альтернатив, визначення функції корисності альтернатив, вибір ефективної альтернативи, упровадження (реалізація) рішення;
- 2) визначення проблеми і встановлення суттєвих чинників, вибір критерію рішення і формування цілей, формалізація процесу (побудова моделі), установлення можливих альтернатив, вибір оптимальної альтернативи, визначення функції корисності альтернатив, упровадження (реалізація) рішення;
- 3) визначення проблеми і встановлення вагомих чинників, вибір критерію рішення і формування цілей, формалізація процесу (побудова моделі), визначення функції корисності альтернатив, установлення можливих альтернатив, вибір оптимальної альтернативи, упровадження (реалізація) рішення;
- 4) визначення проблеми і встановлення суттєвих чинників, вибір критерію рішення і формування цілей, формалізація процесу (побудова моделі), установлення можливих альтернатив, визначення функції корисності альтернатив, вибір оптимальної альтернативи, упровадження (реалізація) рішення.

7. Що закладено в основу наукового підходу до прийняття рішень в операційному менеджменті:

- 1) аналогії;
- 2) моделі;
- 3) знання менеджерів;
- 4) ефективна організація.

8. Що розуміється під терміном «модель»:

- 1) це результат бачення дослідником процесу або об'єкта;
- 2) це умовне уявлення реальності, що відтворює її з визначеною точністю;

- 3) це умовне уявлення реальності, тобто символно-інформаційне відображення реального об'єкта, що відтворює останній з деяким визначеним ступенем точності й у формі, відмінній від форми самого об'єкта;
- 4) це плід уяви дослідника, який бажає побачити символно-інформаційне відображення реального об'єкта з максимальним ефектом схожості.

9. Що таке моделювання:

- 1) формальне використання моделі для опису реального об'єкта (процесу);
- 2) відображення якостей, властивостей, змісту і форми реального об'єкта за допомогою символно-інформаційного відображення;
- 3) реалізація можливостей моделі з метою прийняття правильних рішень у ході керування різними видами діяльності операційної системи;
- 4) процес створення (побудови) моделі й оперування нею з метою одержання необхідних даних про реальний об'єкт.

10. Чи може створення моделей реальних бізнесів-процесів або бізнесів-проектів і об'єктів керування бути квінтесенцією операційного підходу до вирішення завдань операційного менеджменту:

- 1) так;
- 2) частково;
- 3) можливе за особливих обставинах;
- 4) немає.

11. Відповідно до пропозиції американського ученого А. Роува наявні типи моделей можуть бути представлені у вигляді неперервного спектра. Зазначте правильну їх послідовність за ступенем зростання точності:

- 1) семантичні, математичне, моделювання на ЕОМ, управлінські ігри, аналогові, масштабовані, фізичні;
- 2) семантичні, математичне, моделювання на ЕОМ, аналогові, управлінські ігри, масштабовані, фізичні;
- 3) математичні, моделювання на ЕОМ, семантичні, управлінські ігри, аналогові, масштабовані, фізичні;
- 4) математичне, семантичні, моделювання на ЕОМ, управлінські ігри, аналогові, масштабовані, фізичні.

12. Яка з цих моделей дає змогу одержувати посередній результат прогнозу:

- 1) аналогова;
- 2) семантична;
- 3) масштабована;
- 4) математична.

13. Яка з цих моделей дає змогу одержувати найбільш точний результат прогнозування:

- 1) аналогова;
- 2) семантична;
- 3) масштабована;
- 4) математична.

14. Що таке «фізична модель»:

- 1) це модель, що відтворює об'єкт дослідження у всіх його характеристиках, але відрізняється від реального об'єкта меншими розмірами;
- 2) це фізична модель об'єкта, відображена в масштабі;
- 3) це модель, що представляє досліджуваний об'єкт його аналогом, у тій або іншій формі відтворюючи основні функції реального об'єкта;
- 4) це модель, що відображає взаємодію людей і машинних компонентів.

15. Що являє собою «аналогова модель»:

- 1) це модель, що відтворює об'єкт дослідження у всіх його характеристиках, але відрізняється від реального об'єкта меншими розмірами;
- 2) це фізична модель об'єкта, відображена в масштабі;
- 3) це модель, що представляє досліджуваний об'єкт його аналогом, у тій або іншій формі відтворюючи основні функції реального об'єкта;
- 4) це модель, що аналогічно відображає взаємодію людей і машинних компонентів.

16. Графічне відображення залежності результативної ознаки від факторіального є моделлю:

- 1) символною;
- 2) семантичною;
- 3) аналоговою;
- 4) фізичною.

Тести до теми

«Класифікація математичних моделей. Рекомендації до вибору моделей»

1. Укажіть найбільш представницькі ознаки, за якими класифікують математичні моделі:

- 1) спосіб одержання, подання і формалізація моделі;
- 2) спосіб одержання, подання і формалізації моделі, характеру відображуваних властивостей об'єкта і приналежності до ієрархічного рівня;
- 3) спосіб одержання, подання і формалізації моделі, характеру відображуваних властивостей об'єкта і приналежності до ієрархічного рівня, ступінь масштабності і складності опису об'єкта;

- 4) спосіб одержання, подання і формалізації моделі, характер відображуваних властивостей об'єкта і приналежність до ієрархічного рівня, ступень масштабності і складності подання об'єкта, рівня кваліфікації дослідника і приналежності його до сфери діяльності операційної системи.

2. За способом одержання моделі підрозділяють на:

- 1) теоретичні, нейронні, емпіричні;
- 2) прості, складні, надпрості;
- 3) аналітичні, алгоритмічні, імітаційні;
- 4) структурні і функціональні.

3. За характером відображуваних властивостей моделі підрозділяються на:

- 1) теоретичні, нейронні, емпіричні;
- 2) прості, складні, надпрості;
- 3) аналітичні, алгоритмічні, імітаційні;
- 4) структурні і функціональні.

4. За сьогоденних умов на рівні нейронних мереж у ході вирішення проблем операційного менеджменту завдання прогнозування формалізується через:

- 1) аналогії;
- 2) завдання розпізнавання образів;
- 3) добір предикатів;
- 4) семантичне представлення факторіальних ознак.

5. Яка точність розрахунку за використання мережевих моделей:

- 1) 90–96%;
- 2) 75–80%;
- 3) до 75%;
- 4) 85–95%.

6. Яка точність розрахунку за використання регресійно-кореляційних моделей:

- 1) 90–96%;
- 2) 75–80%;
- 3) до 75%;
- 4) 85–95%.

7. Укажіть кращу сферу використання алгебраїчних моделей:

- 1) аналіз процесу витрат, одержання прибутку тощо;
- 2) планування виробництва, розподіл робочої сили тощо;
- 3) оцінювання сервісу;
- 4) сфера керування, виробництво.

8. Укажіть кращу сферу використання моделей лінійного і математичного програмування:

- 1) аналіз процесу витрат, одержання прибутку тощо;
- 2) планування виробництва, розподіл робочої сили тощо;
- 3) оцінювання сервісу;
- 4) сфера керування, виробництво.

9. Які критерії використовуються для відбору операційної моделі:

- 1) точності й адекватності;
- 2) стабільності отриманого результату;
- 3) адекватності, універсальності й економічності;
- 4) усе, зазначене вище.

10. Який з відомих критеріїв відбору операційної моделі характеризує ступінь наближення кінцевого значення цільової функції і кінцевого вектора перемінних до реальних мінімальних значень:

- 1) стабільності отриманого результату;
- 2) адекватності;

- 3) порівняння результатів;
- 4) відповідності.

Тести до теми

«Загальні методи побудови операційних математичних моделей»

1. У чому складається основне призначення моделювання:

- 1) у виборі оптимальної стратегії пошуку з можливих варіантів;
- 2) в одержанні оптимального об'єкта проектування, що має найліпші можливі властивості;
- 3) у спробі описати досліджуваний процес або об'єкт, що спостерігається операційним менеджером;
- 4) правильна відповідь 1) і 2).

2. Укажіть правильний алгоритм побудови операційних математичних моделей:

- 1) створення якісної моделі процесу (об'єкта), математичне подання, імітаційне моделювання на комп'ютері, апробація і реалізація;
- 2) технічне завдання, математичне подання, побудова математичної моделі, іспит на комп'ютері, апробація;
- 3) технічне завдання, створення якісної моделі процесу (об'єкта), математичне подання, імітаційне моделювання на комп'ютері, апробація і реалізація;
- 4) технічне завдання, створення якісної моделі процесу (об'єкта), математичне подання, створення математичної моделі, імітаційне моделювання на комп'ютері, апробація і реалізація.

3. Які вимоги проектного процесу або об'єкта подає якісна модель:

- 1) конструктивні, технологічні, експлуатаційні;
- 2) конструктивно-технологічні, експлуатаційні, економічні;

- 3) щодо збуту, торгівлі й організаційної системи;
- 4) приналежності, формату діяльності, структури.

4. У чому суть блокового моделювання:

- 1) об'єкт моделювання розбивається на елементи, кожний з яких може бути поданий і самостійно промодельований;
- 2) сукупність моделей, використовуваних для подання одного об'єкта (процесу) з специфічними властивостями;
- 3) об'єднання декількох моделей для подання однієї властивості, процесу, об'єкта;
- 4) поетапне створення моделі для подання процесу (об'єкта).

5. Блокове моделювання доцільно використовувати у випадках, коли виникають завдання, що мають:

- 1) малу кількість перемінних і обмежень, що накладаються;
- 2) велику кількість перемінних і мале число обмежень, що накладаються;
- 3) велику кількість перемінних і обмежень, що накладаються;
- 4) випадок, коли число перемінних відповідає числу обмежень, що накладаються.

6. Укажіть на недоліки використання моделей в операційному менеджменті:

- 1) відносно висока оперативність у підготовці і проведенні аналізу;
- 2) існує деяка надмірність у спрощенні перемінних чинників реальної ситуації;
- 3) є можливість застосувати одну модель для дослідження декількох різних об'єктів;
- 4) уміння моделювати потребує від операційних менеджерів різнопланових теоретичних знань.

7. Чи можна віднести до переваг використання моделей в операційному менеджменті те, що вони багато в чому потребують застосування системного підходу до аналізу проблем:

- 1) так;
- 2) так, але тільки в деяких випадках;
- 3) ні;
- 4) це спірне питання.

8. За розробки фірмою «Локхід» емпіричної операційної моделі для визначення загальних витрат на розробку, побудову і запуск треступінчастої ракети був використаний відомий принцип:

- 1) композиції системи;
- 2) структурування системи;
- 3) декомпозиції системи;
- 4) конвергенції.

Розділ 7

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ І МЕТОДИ В ОПЕРАЦІЙНОМУ МЕНЕДЖМЕНТІ

*Розкладіть кожне досліджуване
завдання на стільки складових, наскільки
можливо, аби уникнути
легкого шляху до відповіді.
Декарт*

*Це правило Декарта малоефективне,
бо мистецтво розподілу
ніхто ще не осягнув.
Лейбніц*

Ключові терміни і поняття: «дерево рішень», альтернатива, стан природи, архітектоніка «дерева рішень», очікувана грошова віддача, математичне програмування, лінійне програмування, подвійне завдання, завдання квадратичного програмування, симплекс-метод, динамічне програмування.

Сучасний менеджер, який опікується питаннями керування операціями у сфері життєздатності операційних систем, — це, насамперед, фахівець з глибокими теоретичними знаннями економіки, математики, інформатики і практичних навичок керування. В основі його успішної діяльності — уміння бачити, аналізувати, дискутувати і, головне, приймати своєчасні прогнозноправильні рішення. Відомий спеціаліст зі стратегічного керування Р. Ешбі щодо цього зазначав: «Щоб успішно протистояти середовищу, складність рішення і швидкість прийняття його мають відповідати особливостям і швидкості змін в оточенні».

Процеси прийняття рішень лежать в основі будь-якої цілеспрямованої діяльності операційного менеджера. Оптимальні (ефективні) рішення допомагають досягати мети за мінімальних витрат трудових, матеріальних і сировинних ресурсів. На практиці слід робити оцінки за різними аспектами з огляду на фізичні, економічні, технічні й інші ознаки операційної системи, підсистем і вагомих структурних елементів. Тому творчістю особливого роду операційного менеджменту стає вибір критерію оптимальності й обмежень, що враховують, як правило, ресурсні та виробничі можливості операційної системи.

За умов ринкової економіки існує надто багато ситуацій, що характеризуються різним ступенем невизначеності стосовно тих чи інших подій, що не сприяє віднайденню оптимального варіанта потрібного результату. І все-таки для досягнення його операційний менеджер кожне рішення в процесі його підготовки і реалізації традиційно зобов'язаний розподіляти за етапами робіт:

- 1) визначення виниклих перед операційною системою проблем, що слід вирішувати;
- 2) окреслення «нагальних» проблем (визначення їх пріоритетності за вагомістю і встановлення послідовності виконання);
- 3) вирішення обраних проблем — пошук альтернативних варіантів, оцінювання ролі кожного з них, орієнтування на оптимальний;

- 4) реалізація рішень — застосування заходів, дій, необхідних для забезпечення потрібного результату;
- 5) удосконалення методики дій в процесі обраної стратегії.

Найголовнішим серед етапів є третій. Пошук позитивного рішення здійснюється за допомогою відомих методів економіко-математичного моделювання. Розглянемо найчастіше використовувані в операційному менеджменті «дерево рішень» і математичне програмування.

«Дерево рішень» використовується операційними менеджерами здебільшого для прийняття рішень стосовно потужності операційної системи, за проектування і виробництва продукту, визначення необхідності одержання додаткової інформації чи зміни дислокації операційної системи.

Математичне програмування, зокрема лінійне, як математичний метод вибору з ряду альтернативних найбільш ефективних рішень (з найменшими витратами, максимальним прибутком тощо — за інших рівних умов) застосовується для розгляду таких проблем, як розробка найзисковнішої операції за обмежених ресурсів, розрахунок оптимальної величини запасів та ін.

7.1 «Дерево рішень» у вирішенні проблем операційного менеджменту

На практиці в процесі прийняття різних за складністю рішень операційний менеджер зіштовхується з альтернативами і «станом природи». Що вкладено в ці терміни?

Альтернатива (франц. *alternative*, від лат. *alternus* — «зі зміною») — необхідність вибору між двома можливостями (прийнятними рішеннями), що виключають одна одну, тобто у даному

випадку — це напрям дії чи стратегія, що обирається операційним менеджером (наприклад, в обов'язковому порядку вводити додаткові потужності).

Стан природи — це сформована ситуація (проблема), на яку операційний менеджер, приймаючи рішення, впливати не здатний або вплив його надто слабкий, приміром, підвищення цін на енергоносії.

Для подання альтернативних рішень операційний менеджер може використовувати «дерево рішень» («дерево цілей»).

«Дерево цілей» — графічне відтворення процесу, що визначає альтернативи рішення, стану природи і їхні відповідні імовірності віддачі для кожної комбінації альтернатив. Очевидно, «дерево рішень» є одним із засобів, що використовуються операційними менеджерами для об'рунтування нових рішень про вибір чи коригування потужності операційної системи, а також для розв'язання широкого ряду інших проблем керування операційною системою.

Використання «дерева рішень» особливо корисно і переважає у випадках, коли є декілька рішень і різні результати, що підходять до них залежно від етапів. Однак, формуючи «дерево рішень», операційний менеджер має бути впевненим, що всі альтернативи або стани природи відповідно об'рунтовані; у побудову включені всі можливі для розв'язання проблеми альтернативи і стани природи.

Архітектоніка «дерева рішень» конструюється за такими графічними символами:

□ — вузол рішення, з якого можна обирати одну або ряд альтернатив;

○ — вузол стану природи, з якого можуть формувати принаймні, два стани природи — сприятливий і несприятливий, що позначаються як імовірності P_1 і P_2 .

7.1.1 «Дерево рішень» і потужність операційної системи

У загальному випадку побудову «дерева рішень» за вибору чи обчислення потужності операційної системи можна продемонструвати на таких прикладах.

Приклад 1. Компанія «Укртелеком», що працює в м. Харкові, прогнозує можливість збільшення обсягу надаваних послуг зв'язку. Розгляд даного проекту вимагає введення мінімально трьох АТС, максимально — десяти.

Ринок даного виду послуг може бути сприятливим (P_1) чи несприятливим (P_2) з урахуванням кількості конкурентів.

«Укртелеком» має ще і такий варіант, як не вводити в експлуатацію нові АТС узагалі, а продовжувати обслуговувати вже сформований ринок клієнтів.

«Дерево рішень» у загальному вигляді для наведеного прикладу буде мати вигляд рис. 7.1.

За умови, що існує, два або більше послідовних рішень і більш пізні рішення базуються на результатах попередніх, підхід з використанням «дерева рішень» виявляється більш простим і прийнятним.

Для аналізу «дерева рішень» можна використовувати такий відомий критерій, як очікувана грошова віддача (*expected monetary value* — EMV).

EMV — це найбільш часто використовуваний і найбільш відповідний критерій для аналізу «дерева рішень». EMV обчислюється кількісно. Отримане числове значення EMV і є очікуваною цінністю варіанта чи середньою віддачею для кожного можливого варіанта (така віддача, яку можна одержати, повторюючи прийняте рішення багато разів).

Рішення буде найбільш бажаним для операційного менеджера, якщо EMV матиме максимальне значення.

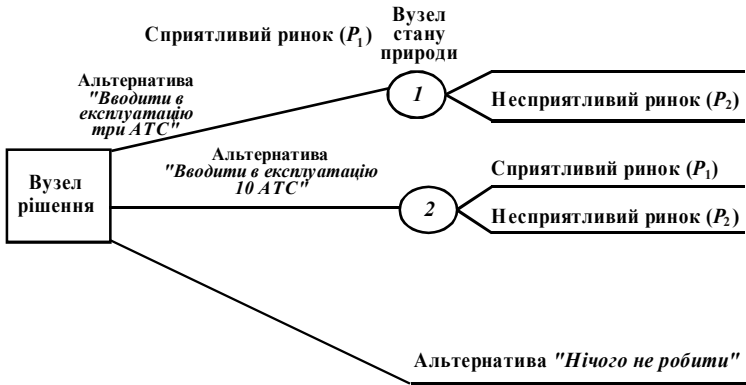


Рис. 7.1 «Дерево рішень» компанії «Укртелеком»

EMV для варіанта обраного рішення дорівнює сумі добуток можливих віддач варіанта на імовірність появи віддачі. Математично у випадку сприятливого і несприятливого ринку це записється таким чином:

$$EMV = \sum_{i=1}^2 (O_i \times P_i) = (O_1 \times P_1) + (O_2 \times P_2),$$

де O_i — можлива віддача в грошовому еквіваленті за i -го стану природи;

P_i — імовірність появи віддачі за i -тим станом природи;

2 – число можливих станів природи.

Наприклад, менеджери виконали попередній розрахунок і дізнались, що для компанії «Укртелеком» альтернатива «Вводити в експлуатацію три АТС» у випадку сприятливого ринку принесе чистий прибуток 10 тис. грн., а несприятливого ринку — 2 тис. грн. «чистих втрат»; альтернатива «Вводити в експлуатацію десять АТС» у випадку сприятливого ринку дасть чистий прибуток в 30 тис. грн., а якщо ринок буде несприятливим, компанія одержить «чисті втрати» обсягом 18 тис. грн.

Операційний менеджер компанії упевнений, що імовірність сприятливого ринку складає 65%, а несприятливого відповідно 35%; це означає, що кожний стан природи має шанс на життя $P_1 = 0,65$ і $P_2 = 0,35$. Визначимо, скільки ж складе EMV для кожної з наявних альтернатив.

Альтернатива «Вводити в експлуатацію три АТС»:

$$EMV = 0,65 \times 10\,000 + 0,35 \times (-2000) = 6500 - 700 = 5800 \text{ грн.}$$

Альтернатива «Вводити в експлуатацію десять АТС»:

$$\begin{aligned} EMV &= 0,65 \times 30\,000 + 0,35 \times (-18\,000) = \\ &= 19500 - 6\,300 = 13\,200 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Згідно з рис. 7.1 для компанії «Укртелеком» існує ще й альтернатива «Нічого не робити». Для неї $EMV = 0,65 \times 0 + 0,35 \times 0 = 0$.

Максимальне значення EMV має друга альтернатива «Вводити в експлуатацію десять АТС». Таким чином відповідно до критерію рішення ($EMV \rightarrow \max$) керівництво компанії «Укртелеком» прийме рішення про додаткове введення в експлуатацію в районах м. Харкова ще десяти АТС.

Для здійснення аналізу вибору найбільш бажаної альтернативи, в першу чергу, необхідно створити «дерево рішень» і визначити грошову віддачу (EMV) усіх ходів для конкретної проблеми. Процедура аналізу проблеми з використанням «дерева рішень» включає п'ять кроків:

- 1) формулюється і вивчається проблема;
- 2) вузли рішення і вузли стану структуруються, будується «дерево цілей»;
- 3) визначаються і призначаються імовірності станів природи;
- 4) оцінюються віддача для кожної можливої комбінації альтернатив і станів природи;

5) обчислюючи очікувану віддачу в грошовому еквіваленті (EMV), для кожного вузла стану природи вирішується проблема — обирається потрібна альтернатива. Це здійснюється за допомогою руху назад: починаючи праворуч від дерева і працюючи по вузлах стану природи до вузла рішення (див. рис. 7.1).

Отже, «дерево рішень» для компанії «Укртелеком» у завершеному вигляді відповідатиме рис. 7.2.

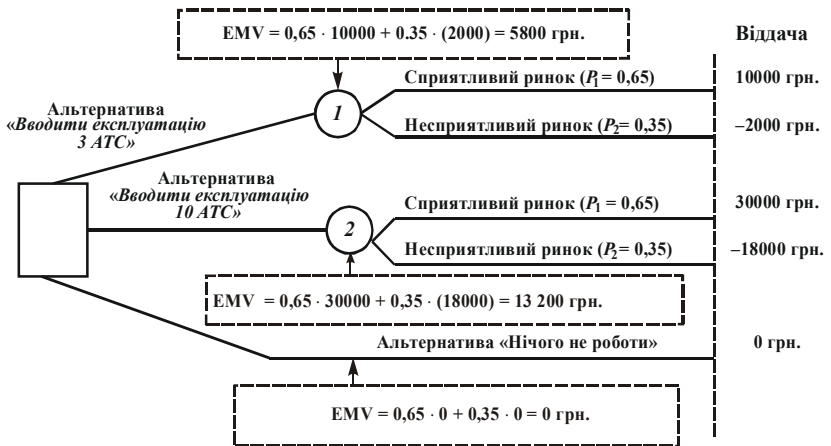


Рис. 7.2 Завершене «дерево рішень» для компанії «Укртелеком»

Слід зазначити, що на остаточній конструкції «дерева рішень» можливі віддачі в грошовому вираженні (у даному випадку 10 тис., -2 тис., 30 тис. і -18 тис. грн.) містяться в правій частині кожної гілки «дерева». Значення імовірностей сприятливого і несприятливого ринків ($P_1 = 0,65$ і $P_2 = 0,35$) розташовуються в дужках поруч з кожним станом природи. Очікувана віддача (EMV) у грошовому вираженні для кожного стану при-

роди (вузол 1, вузол 2 і альтернатива «нічого не робити») обчислюється і розташовується поблизу кожного вузла (див. рис. 7.2).

Отже, ціль полягає у визначенні очікуваного значення віддачі в грошовому вираженні за кожним етапом дії: від кінця «дерева» (правий бік) і далі в напрямі до початку «дерева» (вліво) розглядаємо значення EMV на кожному кроці і «відрізаємо» ті альтернативи, що не є ліпшими у порівнянні з рештою в тому самому вузлі рішень.

У даному випадку компанія «Укртелеком» повинна обрати альтернативу «ввести в експлуатацію десять АТС».

Розглянемо ще один приклад використання «дерева рішень» стосовно проблеми потужності.

Для ситуації планування потужності стану природи — це, звичайно, майбутній попит чи сприятливий ринок. Тому для визначених операційним менеджером імовірностей варіантів станів природи можна прийняти рішення, що максимізує очікуваний результат альтернативи.

Приклад 2. Компанія, що виготовляє медичний одяг, аналізує питання розширення потужності. Альтернативи:

- «нічого не робити»;
- «будувати міні-завод»;
- «будувати завод середньої потужності»;
- «будувати великий завод».

Нове підприємство (завод) буде виготовляти новий тип одягу. Поточний потенціал або можливості ринку для цього товару невідомі.

У разі проектування великого заводу за сприятливого ринку прибуток прогнозно дорівнюватиме 100 тис. дол. З іншого боку, великий завод буде «давати» 90 тис. дол. збитку за несприятливого ринку. У випадку будівництва середнього заводу прибуток сягатиме 60 тис. дол. за сприятливого ринку, а за несприятливого матимемо збиток у 10 тис. дол.

Якщо проектувати малий міні-завод за сприятливого ринку, то прибуток складе 40 тис. дол., за умови несприятливого ринку компанія одержить збитки тільки в 5 тис. дол.

За здійснення альтернативного варіанта «нічого не робити» компанія не понесе ніяких збитків, але і про додатковий прибуток не може бути і мови.

Останні дослідження ринку довели, що імовірність сприятливого ринку складає $P_1 = 0,4$. Це означає також, що імовірність несприятливого ринку дорівнюватиме $P_2 = 0,6$.

Рішення

Для створення «дерева рішень» використовується раніше наведена процедура.

Отже, створимо загальну конструкцію «дерева рішень», аналогічну на рис. 7.1. При цьому переконаємося, що всі можливі альтернативи (а їх чотири) і можливі стани природи включені в загальну конструкцію «дерева», представлену на рис. 7.3.

Результат, тобто можливу віддачу, у грошовому вираженні вводимо наприкінці кожної галузі — крайнє праве положення: 100 000 дол. і -90 тис. дол.; 60 тис. дол. і -10 тис. дол.; 40 тис. дол. і -5 тис. дол., а також для альтернативи «нічого не робити» — 0.

Остаточна мета полягає у визначенні очікуваного значення доходу в грошовому вираженні (EMV) для кожної з можливих альтернатив.

Для альтернативи «будувати великий завод»:

$$EMV = 0,4 \times 100\,000 + 0,6 \times (-90\,000) = -14 \text{ тис. дол.}$$

Для альтернативи «будувати завод середньої потужності»:

$$EMV = 0,4 \times 60\,000 + 0,6 \times (-10\,000) = 18 \text{ тис. дол.}$$

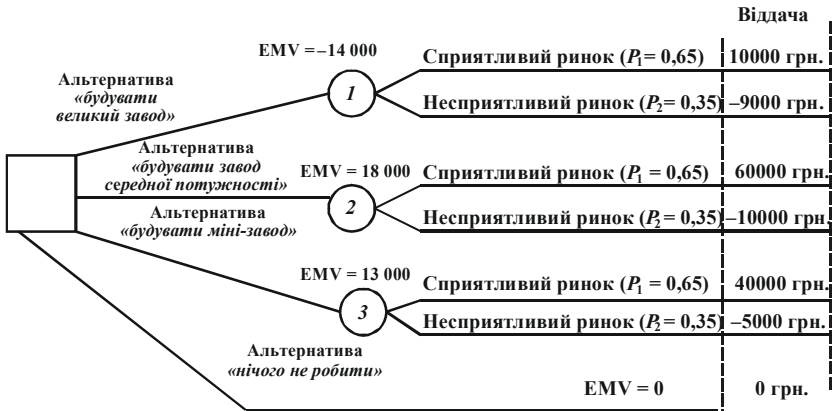


Рис. 7.3 «Дерево рішень» для компанії з виробництва медичного одягу

Для альтернативи «будувати міні-завод»:

$$EMV = 0,4 \times 40\,000 + 0,6 \times (-5\,000) = 13 \text{ тис. дол.}$$

Для альтернативи «нічого не робити» $EMV = 0$ дол.

Розглядаючи значення отриманих EMV для кожної з можливих альтернатив, «відрізаємо» ті, що не є ліпшими.

Таким чином, базуючись на критерії $EMV \rightarrow \max$, компанія вибирає альтернативу «будувати завод середньої потужності» ($EMV = 18$ тис. дол.).

Приклад 3. Велика автомобільна компанія планує в найближчі п'ять років збільшити свої потужності. Для цього вона має головні альтернативи — в одному з розвинених регіонів країни побудувати:

- завод з випуску малолітражних автомобілів обсягом випуску 1 тис. автомобілів за рік;
- завод з випуску цих же автомобілів обсягом випуску 5 тис. автомобілів за рік;



в) завод з випуску малолітражок з обсягом випуску 10 тис. автомобілів за рік.

Існує також і альтернатива «нічого не робити».

Рішення

За умови будівництва заводу з варіантом *a* і сприятливого ринку збуту щорічний прибуток досягатиме 1 млн. дол. За несприятливого ринку збитки від будівництва такого заводу складуть 850 тис. дол. За умови будівництва заводу згідно з варіантом *b*, відповідно, вийде: за сприятливого ринку прибуток окреслюватиметься 4,65 млн. дол., а несприятливого — матиметься збиток більше 3 млн. дол. Завод, зведений за третім варіантом *v*, у свою чергу, дасть прибуток 9,2 млн. дол. за сприятливого ринку, несприятливого — збиток у 6,25 млн. дол. У випадку, якщо компанія прийме альтернативу «нічого не робити», і прибутки, і збитки будуть складати 0.

Проведені аналітичним відділом і маркетинговою службою дослідження ринку виявили, що імовірність сприятливого ринку складає $P_1 = 0,45$, а несприятливого $P_2 = 0,65$.

За допомогою використання «дерева рішень» (рис. 7.4) для отриманої інформації з ринків визначимо варіант, що дає в результаті найвищий дохід у грошовому вираженні (EMV):

$$\text{EMV (варіант } a) = 0,45 \times 1\,000\,000 + 0,55 (-850\,000) = -17 \text{ тис. дол.}$$

$$\text{EMV (варіант } b) = 0,45 \times 4\,650\,000 + 0,55 (-3\,000\,000) = 442,5 \text{ тис. дол.}$$

$$\text{EMV (варіант } v) = 0,45 \times 9\,200\,000 + 0,55 (-6\,250\,000) = 702,5 \text{ тис. дол.}$$

$$\text{EMV («нічого не робити») = 0.}$$

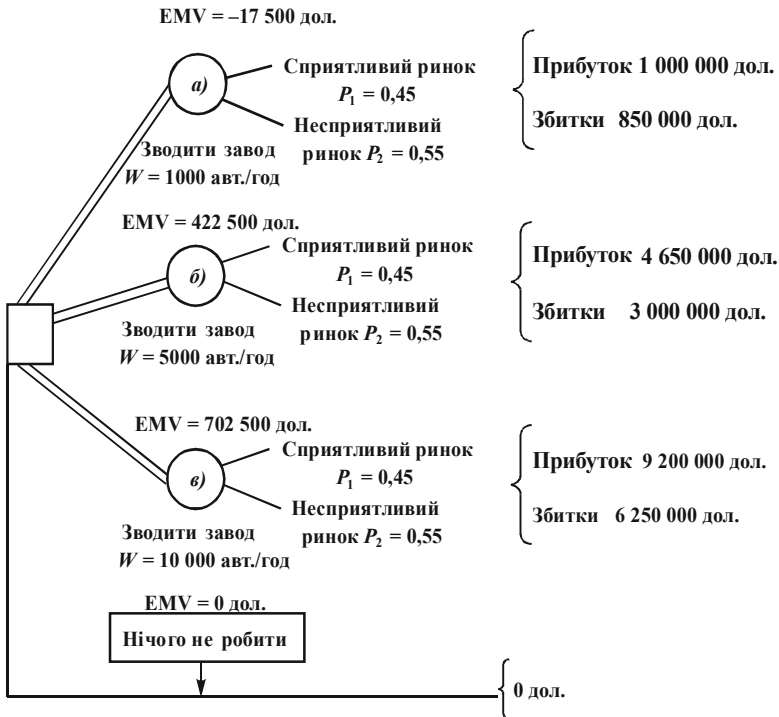


Рис. 7.4 «Дерево прийняття рішень» щодо збільшення потужності операційної системи

Таким чином менеджер, базуючись на критерії EMV, для збільшення потужності компанії повинен прийняти рішення про будівництво в обраному регіоні заводу з виробництва малолітражок з обсягом випуску 10 тис. автомобілів за рік.

7.1.2 Застосування «дерева рішень» у проектуванні і виготовленні продукту

Вибір продукту є фундаментальним рішенням операційного менеджера, що має важливе значення для решти рішень

операційного менеджменту. Така стратегічна дія є досить істотною для функціонування і розвитку операційної системи. Варто це розглянути на елементарному емпіричному прикладі.

Компанія «Sigma» на основі дворічного дослідження конкретного сегмента ринку встановила, що якщо вона «викине» у цьому сегменті ринку модернізований зразок товару X_1 замість старого X , що більш надійний в експлуатації, то заощадить 1,5 дол. на виробі завдяки гарантійному обслуговуванню. Однак одиниця нового товару X_1 обійдеться компанії у виготовленні дорожче на 2,2 дол.

За стратегією таке рішення стосовно проектування і виробництва товару X_1 мало винятковий сенс: зменшення витрат кінцевого користувача і незручності, пов'язані з коротким терміном служби товару, підсилили відомості про продажі компанії і збільшили цінність товару в очах потенційних клієнтів даного сегмента ринку. Таким чином рішення операційних менеджерів Со «Sigma» про заміну товару X на товар X_1 було окуплено збільшенням в остаточному підсумку загальної частки ринку.

Стосовно процесів проектування і виготовлення продукту «дерево рішень» є засобом, що використовується для нових рішень про дизайн продукту, а також широкий ряд інших проблем керування в операційному менеджменті.

Для створення «дерева рішень» під час проектування продукту операційний менеджер використовує ту саму процедуру, що і у разі рішення про доцільність встановлення оптимальної потужності операційної системи (рис. 7.5).

Розглянемо два приклади, що демонструють застосування «дерева рішень» у додатку до проектування продукту.

Приклад 1. Припустимо, що СП «АвтоЗАЗ–ДЕУ» планує виготовляти запасні частини. Даний проект вимагає придбання нового модернізованого обладнання чи організації робіт у третю зміну з розширенням штату. Ринок запасних частин може бути сприятливим і несприятливим. Для менеджменту існує також альтернатива «нічого не робити».

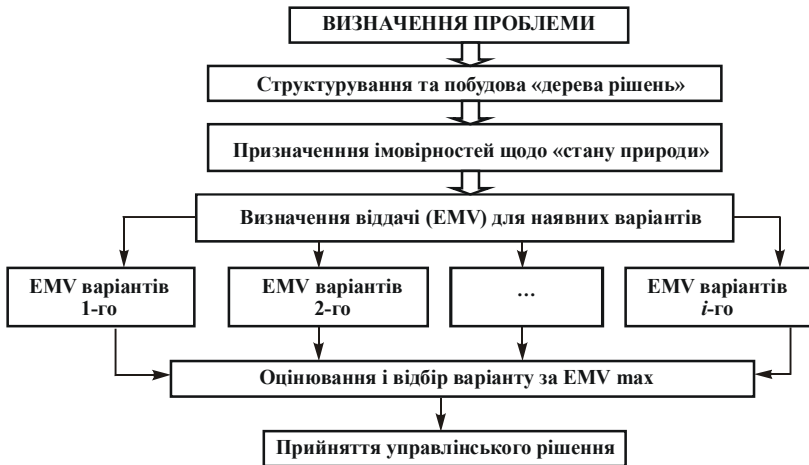


Рис. 7.5 Процедура створення «дерева рішень» у ході проектування продукту в системі операційного менеджменту

У випадку сприятливого ринку буде реалізовано 18 тис. комплектів запасних частин за 235 грн. кожний, несприятливого ринку — 6,5 тис. комплектів.

Варто врахувати, що витрати на закупівлю потрібного устаткування складуть 1,7 млн. грн. Організація третьої зміни з наймом і навчанням робітників складе 950 тис. грн. Але очевидним є і те, що витрати на випуск запасних частин зменшаться від 80 грн. за один комплект без нового обладнання до 70 грн. за його використання.

Аналіз ринку вказав: успішного результату — 0,4, несприятливого — 0,6 (рис. 7.6).

Очікувані значення в грошовому еквіваленті (EMV) розраховуються на кожному кроці «дерева рішень». Для верхньої галузі *A* (закупівля нового обладнання):

$$EMV = 0,4 \times 1\,270\,000 + 0,6 (-627\,000) = 131,8 \text{ тис. грн.}$$

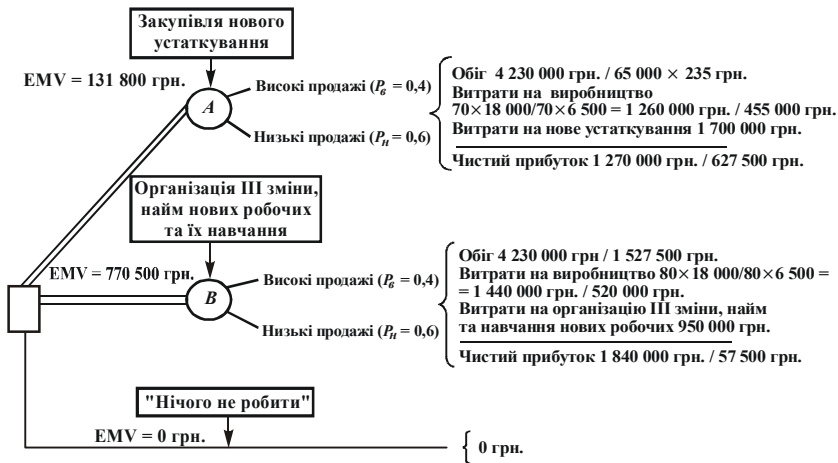


Рис. 7.6 «Дерево прийняття рішень» у частині проектування і виготовлення продукту

Очікувані значення, коли організована третя зміна й проведено добір на роботу і навчання нових спеціалістів, реалізує нижня гілка *B* «дерева рішень»:

$$EMV = 0,41 \times 840\ 000 + 0,6 \times 57\ 500 = 770,5 \text{ грн.}$$

Для альтернативи «нічого не робити» $EMV = 0$.

Таким чином нижня галузь має найбільш позитивне рішення ($EMV = 770,5$ тис. грн.) у порівнянні з верхньою ($EMV = 131,8$ тис. грн.) і є найліпшим рішенням. Тому для організації виробництва комплектів запасних частин за умов СП «АвтоЗАЗ–ДЕУ» операційний менеджер має організувати третю зміну і провести найм нових робітників з їх навчанням.

Таке рішення операційного менеджера, природньо, побічно впливає на сам процес проектування продукту. Хоча від нього залежать, по-перше, собівартість виготовлення запасних частин і їхня відпускна ціна, а, виходить, і обсяги продажів на ринку, по-

друге — якість виготовленого продукту (або його робити на старому устаткуванні за старою технологією, або виготовляти на новому, модернізованому, за новою технологією).

Певно, операційному менеджереві попередньо необхідно вирішити це завдання — знайти компроміс між якістю товару і його ціною, а потім приймати остаточне рішення організаційного плану у частині проектування і випуску продукту (у даному випадку — запасних частин).

Приклад 2. Виробник напівпровідників компанія «Силікон-Інк.» оцінює можливість виробництва і маркетингу мікропроцесорів. Цей проект вимагає придбання складної САД/САМ-системи або наймання і навчання інженерів. Ринок цього продукту може бути сприятливим і несприятливим. Звичайно, є ще альтернатива «нічого не робити». За сприятливого ринку буде продано 25 тис. мікропроцесорів по 100 дол. кожний, несприятливого — 8 тис. мікропроцесорів. Витрати на САД/САМ-систему дорівнюють 500 тис. дол., а найм і навчання трьох інженерів — 375 тис. дол. Однак витрати на виробництво впадуть від 50 дол. за одиницю без САД/САМ-системи до 40 дол. за її використання. Ефективність позитивного результату — 0,4, несприятливого — 0,6 (рис. 7.7).

Рішення.

Очікувані значення в грошовому еквіваленті (EMV) обчислюються на кожному кроці «дерева рішень». Для верхньої гілки А (закупівлі САД/САМ-системи):

$$\begin{aligned}EMV(\text{САД/САМ}) &= 0,4 \times 1\,000\,000 + \\ &+ 0,6(-20\,000) = 388 \text{ тис. дол.}\end{aligned}$$

Це представляє результати, що одержить «Силікон-Інк.» у разі закупівлі САД/САМ-системи.

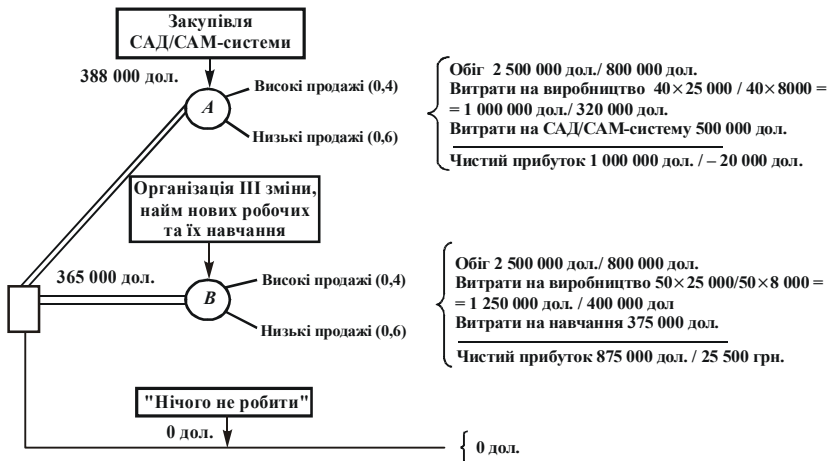


Рис. 7.7 «Дерево прийняття рішень» щодо проектування продукту (товару)

Очікувані значення, коли прийняті на роботу і навчені нові фахівці, реалізує наступна гілка B:

$$EMV = 0,4 \times 875\ 000 + 0,6 \times 25\ 000 = 365 \text{ тис. дол.}$$

EMV для варіанта («нічого не робити») дорівнює 0.

Таким чином верхня гілка має найбільш ефективне рішення (EMV = 388 тис. дол.) у порівнянні з 365 тис. дол. і є найліпшим рішенням. Це характеризує те, що менеджер має право запропонувати керівництву компанії придбати САД/САМ-систему.

7.1.3 «Дерево рішень» в ухваленні рішення про зміну дислокації операційної системи

Якщо розглядати поняття «життєвий цикл», то воно підійде до будь-якого об'єкта, виробу, властивості, процесу, виходить, що і до операційної системи, оскільки вона «не вічна»: «народ-

жується», проходить період становлення і розвитку, розквіту і, нарешті, занепаду та загибелі. На зміну їй приходять нові, більш ефективні, більш пристосовані до навколишнього середовища системи. Однак це не повинно завжди категорично означати ліквідацію операційної системи.

У «житті бізнесу» є випадки, коли перенесення його в інший сегмент ринку пролонгує його життєвий цикл. Тому стосовно операційних систем практично будь-якого типу також використаємо прийом зміни дислокації останньої, хоча це пов'язано нерідко з великими витратами. І одним з інструментів, що дають змогу одержати операційному менеджеру відповідь на запитання: «А чи варто змінити дислокацію операційної?», «Якщо зміна дислокації доцільна, то з яким зиском?» — є «дерево рішень».

Розглянемо наочний приклад.

З метою збереження свого бізнесу в найближчі 5 років власник умовної операційної системи шукає альтернативні шляхи. Приміром, йому вбачаються наступні три можливі альтернативи.

Перша — змінити дислокацію операційної системи.

Друга — змінити шлях «поток» сировини (товару) зі складу до операційної системи, приміром, торгового центру.

Третя — просто чекати і нічого не робити.

Перша альтернатива — зміна дислокації операційної системи в плані наближення до постачальника сировини (товару) — є суперечною і потребує тривалого аналізу і опрацювання.

Друга альтернатива — рішення змінити шлях «поток» сировини (товару) зі складу до операційної системи — націлена на зниження витрат і часу; вона також не буде втрачати доходу, хоча і незначного.

Третя альтернатива — просто чекати і нічого не робити — за всіх позитивних ситуацій на ринку впродовж першого року ведення бізнесу забезпечить достатнє зростання доходу.

Однак очікування більше одного року дасть можливість конкурентам «вискочити» в утворене «стратегічне вікно», що надалі може привести до згортання бізнесу.

До вирішення проблеми власник операційної системи зобов'язаний припускати, що:

- 1) високе зростання доходів є результатом збільшення попиту на продукцію, а це оцінюється сприятливістю ринку $P_1 = 0,55$ (імовірність сприятливого ринку);
- 2) вкладення в реалізацію наявних альтернатив для першої складуть 210 дол., другої — 87 дол., третьої — 0 (експлуатаційні витрати для всіх трьох альтернатив однакові).
- 3) альтернатива «нічого не робити» може бути прийнята тільки на один рік через існування конкуренції, але після цього в розвиток бізнесу для підтримки стійкого положення на ринку необхідно вкласти до 170 дол.;
- 4) за умови зміни дислокації операційної системи з урахуванням високої сприятливості ринку $P_1 = 0,55$ доходи дорівнюватимуть 195 дол. за рік, а за $P_2 = 0,45$ — відповідно 115 дол.;
- 5) зміна схеми потоку сировини (товару) за сприятливої ситуації на ринку забезпечить прибуток у 190 дол. за рік, а несприятливого — лише 100 дол.;
- 6) за умов, що склалися, через рік у разі додаткового вкладання в бізнес 170 дол. після чотирьох років була б така віддача: якщо $P_1 = 0,55$ — у сумі 70 дол. за рік, а $P_2 = 0,45$ — відповідно 105 дол.

Для вирішення проблеми побудуємо «дерево рішень» (рис. 7.8), виділивши попередньо два вузли рішень 1 і 2 та три вузли стану природи A, B, C , з яких з'являються два стани природи — сприятливий ($P_1 = 0,55$) і несприятливий ($P_2 = 0,45$).

Формуючи «дерево рішень», варто виконати розрахунки по вузлах стану природи A, B, C і вузлові рішення 2.

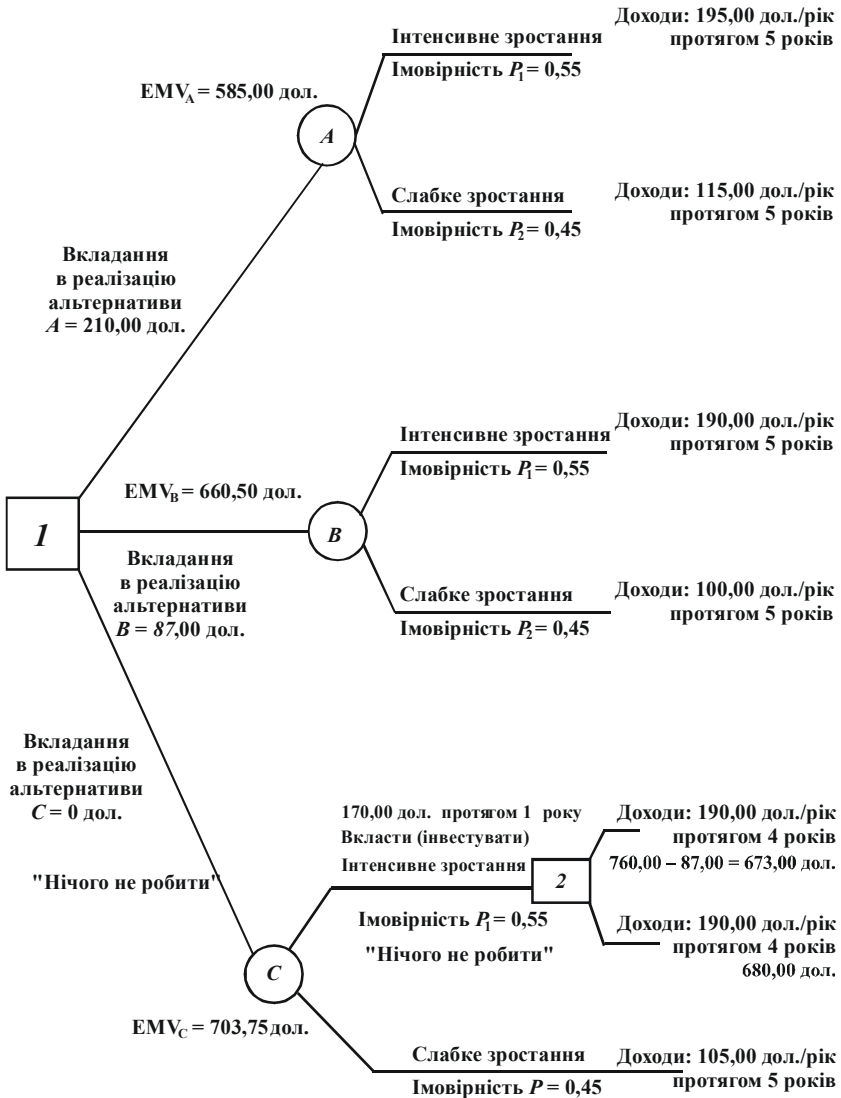


Рис. 7.8 «Дерево рішень» в ухваленні правильного рішення менеджера щодо можливостей зміни дислокації операційної системи

Підсумково одержимо «дерево рішень» (рис. 7.8) у кінцевому вигляді. З рис. 7.8 випливає, що оптимальний вибір у даній ситуації — альтернатива «нічого не робити» з $EMV_C = 703,75$ дол. у порівнянні з альтернативами змін дислокації ($EMV_A = 585$ дол.) і схеми потоку сировини чи товару ($EMV_B = 660,50$ дол.).

7.2 Основні завдання математичного програмування у процесі вирішення загальних проблем операційного менеджменту

Під час опанування курсу вищої математики істотна увага приділяється розгляду завдань математичного програмування. *Математичне програмування* — це математична дисципліна, що зорієнтована на розгляд завдань віднайдення екстремальних значень функції серед множини можливих значень, обумовлених рядом обмежень. У загальних випадках в якості обмежень може бути задана система рівнянь або нерівностей. Наявність цих обмежень робить завдання математичного програмування принципово відмінними від класичного завдання математичного аналізу щодо визначення екстремальних значень функції.

Серед головних напрямів досліджень у математичному програмуванні є проблеми стійкості, що, до речі, дуже добре накладаються на проблеми забезпечення стійкості операційних систем, стійкості ринку, стійкості ціни тощо. При цьому вагому роль відіграє формулювання ознак, характерних для класу стійких завдань, коли незначні похибки (збої) у вихідних даних призводять до досить точних рішень.

У ході вирішення нестійких завдань основні зусилля спрямовуються на процедуру заміни такого завдання послідовністю стійких завдань. Цю процедуру називають «процесом регуляції».

Загалом будь-яке завдання математичного програмування можна сформулювати так: знайти екстремальне (максимальне чи мінімальне) значення функції $F(x)$ за умов

$$\Phi_i(x) \leq 0, i = 1, 2, \dots, n \dots \quad (7.1)$$

У даному випадку функцію $F_0(x)$ називають **цільовою**, а усі можливі її значення з урахуванням наведених обмежень — **принциповою чисельністю**.

Одним з найбільш вивчених розділів математичного програмування є **лінійне програмування**, де досліджується завдання типу (7.1) з цільовою функцією $\Phi(x)$ і функціями $f_i(x)$ ($i = 1, 2, \dots, n$), що включають невідоме тільки в першому ступені.

Лінійне програмування як метод оптимізації в операційному менеджменті широко використовується для оптимізації обмежених ресурсів, а також номенклатури виготовлюваної продукції за обмеження потужностей. Доцільне використання лінійного програмування в проектуванні продукту, коли потрібно оптимізувати номенклатуру використовуваної сировини (або конкретних компонентів), аби їхній вміст не виходив за встановлені межі (наприклад, підбір інгредієнтів у процесі продукування легких маргаринів). При цьому мінімізація витрат, природньо, залишається конкретною метою.

Суть лінійного програмування — у побудові системи рівнянь, що представляють собою обмеження, і пошуку такого рішення, яке б гарантувало максимальний прибуток. Якщо наявні обмеження не вдається обійти (наприклад, за оптимізації номенклатури продукції, що випускається, у разі обмеження потужностей) і частина попиту не задовольняється, то необхідно знайти таку комбінацію випуску, коли визначений параметр міг досягти максимального числа (як правило, ним виступає прибуток).

На практиці під час формулювання загального завдання, крім обмежень (7.4), обумовлюється незаперечність всіх перемінних, тобто

$$x_i = 0, i = 1, 2, \dots, n \dots \quad (7.5)$$

Примітка. Якщо для деякого перемінного x_j з числа пошукваних x_1, x_2, \dots, x_n , задано обмеження на знак типу

$$x_j = 0,$$

то в завданні, що відтворено співвідношеннями (7.2) і (7.5) з цільовою функцією (7.3), замість x_j розглядається невідома $x'_j = -x_j$, для якої в систему (7.5) вводиться обмеження

$$x'_j = 0. \quad (7.6)$$

Інші завдання математичного програмування — у тому числі і такі, в яких обмеження і цільова функція аналогічні співвідношенням (7.2), (7.3) і (7.5), але введена додаткова вимога рівності перемінних x_1, x_2, \dots, x_n , цілим числам) — відносяться до завдань **нелінійного програмування**.

Лінійне програмування досить широко використовується для моделювання різних виробничих процесів, транспортних і економічних завдань. Розглянемо одне з них — з оптимального планування операційної системи. Головна мета — досягнення максимального прибутку за виготовлення декількох видів продукції з орієнтуванням на наявні обмеження на сировину (тобто кількість одиниць видів сировини суворо регламентована і складає, відповідно, a_1, a_2, \dots, a_m).

Сформулюємо завдання. Нехай з m різних видів сировини виробляється n видів продукції. При цьому на виготовлення одиниці j -го виду продукції витрачається a_{ij} одиниць сировини i -го виду, а прибуток дорівнює P_j грн. З цього виходить, що наявні запаси сировини можуть бути використані для виробництва різних

Його розв'язання уможлиблює визначення операційним менеджером оптимальних обсягів випуску. Далі у процесі обчислень він може виявити ті види продукції, випускати які за цих умов недоцільно, а, можливо, і зробити висновок про зміну номенклатури і навіть вибрати найбільш ефективну альтернативу замінникам.

У процесі рішення таких завдань з великою кількістю перемінних, як правило, використовують спеціальні обчислювальні пакети, наприклад, пакет чисельних методів MERCURY або MathCAD PLUS 8.0 і більш сучасні версії.

Якщо у формалізованій постановці завдання беруть участь лише дві перемінні (наприклад, ресурси розподіляються між двома продуктами), рішення можна знайти більш простим шляхом — графічно.

7.2.2 Подвійні завдання лінійного моделювання

У практиці моделювання виробничих процесів дуже часто те саме завдання визначення екстремума (оптимального рішення) може припускати різні формулювання. Можливість по-різному формулювати завдання зазвичай буває обумовлена відомими співвідношеннями між перемінними завданнями (розв'язуваної ситуації, проблеми). Прикладом може слугувати відповідність між такими перемінними, як собівартість продукції і прибуток, прибуток і витрати виробництва, або у разі вирішення завдань з електротехніки — між напругою і струмом, опором і провідністю тощо. Таким чином коли між двома завданнями лінійного чи нелінійного програмування існують визначені співвідношення, кажуть, що ці завдання **подвійні** одне стосовно іншого. Відомі теореми подвійності точно описують ці співвідношення. У більшості випадків дані теореми мають форму тверджень, що за певних умов завдання мінімізації з обмеженнями пов'язано з

визначеним завданням максимізації таким чином: якщо існує розв’язання однієї проблеми, то існує можливість вирішення й іншої, причому вони збігатимуться. У цих випадках вихідне завдання називають **прямим**, а пов’язану з ним співвідношенням подвійності — **подвійним завданням**.

Зисковість вирішення подвійних завдань очевидна за проведення якісних досліджень завдань лінійного програмування, особливо, коли необхідно досягти не тільки оптимального рішення, але й оцінити вплив на нього змін у параметрах, що представляють собою вихідну інформацію завдань. Проілюструємо суть на наступному прикладі.

Припустимо, що для виготовлення продукції x_1, x_2, \dots, x_n (див. вищенаведений приклад) необхідно закупити ресурси a_1, a_2, \dots, a_m , на які потрібно установити оптимальні ціни — y_1, y_2, \dots, y_m . Природньо, операційний менеджер буде зацікавлений у тому, аби витрати на закупівлю усіх видів ресурсів B , що є в кількостях a_1, a_2, \dots, a_m , були мінімальними:

$$B = a_1 y_1 + a_2 y_2 + \dots + a_m y_m \rightarrow \min. \quad (7.11)$$

Але продавець ресурсів, у свою чергу, зацікавлений в одержанні від продажу ресурсів a_1, a_2, \dots, a_m вищої ціни, який був би не менше суми прибутку, отриманої від переробки цих ресурсів, приміром, на готову продукцію на своєму підприємстві, тобто слід знайти такий набір цін ресурсів (y_1, y_2, \dots, y_m) , який забезпечив би мінімальні витрати (загальні) на ресурси за умови, що сплата за них по кожному виду продукції не менша від прибутку від реалізації цієї продукції.

Вирішити дану ділему операційний менеджер може у такий спосіб. Оскільки питомі витрати по кожному виду ресурсів у процесі виготовлення того чи іншого виду продукції відомі, то хід забезпечення виконання вимог продавця можна представити у вигляді відповідної системи обмежень

$$\begin{aligned} a_{11}y_1 + a_{21}y_2 + \dots + a_{m1}y_m &\geq c_1; \\ a_{12}y_1 + a_{22}y_2 + \dots + a_{m2}y_m &\geq c_1; \\ \dots &\dots \\ a_{13}y_1 + a_{23}y_2 + \dots + a_{m3}y_m &\geq c_m. \end{aligned}$$

До всіх цих вимог варто додати ще одну — незаперечності усіх y , оскільки очевидно, що ціни на сировину не можуть бути негативними показниками

$$y_1 \geq 0, y_2 \geq 0, \dots, y_m \geq 0 \dots$$

Цільова функція, що відбиває мінімальні витрати на сировину, описана залежністю (7.11).

Отже, розглянуті два завдання є взаємно подвійними, з якими операційним менеджером у реальному житті доводиться зустрічатися досить часто.

Примітка. На практиці існує визначена кількість завдань керування, у яких керувальні перемінні можуть бути тільки цілими числами. Наприклад, завдання визначення оптимальної чисельності рухомого складу на маршруті тощо. Тобто в даних випадках обсяг рухомого складу, кількість робочих є тільки цілими числами. А тому такі завдання повинні формулюватися операційним менеджером як для **цілечисленного програмування**. Вирішуватися вони можуть тільки за використання дещо іншого підходу, ніж у попередні рази. Наприклад, задовільні результати за вирішення таких завдань дає використання графічних методів — геометричної інтерпретації завдання лінійного програмування.

7.2.3 Завдання квадратичного програмування

Реальне життя насичене прикладами, коли аналізовані процеси, властивості можуть бути представлені лише квадратичними функціями. Тому завдання оптимізації з лінійними



обмеженнями називають **завданнями квадратичного програмування**, але за умови, якщо їхні цільові функції квадратичні. Причому пряме завдання можна сформулювати так: максимізувати

$$\Phi = ct x + x^m D x \rightarrow \max \quad (7.12)$$

за умови

$$x \geq 0, Ax \leq v. \quad (7.13)$$

Для забезпечення оптимального вирішення варто прийняти, що D — симетрична негативно визначена матриця.

Приклад. Є операційна система керування з дискретним часом. Представимо її наступними рівняннями:

$$\left. \begin{aligned} x &= Ax^0 + Bu \\ y &= Hx^m \end{aligned} \right\} \quad (7.14)$$

де $x^m = (x_1^m, x_2^m, \dots, x_n^m)$;

x^0 — відома вихідна умова;

u — послідовність вхідних сигналів (команд керування).

Тоді

$$u = (u_0, u_1, u_2, \dots, u_{n-1})^T \dots$$

Тут нижні індекси — дискретні моменти часу.

Для спрощення рішень будемо визначати вхідні сигнали як скалярні величини.

Вихідні сигнали операційної системи позначимо через y (рис. 7.9). При цьому «внутрішній стан» системи x описуватиметься рівнянням (7.14).

Постановка завдання: необхідно вибрати таке рівняння u , яке б забезпечувало мінімальне значення функції

$$J = y(Qy) + u(Ru) \rightarrow \min, \quad (7.15)$$

$$Q > 0, R > 0. \quad (7.16)$$



Рис. 7.9 Схема елементарної операційної системи керування

Рішення. Підставивши рівняння (7.14) у вираз (7.15), одержимо

$$\begin{aligned}
 J &= x^m H^m (QHx) + u^m (Ru) = \\
 &= x^0 {}^m A^m H^m (QNAx^0) + 2u^m U_m QNAx^0 + \\
 &\quad + u^m (R + U_m H^m QNB) u.
 \end{aligned} \quad (7.17)$$

Отже, мінімум функції J буде досягнутий за

$$u = -(R + U_m H^m (QNB))^{-1} * U_m H^m (QNAx^0). \quad (7.18)$$

Даний приклад демонструє те, що за використанням математичного апарата — лінійного програмування — можна вирішувати практичні управлінські завдання, якщо вони описуються навіть складними квадратичними функціями.

7.2.4 Симплекс-метод

Операційні менеджери можуть застосовувати його для вирішення завдань лінійного програмування загального типу. Зараз для реалізації симплекс-методу існує достатнє число стандартних програм, використовуваних у сучасних комп'ютерах.

Стандартний вигляд завдання лінійного програмування.

Розглянемо загальний випадок розв'язання завдання лінійного програмування, коли необхідно віднайти n перемінну, що відповідає мінімальному значенню цільової функції і вписується у системи (7.2) і (7.5).



Після ряду перетворень і введення додаткових перемінних $x_{n+1}, x_{n+2}, \dots, x_5$ можна систему нерівностей і цільову функцію (7.3) привести до системи лінійно незалежних рівнянь

$$\begin{aligned} d_{11}x_1 + d_{12}x_2 + \dots + d_{15}x_5 &= B_1; \\ d_{21}x_1 + d_{22}x_2 + \dots + d_{25}x_5 &= B_2; \\ &\dots \\ d_{j1}x_1 + d_{j2}x_2 + \dots + d_{j5}x_5 &= B_j \dots \end{aligned} \quad (7.19)$$

і виразу для цільової функції

$$Z' = c'_1x_1 + c'_2x_2 + \dots + c'_5x_5. \quad (7.20)$$

Для додаткових перемінних вводим обмеження на знак, що записуємо у вигляді

$$x_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, S \dots \quad (7.21)$$

Отже, можна сформулювати нове завдання: знайти перемінні x_1, x_2, \dots, x_n , що відповідають системам обмежень (7.19) і (7.21) і конкретному мінімальному значенню цільової функції (7.20). Обов'язковою приймемо умову, коли будь-яке оптимальне рішення за новим завданням включає значення перемінних x_1, x_2, \dots, x_n — оптимальне вирішення розглянутого завдання лінійного програмування. У даному випадку вважається, що зазначене завдання набуло стандартного вигляду.

Слід зазначити, що цей процес, як правило, збільшує число перемінних і обмежень, однак у багатьох випадках така операція є необхідною.

Послідовність дій за реалізації симплекс-методу з використанням штучного базису для вирішення, приміром, деяких завдань операційного менеджменту, досить добре викладена у спеціальній літературі. Алгоритм розв'язання типового завдання за використання даного методу наведений у підрозділі 7.3 (приклад 2).

7.2.5 Завдання транспортного типу у вирішенні виробничих проблем

Діяльність операційного менеджера передбачає також розгляд широкого кола завдань виробничого й економічного спрямування. Математична постановка і методи розв'язання їх цілком збігаються зі способами вирішення транспортного завдання. Розглянемо деякі сфери, де операційні менеджери можуть повноцінно використовувати їх. Це докладно подається Б. Лисициним [7] і його колегами. Ознайомимося з деякими аспектами з [7].

А. Відкрита модель транспортного завдання. Подамо деякі узагальнення транспортного завдання. Наприклад, наявна кількість продукту перевищує потреби:

$$\sum_{i=1}^m a_i > \sum_{j=1}^n b_j . \quad (7.22)$$

У цьому випадку розглядається відкрита модель транспортного завдання на відміну від закритої. Причому стандартна система рівнянь замінюється нерівністю

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq a_i, i = 1, 2, \dots, m \dots \quad (7.23)$$

Відкрита модель зводиться до закритої, завдяки чому можна застосувати всі методи її, у тому числі і метод потенціалів. Введемо $(n + 1)$ -й фіктивний пункт споживання B_{n+1} , для якого приймаємо

$$B_{n+1} = \sum_{i=1}^m a_i - \sum_{j=1}^n b_j . \quad (7.24)$$

Вартість перевезення з кожного пункту відправлення у фіктивний пункт дорівнюватиме 0.

Будь-який припустимий план вирішення відкритого завдання визначає кількість продукту, що залишається в кожному пункті відправлення. Якщо будемо вважати, що загалом кількість його вивозиться у фіктивний пункт, то одержимо припустиме вирішення закритого завдання. Точно так довільний план замкнутої моделі визначає кількість продукту, що вивозиться у фіктивний пункт із кожного пункту відправлення. Ліквідуємо фіктивний пункт і зазначену кількість вантажу залишимо в пунктах відправлення; у підсумку одержимо відкритий план завдання.

Будь-яка пара відповідних планів відкритого і закритого завдання має однакову вартість, бо вартість перевезення у фіктивний пункт дорівнює 0. Отже, для одержання оптимального плану відкритого завдання необхідно ввести фіктивний пункт призначення, вирішити відповідне закрите завдання, а вантажі, призначені для перевезення у фіктивний пункт, залишити в пунктах відправлення.

Відкрита модель транспортного завдання може бути застосована для обчислення необхідних запасів у пунктах відправлення. Оптимальний план установлює, з яких саме пунктів та який обсяг вантажів доцільно вивозити.

В багатьох випадках виявляється, що кількість продукту, що вивозиться з деяких пунктів відправлення, відповідно до оптимального плану дорівнює 0. Це означає, що використання даних пунктів у транспортній мережі з позицій мінімальної вартості перевезень недоцільне.

Б. Заборона перевезень. Ще одним різновидом транспортного завдання є випадок, коли сумарна потреба перевищує сумарні запаси продукту. Тут вводиться фіктивний пункт відправлення A_{m+1} з обсягом продукту

$$a_{m+1} = \sum_{j=1}^n b_j - \sum_{i=1}^m a_i . \quad (7.25)$$

Вартість перевезень з фіктивного пункту в містя призначення, потреби яких є вищими, встановлюється значно більшою щодо кожної вартості перевезення за розв'язуванням завданням. Таким чином результат складеного в такий спосіб закритого транспортного завдання дає змогу скласти план перевезень, за яким постачання в пункти з пріоритетом на одержання продукту будуть здійснюватися з реальних пунктів відправлення. Оптимальний план вирішення заданого відкритого завдання може бути отриманий як вирішення закритого завдання виключенням перевезень з фіктивного пункту відправлення.

Цей прийом називається «прийомом заборони перевезень», або «блокуванням клітинок».

В. Завдання оптимального закріплення за верстатами операцій по обробці деталей. Умова: підприємство має m видів верстатів, максимальний час роботи яких відповідно складає a_i ($i = 1, 2, \dots, m$) годин. Кожний з них може виконувати n видів операцій. Сумарний час виконання кожної операції відповідно b_j ($j = 1, 2, \dots, n$) годин. Продуктивність i -го верстата за виконання j -ї операції дорівнює c_{ij} деталей за годину.

Потрібно визначити, скільки часу x_{ij} має працювати i -й верстат, виконуючи j -ту операцію ($i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$), щоб обробити максимальну кількість деталей:

$$z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} = \max. \quad (7.26)$$

Завдання зводиться до закритої моделі, якщо всі коефіцієнти c_{ij} помножити на -1 і знайти мінімальне значення виразу (7.26) для цільової функції z .

Г. Завдання вибору. Припускаємо, що є n видів робіт, які варто розподілити між n виконавцями, причому кожний з них має виконувати тільки один вид роботи. Ефективність виконання j -ї роботи i -м виконавцем c_{ij} (за довільних одиниць).

Потрібно окреслити характер розподілу видів робіт між виконавцями таким чином, аби сумарна ефективність була найбільшою. Оскільки число виконавців дорівнює кількості видів робіт і кожний з виконавців може забезпечувати тільки один вид робіт, величини x_{ij} дорівнюють тільки двом значенням: одиниці, якщо i -й виконавець призначається для виконання j -ї роботи, або нулю, якщо i -й виконавець не призначається для виконання j -ї

роботи. Тому $\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1$ $\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1$. За призначення i -ї особи на

j -ту роботу ефект виражається величиною $c_{ij} x_{ij}$.

Дане завдання формулюємо так.

Слід знайти значення x_{ij} , що відповідають рівнянням

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, i = 1, 2, \dots, n; \quad (7.27)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, j = 1, 2, \dots, n,$$

обмеженням на знак $x_{ij} = 0$; $i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, n$ і відповідному максимальному значенню цільової функції

$$z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}. \quad (7.28)$$

Цю умову можна подати у виді, що відповідає закритому транспортному завданню, якщо знайти у разі додержання умов (7.27) і обмежень на знак значення перемінних x_{ij} , що утворять

$$z' = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (-c_{ij}) x_{ij}. \quad (7.29)$$

Д. Завдання розподілу заяв між каналами обслуговування. Таке завдання має саме широке застосування. Нехай існує n типів каналів обслуговування B_j ($j = 1, 2, \dots, n$) і m різних класів A_i заяв ($i = 1, 2, \dots, m$). Вартість обслуговування заяви i -го класу каналом обслуговування j -го типу складає величину c_{ij} . Необхідно знайти оптимальний план обслуговування, що забезпечить мінімальну його вартість.

Величина c_{ij} може являти час обслуговування заяви i -го типу каналом j -го типу. У цьому випадку мета — побудова оптимального плану, що забезпечує мінімальний сумарний час обслуговування. Зазначена модель широко застосовується для оптимальної організації роботи в промисловості, на транспорті, у торговельній мережі, на підприємствах суспільного харчування.

7.2.6 Нелінійне і динамічне програмування в операційному менеджменті

Операційним менеджерам практично досить часто доводиться зустрічатися з завданнями нелінійного програмування, до яких зазвичай відносять завдання виду

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \max \quad (7...30)$$

за обмежень

$$\begin{aligned} p_k(x_1, x_2, \dots, x_n) &= 0; \\ g_j(x_1, x_2, \dots, x_n) &= 0, \end{aligned} \quad (7...31)$$

де $k = 1, 2, \dots, K$ — обмеження – рівності;

$j = 1, 2, \dots, m$ — обмеження – нерівності.

Функції $f(x_i)$, $p_k(x_i)$, $g_j(x_i)$ — це дійсні нелінійні функції дійсних перемінних. При цьому може вирішуватися як завдання максимізації цільової функції, так і її мінімізації, а обмеження можуть бути у формі нерівностей, що містять як знак \leq , так і \geq .

Як один з найбільш простих прикладів завдань нелінійного програмування розглянемо один з різновидів транспортного завдання, коли вартість c_{ij} перевезення вантажу від пункту A_i до пункту B_j залежить від обсягів x_{ij} вантажу, перевезеного за цим маршрутом. Нехай така залежність носить лінійний характер і

$$c_{ij} = k_{ij} x_{ij} + c'_{ij}. \quad (7.32)$$

Тоді загальна вартість перевезення x_{ij} одиниць вантажу від A_i до B_j складає

$$c_{ij} x_{ij} = (k_{ij} x_{ij} + c'_{ij}) x_{ij} = k_{ij} x_{ij}^2 + c'_{ij} x_{ij}, \quad (7.33)$$

а цільова функція

$$z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (k_{ij} x_{ij}^2 + c'_{ij} x_{ij}). \quad (7.34)$$

Обмеження, які у випадку закритого транспортного завдання подаємо системою нерівностей

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad (7.35)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (7.36)$$

Таким чином у даному випадку нелінійність завдання породжена тим, що пошукувані перемінні x_{ij} входять до цільової функції не тільки на першому, але і на другому ступені. За більш складних взаємозв'язків між c_{ij} і x_{ij} вираз для z ускладнюється. У загальному випадку

$$z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \varphi_{ij}(x_{ij}), \quad (7.37)$$

де φ_{ij} — задані нелінійні функції одного аргументу. Це **нелінійний тип транспортного завдання**.

Якщо нелінійні функції пошукаваних перемінних входять не тільки до виразу для цільової функції, але й до обмежень, то процес ще більше ускладнюється. На основі апарата вирішення завдань лінійного програмування в ряді випадків розроблені рішення так званих **класичних завдань оптимізації**, де система обмежень включає тільки рівняння, а умови незаперечності і «цілочисленності» перемінних відсутні, функції ж, що входять в обмеження, як і цільова функція, неперервні і мають похідні, принаймні, до другого порядку включно.

Прикладами завдань, що вимагають використання методів нелінійного програмування, можуть бути вирішення проблем:

- створення бензинових сумішей, де є нелінійне обмеження на октанове число пального;
- підбору інгредієнтів легких олій, де також існує нелінійне обмеження на основні вихідних властивостей продукту;
- керування виробництвом деяких особливих категорій, наприклад, металургійних комбінатів;
- керування виторгом від реалізації продукції;
- визначення рівня страхових запасів і керування ними.

В усіх цих завданнях лінійного і нелінійного програмування розглядалися випадки, коли ні вихідні дані, ні пошукувані величини не залежали від часу. У таких задачах оптимальний план визначається для одного етапу планування; тому вони одержали назву **одноетапних**, або **однокрокових**.

Розглянемо завдання динамічного програмування. **Динамічне програмування** — розділ математичного програмування, у межах якого вивчаються багатокрокові процеси пошуку рішень. У ході реалізації динамічного програмування визначається ряд рішень, що забезпечують оптимальний розвиток усього досліджуваного процесу, що залежить від часу, загалом.

Головна ідея методу динамічного програмування полягає в тому, що пошук точок оптимальних рішень цільової функції багатьох перемінних замінюють багаторазовим пошуком точок екстремуму одної перемінної або невеликого числа їх. Тому процес вирішення багатьох завдань математичного програмування може бути спрощений, якщо розгорнути процес поетапно.

З огляду на зазначене, дамо більш точне формулювання: **динамічне програмування** є поетапним плануванням багатокрокового процесу ухвалення рішення, коли на кожному етапі оптимізують виключно один крок.

Процес економічного розвитку називають **керуванням**, якщо можна впливати на хід його розвитку. **Керування** — сукупність рішень, прийнятих на кожному етапі з урахуванням стану системи і сформульованої кінцевої мети.

У загальному вигляді завдання динамічного програмування може бути подано як: керована система S знаходиться в початковому стані S_0 . Протягом певного проміжку часу стан системи змінюється, наприкінці спостерігається стан S_k . Необхідно так організувати процес функціонування системи, аби заданий чисельний критерій W досяг оптимального значення. Наприклад, до початку розглянутого періоду на автотранспортному підприємстві налічуються визначене число автомобілів, система технічного обслуговування, фінансування, зокрема, фонд заробітної плати тощо. Впродовж заданого проміжку часу потрібно забезпечити максимальний обсяг вантажів, що перевозяться автомобілями підприємства. У разі застосування динамічного програмування заданий проміжок розподіляється на етапи, на кожному з яких передбачається ряд заходів, таких, як своєчасний ремонт автомобілів, заміна зношених машин новими тощо. Планування цих заходів має забезпечити максимальний обсяг перевезень за весь період.

Розглянуті в даному розділі методи математичного програмування не є єдиними й обов'язковими в прийнятті рішень в операційному менеджменті. На сьогоднішній день у спеціальній літературі математичної й економічної спрямованості викладене досить велике число методів, що використовують найрізноманітніші підходи і математичний апарат, що можуть і повинні застосовуватися операційними менеджерами у своїй практичній діяльності.

7.3 Приклади вирішення ситуаційних завдань

Для відпрацювання навичок розв'язання операційних завдань різної проблематики, де є необхідність формалізації через подання математичних операційних моделей, розглянемо ряд умов прикладного плану. Вони стосуються загальних проблем різних видів операційних систем — виробничих, освітніх, банківських, з якими в більшості випадків зустрічаються операційні менеджери у практичній діяльності.

Головним чином всі ці завдання спрямовані на коригування й оптимізацію функціонування операційних систем за окремими показниками з метою підтримки високої ефективності та досягнення максимально можливого прибутку організації.

Приклад 1. Цегельний завод спеціалізується на виготовленні будівельної цегли трьох видів: червона оздоблювальна, біла силікатна звичайна і червона звичайна. Відповідно до звітної документації заводу прибутковість кожного виду продукції складає, грн./тис.шт.:

цегла червона оздоблювальна	240
цегла біла силікатна звичайна	150
цегла червона звичайна	100

Таблиця 7.1

Витрати праці і сировинних ресурсів на кожну тисячу одиниць продукції залежно від її виду

	Цегла червона оздоблювальна	Цегла біла силікатна звичайна	Цегла червона звичайна
Витрати праці, год/тис. шт.			
робітників	1,0	1,0	1,0
службовців	2,0	2,0	6,0
Витрати сировини, т/тис. шт.	1,0	0,4	0,5

Виробничі потужності, структура цегельного заводу і чисельність штату такі, що впродовж робочого дня можна використувати 100 годин праці робітників, 300 годин праці керівників (службовців) і 60 т сировини.

Операційному менеджеру поставлено завдання: визначити для заданих умов, за яких працює виробнича операційна система, оптимальну виробничу програму з подальшою оптимізацією усього виробничого процесу.

Рішення. Цегельний завод вважається виробничою операційною системою, що є центральною ланкою даного підприємства з виробництва цегли. З умов завдання виходить, що входом даної системи є праця робітників і керівників, а також сировина, а виходом — готова продукція (цегла).

Менеджер може вдаватися до операційної моделі, що фактично формалізує функціонування виробничої операційної системи у заданих умовах. Але, перш ніж будувати операційну модель, йому слід визначити параметри ситуаційного завдання, що оптимізується, як перший крок його вирішення.

Для даного прикладу це такі параметри:

x_1 — кількість червоної оздоблювальної цегли, яка щодня випускається, тис. шт.;

x_2 — кількість білої силікатної звичайної цегли, яка щодня випускається, тис. шт.;

x_3 — кількість червоної звичайної цегли, яка щодня випускається, тис. шт.

Другий крок вирішення полягає у складанні якісної моделі ситуаційного завдання. Застосовано словесне послідовне подання всіх основних вимог вирішуваного завдання.

1. Чисельність штату робітників заводу така, що у разі випуску усіх видів цегли протягом робочого дня не може бути використано більше 100 годин їхньої праці.
2. Чисельність штату службовців на заводі така, що за випуску усіх видів цегли протягом робочого дня не може бути використано більше 300 годин управлінської праці.
3. Виробничі потужності цегельного заводу такі, що протягом робочого дня можна використовувати не більше 60 т сировини.

Параметри x_1 , x_2 , x_3 , що оптимізуються мають відповідати перерахованим вимогам, забезпечуючи максимальний сумарний прибуток, що відповідно до вимог завдання визначимо як цільову функцію.

Третій крок вирішення завдання складається в математичному поданні кожної з вимог.

1. Сумарні витрати фізичної праці за умови виробництва трьох видів цегли x_1 , x_2 , x_3 (тис. шт.) не можуть перевищувати 100 годин:

$$1,0 \times x_1 + 1,0 \times x_2 + 1,0 \times x_3 = 100.$$

2. Сумарні витрати управлінської праці за умови виготовлення трьох видів цегли x_1 , x_2 , x_3 (тис. шт.) не можуть перевищувати 300 годин:

$$2,0 \times x_1 + 2,0 \times x_2 + 6,0 \times x_3 = 300.$$

3. Сумарні витрати сировини за умови виготовлення трьох видів цегли x_1 , x_2 , x_3 (тис. шт.) не можуть перевищувати 60 т:

$$1,0 \times x_1 + 0,4 \times x_2 + 0,6 \times x_3 = 60.$$

Відповідно до основної мети ситуаційного завдання будемо формалізувати цільову функцію Φ , що відбиває сумарний прибуток заводу від виробленої продукції:

$$\Phi = 240 \times x_1 + 150 \times x_2 + 100 \times x_3.$$

Для коректності формалізації ситуаційного завдання щодо всіх перерахованих вимог варто включити таку вимогу незаперечності всіх оптимізованих параметрів $x_1 - x_3$, оскільки обсяги виробництва продукції не можуть бути негативними:

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0.$$

Сформалізовано цільова функція Φ и система обмежень складають математичну модель ситуаційного завдання. Дана математична модель формалізує проектне завдання у вигляді завдання математичного програмування — пошук екстремального значення цільової функції Φ серед численності її можливих значень, обумовлених деякими обмеженнями, заданими системою лінійно залежних нерівностей (рівностей):

$$\Phi = 240 \times x_1 + 150 \times x_2 + 100 \times x_3,$$

$$x_1 + x_2 + x_3 = 100,$$

$$2x_1 + 2x_2 + 6x_3 = 300,$$

$$x_1 + 0,4x_2 + 0,5x_3 = 60,$$

$$x_1 = 0, x_2 = 0, x_3 = 0.$$

Розв'язавши систему нерівностей, одержимо наступний результат, що визначає оптимальні параметри виробничої програми виробництва цегли:

- червоної оздоблювальної $x_1 = 29,17$ тис. шт.;
- білої силікатної звичайної $x_2 = 45,83$ тис. шт.;
- червоної звичайної $x_3 = 25$ тис. шт.

Причому прибуток заводу складе $\Phi = 16,3753$ тис. грн.

За умови максимізації цільової функції ($\Phi \rightarrow \max$) підприємство буде виходити лише зі своїх можливостей і зиску, а не з огляду на суспільні потреби у вигляді мінімально необхідної кількості цегли певного виду. Тоді можна вирішувати завдання за допомогою комп'ютера, використавши обчислювальний пакет MERCURY. Одержимо наступне:

- виробництво червоної оздоблювальної цегли $x_1 = 33,3$ тис. шт.;
- виробництво білої силікатної звичайної цегли $x_2 = 66,7$ тис. шт.;
- виробництво червоної звичайної цегли не є рентабельним, тобто $x_3 = 0$.

Цегельний завод матиме максимальний прибуток, що складе $\Phi_{\max} = 17,997$ тис. грн., що на $1,6217$ тис. грн. більше, ніж за оптимального випуску всіх трьох видів цегли, тобто за можливого максимального обліку потреб споживача. Таким чином операційний менеджер, одержавши два крайніх оптимальних рішення ситуаційного завдання, має прийняти найбільш придатну альтернативу для наявної або запроєктованої виробничої операційної системи. У разі його ухвалення операційний менеджер має враховувати, що в цій системі чітко реалізується операційна функція, тобто сукупність дій щодо переробки ресурсів, одержуваних із зовнішнього середовища, і видачі результатів (продукції + послуг) у зовнішнє середовище (дана обставина повинна особливим чином обумовлюватися при підбитті підсумку вирішення ситуаційного завдання такого типу).

Приклад 2. Цегельний завод випускає три види цегли: червона оздоблювальна, біла силікатна звичайна і червона звичайна. Відповідно до звітної документації заводу прибутковість за випуск одиниці продукції складає, грн./шт.:

цегла червона оздоблювальна	10
цегла біла силікатна звичайна	8
цегла червона звичайна	20

Таблиця 7.2

Витрати сировини на виробництво одиниці продукції

	Цегла червона оздоблювальна	Цегла біла силікатна звичайна	Цегла червона звичайна
Витрати сировини на випуск одиниці продукції, одиниць			
<i>A</i>	0,8	1,4	2,0
<i>B</i>	0,6	2,0	1,0
<i>C</i>	2,0	0,42	0,0

Витрати сировинних ресурсів на випуск одиниці продукції залежно від її виду наведені в табл. 7.2.

Таким чином у наявності маються наступні запаси категорій сировини, одиниць: $A = 200$; $B = 100$; $C = 400$.

Операційному менеджеру поставлено завдання: визначити число одиниць продукції зазначених типів, у разі випуску яких заводі забезпечується максимальний прибуток.

Рішення. Вирішення завдання аналогічне попередньому.

Перший крок: виділяємо оптимізаційні параметри

x_1 — обсяг виробленої цегли червоної оздоблювальної, од.;

x_2 — обсяг виробленої цегли білої силікатної звичайної, од.;

x_3 — обсяг виробленої цегли червоної звичайної, од.

Якісна модель ситуаційного завдання подається так:

1. Запаси сировини категорії *A* такі, що у разі виготовлення всіх трьох типів продукції можна використовувати не більше 200 одиниць.
2. Запаси сировини категорії *B* такі, що у разі виготовлення всіх трьох типів продукції можна використовувати не більше 100 одиниць.
3. Запаси сировини категорії *C* такі, що у разі виготовлення всіх трьох типів продукції можна використовувати не більше 400 одиниць.

Математично кожна з вимог подається так:

- 1) сумарні витрати сировини категорії A у разі виготовлення всіх трьох типів продукції x_1, x_2, x_3 (од.) не можуть перевищувати 200 одиниць:

$$0,8 \times x_1 + 1,4 \times x_2 + 2,0 \times x_3 = 200;$$

- 2) сумарні витрати сировини категорії B у разі виготовлення двох видів продукції x_1 і x_3 (од.) не можуть перевищувати 100 одиниць:

$$0,6 \times x_1 + 0 \times x_2 + 2,0 \times x_3 = 100;$$

- 3) сумарні витрати сировини категорії C у разі виготовлення двох видів продукції x_1 і x_2 (од.) не можуть перевищувати 400 одиниць:

$$1,2 \times x_1 + 1,0 \times x_2 + 0 \times x_3 = 400.$$

Накладаємо обмеження на знак — обсяги продукції, що випускається, не можуть бути негативними числами, тобто

$$x_1 = 0, x_2 = 0, x_3 = 0.$$

Цільова функція Φ , що відбиває сумарний прибуток, запишеться як

$$\Phi = 10 \times x_1 + 8 \times x_2 + 20 \times x_3.$$

Таким чином отримана математична модель, що складається з цільової функції і системи обмежень, що формалізує нашу ситуацію (проблему) у вигляді завдання лінійного математично-го програмування:

$$\begin{aligned} \Phi &= 10 \times x_1 + 8 \times x_2 + 20 \times x_3 \rightarrow \max \\ 0,8x_1 + 1,4x_2 + 2x_3 &\leq 200, \\ 0,6x_1 + 2x_3 &= 100, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1,2x_1 + x_2 &= 400, \\ x_1 = 0, x_2 = 0, x_3 &= 0. \end{aligned}$$

Для вирішення завдання лінійного програмування застосуємо симплекс-метод.

Розглянемо цільову функцію $\Phi = -\Phi^*$ і зведемо умову до мінімізації значення перемінної

$$\Phi = -10 \cdot x_1 - 8 \cdot x_2 - 20 \cdot x_3.$$

За допомогою додаткових перемінних x_4, x_5, x_6 , для яких також дотримується вимога незаперечності ($x_4 \geq 0, x_5 \geq 0, x_6 \geq 0$), приведемо завдання до стандартного виду. Для цього обернемо систему нерівностей у канонічну систему рівнянь:

$$\begin{aligned} x_4 + 0,8x_1 + 1,4x_2 + 2x_3 &= 200; \\ x_5 + 0,6x_1 + 2x_3 &= 100; \\ x_6 + 1,2x_1 + x_2 &= 400. \end{aligned}$$

Одержавши канонічну систему рівнянь, усю гаму перемінних $x_1 - x_6$ розподілимо на базисні (x_4, x_5, x_6) і небазисні (x_1, x_2, x_3). Результати даної процедури оформимо у вигляді симплекс-матриці (табл. 7.3).

Таблиця 7.3

Симплекс-таблиця базисних і небазисних перемінних

Базисні перемінні	Вільний член B_j' у правій частині рівняння	Коефіцієнти D_i за небазисних перемінних		
		x_1	x_2	x_3
x_1	200	0,8	1,4	2
x_2	100	0,6	0	2
x_3	400	1,2	1	0
Φ	0	-20	-10	-8

Далі приймаємо, що небазисні перемінні дорівнюють нулю, й одержуємо перше базисне рішення:

$$\begin{aligned}x_1 &= 0, & x_4 &= 200, \\x_2 &= 0, & x_5 &= 100, \\x_3 &= 0, & x_6 &= 400,\end{aligned}$$

яке, мабуть, є опорним і йому відповідає значення цільової функції $\Phi = 0$.

Але, оскільки у виразі $\Phi = -10x_1 - 8x_2 - 20x_3$ є негативні коефіцієнти $(-10; -8; -20)$, то дане опорне рішення не є оптимальним. Таким чином переходимо до другого етапу вирішення завдання, для якого характерне те, що позабазисну перемінну x_3 (коефіцієнт у виразі для Φ — найбільший за модулем) приводимо до базисної.

У стовпці коефіцієнтів при x_3 знаходимо рядок, у якому позитивне відношення вільного члена B_i до коефіцієнта за x_3 є найменшим. Цю умову задовольняє другий рядок:

$$\frac{B_2'}{D_{23}} = \frac{100}{2} = 50.$$

Виходить, коефіцієнт D_{23} і другий рядок приймаємо як такі, що дозволені. Таким чином одержуємо нову симплекс-таблицю (табл. 7.4).

Друге опорне рішення $x_1 = 0; x_2 = 0; x_3 = 50; x_4 = 100; x_5 = 0; x_6 = 400$. Значення цільової функції знизилася до $\Phi = -1000$, однак оптимальне рішення не досягнуте, тому що у вираз для Φ входять два негативних коефіцієнти.

На третьому кроці в базисні переводимо перемінну x_2 , а як такі, що дозволені, приймаємо перший рядок і коефіцієнт a_{12} . Будуємо симплекс-таблицю третього кроку (табл. 7.5).

Таблиця 7.4

Симплекс-таблиця базисних і небазисних перемінних

Базисні перемінні	Вільний член B_1' у правій частині рівняння	Коефіцієнти DI за небазисних перемінних		
		x_1	x_2	x_3
x_1	100	0,2	1,4	-1
x_2	50	0,3	0	0,5
x_3	400	1,2	1	0
Φ	-1000	-4	-8	-10

Одержуємо нове значення $\Phi = -1571,44$, але через те, що коефіцієнт за x_1 у виразі для Φ є негативним (-2,856), реалізуємо четвертий крок симплекс-методу. Симплекс-таблиця четвертого кроку має інший зміст (табл. 7.6).

Для четвертого кроку опорним рішенням є: $x_1 = 166,7$; $x_2 = 47,61$; $x_3 = 0$; $x_4 = 0$; $x_5 = 0$; $x_6 = 152,4$. Оскільки всі перемінні відповідають заданим обмеженням, коефіцієнти при них у виразі для Φ є ненегативними величинами, дане рішення є оптимальним.

Таблиця 7.5

Симплекс-таблиця базисних і небазисних перемінних

Базисні перемінні	Вільний член B_1' у правій частині рівняння	Коефіцієнти DI за небазисних перемінних		
		x_1	x_2	x_3
x_1	71,43	0,1429	0,7143	-1
x_2	50	0,3	0,5	0,5
x_3	328,61	1,057	0,7143	0
Φ	-1571,44	-2,856	5,714	4,286

Таким чином максимальний прибуток $\Phi^* = -\Phi = 2048$ грн. може бути отриманий за випуску 166,7 одиниці продукції першого типу і 47,61 одиниці продукції другого типу (зрозуміло, у разі випуску цегли зазначені цифри округляються до цілого числа).

Відповідно до отриманих результатів ($\Phi = 10 \cdot 166,7 + 8 \times 47,61 \approx 2048$ грн.) випуск цегли червоного звичайного є недоцільним з позицій одержання максимального прибутку ($\Phi > \max$).

З метою реалізації оптимального плану випуску цегли типів x_1 і x_2 виробничу операційну систему необхідно «завантажити» оптимальною кількістю сировини. Тому з погляду раціоналізації вхідного в систему ресурсного потоку в кількісному відношенні операційний менеджер зобов'язаний попередньо обчислити (або скоригувати) потреби в сировині, диференційовано по кожній категорії її.

Потреба в сировині категорії A

$$V_A = 0,8 \times 166,7 + 1,4 \times 47,61 \approx 200 \text{ од.}$$

Потреба в сировині категорії B

$$V_B = 0,6 \times 166,7 \approx 100 \text{ од.}$$

Таблиця 7.6

Симплекс-таблиця базисних і небазисних перемінних

Базисні перемінні	Вільний член B_1' у правій частині рівняння	Коефіцієнти D_1 за небазисних перемінних		
		x_1	x_2	x_3
x_1	47,61	0,4763	0,7143	-0,9525
x_2	166,7	3,333	0	1,667
x_3	152,7	3,523	-0,7143	1,473
Φ	-2048	9,523	5,714	4,047

Потреба в сировині категорії Z_i

$$V_C = 1,2 \times 166,7 + 1 \times 47,61 \approx 247,7 \text{ од.}$$

Аналіз потреби сировини розрахункової і нормативної дає змогу зробити висновок про повне використання сировини категорій A , B та істотних надлишків ($400 - 247,7 = 152,3$ од.) сировини категорії C у випадку реалізації заводом запропонованого оптимального плану.

Примітка. За великого числа перемінних реалізація симплекс-методу для вирішення подібних завдань може бути здійснена лише за допомогою обчислювальної техніки за використання відповідних обчислювальних пакетів.

Приклад 3. Операційному менеджеру варто вибрати ремонтну базу для відновлення технічних об'єктів операційної системи. Завдання вибору ремонтної бази зводиться до наступного.

Методичні рекомендації щодо вирішення завдання

Нехай для технічних об'єктів операційної системи мається раніше встановлена оптимальна періодичність заміни таких, що вийшли з ладу (відпрацьованих) елементів. Необхідно і виявляється можливим робити такі заміни на трьох наявних у регіоні ремонтних базах: A , B чи C . Очевидно, що техніко-економічні показники і якість ремонту при цьому будуть різними. Якщо робити заміну, наприклад, на базі A , збільшаться витрати на транспортування і безпосередньо на ремонт, тому що на даній базі буде доцільне повне розбирання, мийка, очищення елементів об'єкта. Однак у цьому випадку зменшаться витрати на поточне обслуговування і ремонт технічних об'єктів у процесі функ-

ціонування операційної системи внаслідок зменшення кількості відмов, бо кількість відновлених об'єктів на базі A шляхом заміни елементів, що вийшли з ладу, буде вище, ніж на базі B чи C .

У випадку заміни елементів, що вийшли з ладу, на базі B , де повне розбирання об'єкта в більшості випадків не передбачається, витрати будуть меншими, ніж у разі ремонту за умов бази A . Однак витрати на поточне обслуговування і ремонт за наступної експлуатації даних технічних об'єктів будуть більшими внаслідок збільшення інтенсивності відмов їхніх елементів.

Для заміни елементів технічних об'єктів, що вийшли з ладу, операційної системи в умовах бази C характерна менша величина витрат, ніж у разі замін на базі A , але більша, ніж у разі замін за умов бази B . Це пояснюється тим, що у разі ремонту на базі A буде виконуватися трохи більший обсяг робіт, пов'язаних з більш глибоким розбиранням, мийкою, очищенням і контролем. На базі B через більш високий рівень спеціалізації і кращу оснащеність, трудомісткість тих саме робіт буде трохи меншою, ніж у разі виконання їх в умовах бази C . Витрати на поточне обслуговування і ремонт після відновлення технічних об'єктів операційної системи на базі C будуть перевершувати поточні витрати після відновлення на базі A або на базі B в силу більш низької якості ремонту.

Таким чином загальною тенденцією для всіх типів ремонтних баз, де можна замінити елементи, що вийшли з ладу, є така. Зі збільшенням витрат на заміну елементів, що залежать від глибини ремонту, знижуються витрати на поточне обслуговування і ремонт і, навпаки, зі зменшенням витрат на заміну елементів, що вийшли з ладу, витрати на останні зростають. Дана закономірність дає можливість операційному менеджеру розглядати завдання вибору ремонтної бази як оптимізаційне.

Порівняння варіантів організації ремонту може бути виконане за різними показниками щодо:

- витрат на ремонт;
- якості ремонту;
- тривалості простою під час ремонту тощо.

Під час вибору критерію необхідно враховувати, що основна мета застосування того чи іншого варіанта складається у відновленні працездатності технічних об'єктів з мінімальними витратами.

У якості узагальнювального оцінювального показника при порівнянні варіантів найчастіше застосовують наведені витрати: порівняння варіантів організації ремонту і їхня оцінка проводяться за поточними витратами на відновлення і підтримку дієздатності технічних об'єктів, що складаються з витрат на заміну елементів, які вийшли з ладу, і наступні поточні ремонти. Цей показник найбільш повно відбиває міру ефективності прийнятої стратегії ремонту, оскільки враховує якісну сторону ремонту — витрати на поточні ремонти, виконувані після заміни елементів, що вийшли з ладу. У разі оцінювання сумарних витрат на ремонт враховуються також втрати, пов'язані з простоєм під час ремонту за будь-яким варіантом.

Зразковий алгоритм вирішення ситуаційного завдання

Заміну елементів виробів, що вийшли з ладу, можна здійснювати на k -й ремонтній базі.

У даному випадку під ремонтними базами розуміються ремонтні майстерні A , B та C — бази ремонту, включені до аналізу у разі вибору оптимальної організації ремонту.

У тих випадках, коли відомі витрати на профілактичні ремонти із заміною елементів $B_{n,p,ik}$, що вийшли з ладу, і поточні ремонти, пов'язані із $B_{mp,ik}$ з раптовими відмовленнями, то залежно від групи елементів та типу ремонтної бази k , де

здійснюється заміна, критерій оптимального варіанта організації ремонту визначиться за умови

$$B_{N, K} = \min_k \sum_{i=1}^N (B_{n.p.ik} + B_{mp.ik}). \quad (7.38)$$

Визначення витрат на профілактичні ремонти

$B_{n.p.ik}$ за умов на ремонтних базах

Витрати на проведення ремонтів на ремонтних базах складаються з багатьох складових:

- заробітна плата робітників, які виконують заміну елементів, що вийшли з ладу, з нарахуваннями;
- накладні витрати;
- вартість запасних частин;
- втрати від простою з урахуванням часу доставки;
- витрати на транспортування.

Отже, розглянемо складові витрат на заміну технічних елементів, що вийшли з ладу, для будь-якої розглянутої операційної системи.

1. Заробітна плата робітників, що виконують ремонт технічного об'єкта.

1.1. Основна заробітна плата робітників, що здійснюють заміну елементів, що вийшли з ладу (у грн.):

$$B_{ik}^{з.п.о} = \alpha_{1k} \times t_{1k} \times C_{\text{год}}, \quad (7.39)$$

де α_{1k} — коефіцієнт, що враховує зміну трудомісткості залежно від типу ремонтної бази;

t_{1k} — трудомісткість заміни елементів, людино-год.;

$C_{\text{год}}$ — годинна тарифна ставка робітника, що виконує заміну елементів, що вийшли з ладу (у грн.).

1.2. Додаткова заробітна плата робітників (у грн.):

$$B_{ik}^{з.п.д} = \alpha_2 \times B_{ik}^{з.п.о} / 100, \quad (7.40)$$

де α_2 — відсоток від додаткової заробітної плати.

1.3. Нарахування з соціального страхування (у грн.):

$$B_{ik}^c = \alpha_3 (B_{ik}^{з.п.о} + B_{ik}^{з.п.д}) / 100, \quad (7.41)$$

де α_3 — відсоток від нарахувань з соціального страхування від основної і додаткової заробітної плати.

1.4. Повні витрати на заробітну плату робітником (у грн.)

$$B_{1ik} = B_{ik}^{з.п.о} + B_{ik}^{з.п.д} + B_{ik}^c. \quad (7.42)$$

2. Накладні витрати.

Сума накладних витрат (у грн.) визначиться за формулою

$$B_{2ik} = \alpha_4 \times B_{ik}^{з.п.о} / 100, \quad (7.43)$$

де α_4 — відсоток від накладних витрат від основної заробітної плати робітників.

3. Витрати на запасні частини.

Даний вид витрат визначиться (у грн.) як

$$B_{3ik} = C_{з.ч.} \times n_k, \quad (7.44)$$

де $C_{з.ч.}$ — ціна комплекту запасних частин (за ринковим курсом), грн.;

n_k — кількість комплектів запасних частин, необхідних для відновлення працездатності технічного об'єкта, шт.

4. Збитки від простою часу доставки.

У разі розрахунку даного показника слід враховувати, що повні втрати прибутку, пов'язані з простоями підсистеми чи операційної системи в цілому через ремонт її технічного об'єкта, додаються до витрат. Дана складова також має різне значення в залежності від типу ремонтної бази. Під час ремонту на базі A втрати від простою максимальні, а на базі B — мінімальні. Таким чином збитки від простою через ремонт її технічного об'єкта (об'єктів) визначаються залежно від

$$B_{4,ik} = P_{\text{ч}} \times T_{ik}, \quad (7.45)$$

де $P_{\text{ч}}$ — прибуток від функціонування системи за одиницю часу, грн./год.;

T_{ik} — час простою системи через ремонт з урахуванням часу доставки на k -ту ремонтну базу, год.

5. Витрати на транспортування.

Однією зі складових витрат на ремонт є витрати з доставки технічних об'єктів на ремонтну базу. Для поставлених умов у разі ремонту об'єкта на базі C такі витрати відсутні. За ремонту в умовах баз A та B останні визначаються з виразу (у грн.)

$$B_{5,ik} = C_n \times l_n, \quad (7.46)$$

де C_n — вартість транспортування вантажу з покілометрового розрахунку, грн./км;

l_n — відстань перевезення, км.

З огляду на вищенаведені співвідношення структура функцій витрат на ремонт технічних об'єктів операційної системи прийме вигляд:

$$B_{n,p-ik} = B_{1ik} + B_{2ik} + B_{2ik} + B_{4ik} + B_{5ik} = \sum_{j=1}^5 B_{jik} . \quad (7.47)$$

Обчислення витрат на поточні ремонти $B_{mp,ik}$, пов'язані з раптовими відмовами технічних об'єктів операційної системи

Основними чинниками, що впливають на величину витрат $B_{mp,ik}$ у разі поточних ремонтів, є:

- тип ремонтної бази (її оснащеність і спеціалізація), де здійснюється ремонт технічного об'єкта;
- обсяг робіт технічного об'єкта.

1. Тип ремонтної бази.

Відомо, що чим якісніше виконаний ремонт, тим менше витрат на підтримку об'єкта в процесі подальшого його функціонування. Відповідно до методичних вказівок щодо вирішення завдання після ремонту на базі *A* варто очікувати, що витрати $B_{mp,ik}$ будуть мінімальними, бо на даній базі можна досягти більш високої якості ремонту, ніж за умов бази *B* або бази *C*. Тому в операційну математичну модель необхідно ввести коефіцієнт η_1 , що враховує тип ремонтної бази.

2. Напряцювання технічного об'єкта.

Практика показує, що витрати $B_{mp,ik}$ зростають у міру збільшення обсягу робіт. Тому для обліку даного чинника у функцію витрат вводиться коефіцієнт η_2 .

Таким чином з огляду на вищевикладене функція витрат на поточні ремонти технічних об'єктів операційної системи набуває вигляду:

$$B_{тр-ік} = L \times H \times \eta_1 \times \eta_2 / 1000, \quad (7.48)$$

де L — обсяг робіт технічного об'єкта після ремонту на k -й базі (у годинах, одиницях пробігу);

H — норма витрат на поточні ремонти на 1000 од. обсягу робіт, грн.;

η_1 — коефіцієнт, що враховує зміну витрат залежно від типу ремонтної бази;

η_2 — коефіцієнт, що враховує зміну витрат залежно від обсягу робіт.

Остаточний вигляд цільової функції оптимального вибору ремонтної бази:

$$B_{N, K}^* = \min_k \sum_{i=1}^N \left(\sum_{j=1}^5 B_{jik} + L \cdot H \cdot \eta_1 \times \eta_2 / 1000 \right), \quad (7.49)$$

де N — кількість заміненних груп елементів, що вийшли з ладу.

Вихідні дані для вирішення даного ситуаційного завдання зведені у табл. 7.7.

Питання для самоконтролю

1. Для рішення яких задач операційний менеджер може використовувати такий метод, як «дерево рішень»?
2. У чому суть постановки задачі лінійного програмування?
3. Для рішення яких завдань використовується лінійне програмування?
4. Які задачі називають задачами квадратичного програмування?
5. Задача динамічного програмування в операційному менеджменті.



Таблиця 7.7

Вихідні дані для вирішення завдання

Варіант 1, ..., М																
Тип бази	α_1	α_2	α_3	α_4	t	$C_{ч}$	$C_{з.ч}$	$n_{к}$	$P_{ч}$	T	$C_{п}$	I_n	L	H	η_1	η_2
<i>A</i>	
<i>B</i>
<i>C</i>			

Завдання для самостійної підготовки до практичних занять

Завдання 7.1

Керівництво компанії «ZZZ», що виготовляє товари народного споживання, аналізує питання стосовно розширення виробничої потужності. Для реалізації даної ідеї компанія має в арсеналі можливі варіанти:

- «нічого не робити», тобто не приймати ніяких зусиль до збільшення виробничих потужностей для випуску додатково продукції;
- «будувати міні-завод»;
- «будувати завод середньої потужності»;
- «будувати великий завод».

Нове підприємство (завод) буде виготовляти нові типи продукції. Поточний потенціал або можливості ринку для цього товару невідомі.

У разі проектування великого заводу за сприятливого ринку прибуток прогнозно дорівнюватиме 120 тис дол. З іншого боку, великий завод буде «давати» 90 тис. дол. збитку за умов несприятливого ринку. У випадку будівництва середнього заводу прибуток сягатиме 70 тис дол. за сприятливого ринку, а за несприятливого ринку матиме збиток у 22 тис дол.

Якщо проектувати малий міні-завод, то за сприятливого ринку прогнозуємий прибуток складе 40 тис дол., а за умови несприятливого ринку компанія одержить збитки орієнтовно 8,5 тис дол.

За здійснення альтернативного варіанта «нічого не робити» компанія не понесе ніяких збитків, але і додаткового прибутку компанія не отримає.

Тривалі дослідження ринку за період 2000–2005 років довели, що імовірність споживання продукції (сприятливий ринок) має тенденцію зростання:

$$2000 - p_1 = 0,31,$$

$$2001 - p_2 = 0,34,$$

$$2002 - p_3 = 0,32,$$

$$2003 - p_4 = 0,38,$$

$$2004 - p_5 = 0,37,$$

$$2005 - p_6 = 0,39.$$

Операційному менеджеріві слід підготувати керівництву рішення щодо реальних можливостей розширення потужностей по випуску продукції на 2007–2010 роки.

Список літератури

1. *Аоки М.* Введение в методы оптимизации: Пер. с англ. — М.: Наука, 1977. — 344 с.
2. *Грешиллов А. А.* Как принять наилучшее решение в реальных условиях. — М.: Радио и связь, 1991. — 320 с.
3. Исследование операций в экономике: Уч. пособие / Под ред. Н. Ш. Кремера. — М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997. — 407 с.
4. *Корн Г., Корн Т.* Справочник по математике для научных работников и инженеров. Определения, теоремы, формулы: Пер. с англ.— М.: Наука, 1984. — 831 с.
5. *Кофман А., Дебазей Г.* Сетевые методы планирования и их применение: Пер. с франц. — М.: Прогресс, 1968. — 182 с.
6. *Пугачев В. С.* Теория вероятностей и математическая статистика. — М.: Наука, 1979. — 496 с.
7. Решение инженерных и экономических задач на ЭВМ / Б. М. Лисицын, В. М. Антоненко, Е. С. Величко и др. — К.: Высшая школа, 1984. — 248 с.
8. *Фролов А. А., Муравьев И. П.* Нейронные модели ассоциативной памяти. — М.: Наука, 1987. — 166 с.
9. *Эддоус М., Стенсфилд Р.* Методы принятия решений. — М.: Аудит, ЮНИТИ, 1997. — 590 с.
10. *Keyfitz N.* Applied Mathematical Demography. Wiley, N.Y, 1977. — 312 p.
11. *Ruch B. C., Bracker J., McCormick G.P.* A nonlinear programming model for launch vehicle design and costing. Op. Res., 15. — 1967. — P. 185–210.

Розділ 8

СИТУАЦІЙНЕ НАВЧАННЯ ПРИ ВИКЛАДАННІ ДИСЦИПЛІНИ ОПЕРАЦІЙНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ

*Заставити людину думати —
це значить зробити для неї значно
більше, чим надати йому визначеною
кількістю інструкцій.*

Ч. Беббедж

Ключові терміни поняття: методика, ситуаційне навчання, семінар, підготовка, ситуація, аналіз, ситуаційне завдання, алгоритм рішення, рівень забезпечення заняття

8.1 Загальна методика ситуаційного навчання

У практиці навчальних закладів ситуаційне навчання на сучасному етапі повинне мати переважające значення. Полягає цей вид навчання в рішенні ситуаційних завдань, які є інструментарієм, що значно полегшує і якісно поліпшує обмін ідеями серед студентів у ході заняття.

Розгляд ситуаційних завдань при вивченні дисципліни «Операційний менеджмент» має спрямоване змістовне навантаження в системі завдань навчання фахівця-керівника. Для підвищення ефективності навчального процесу рішення ситуаційних завдань рекомендується проводити у два етапи. На першому етапі варто організувати семінари по розгляду ситуації в діалоговому режимі, де учасниками є викладач і студент або відразу група студентів. Другий етап повинен бути присвячений організації практичного заняття, де студент або група студентів будуть на основі моделювання ситуації розробляти операційну модель і вирішувати завдання в кількісному плані, варіюючи заданими конкретними цифрами.

8.2 Ситуаційні семінари

Основною метою семінарів, побудованих на розборі ситуаційних завдань, є освоєння правил й одержання навичок ведення професійної дискусії. Дискусія, суперечки сприяють одержанню прийнятних рішень проблеми. Крім того, той кого навчають, приймає активну (а не пасивне) участь у зіставленні різних альтернатив, їх аналізі й дослідженні. Такий підхід дозволяє досягти більш точного й повного розуміння проблеми.

Ситуаційні задачі, що моделюються, базуються, як правило, на реальній інформації внутрішнього і зовнішнього середо-

вищ. У ситуаційних задачах використовуються умовні назви об'єктів (процесів, систем тощо), а фактичні дані — вхідна інформація — корегуються. З метою підвищення ефективності проведення семінару інформаційний блок із ситуації, що моделюється, надається студентам у дещо згорнутій формі, більш зручній для ведення дискусій і обговорення окремих, найбільш важливих моментів проблеми. При цьому не виключається можливість надання в ході дискусії чи обговорення додаткової інформації, що стосується окремих фактів чи відомостей про об'єкт (процес, систему і т. п.), які в міру розв'язання ситуації будуть необхідні для прийняття або вироблення найбільш прийнятної альтернативи.

У процесі рішення проблеми учасники семінару не повинні бути обмежені вимогами попередніх рішень і рекомендацій осіб, що займалися даною або аналогічною проблемою раніше. Хоча й не виключається прийняття цієї інформації як корисної.

Основною метою ситуаційних семінарів є алгоритмізація процесу рішення основних досліджуваних питань: «Чому ...?» та «Як ...?». Дискусія не означає обов'язковості однієї відповіді на питання: «Оптимальним або неоптимальним було ухвалене рішення?» Таку оцінку повинен зробити самостійно кожен учасник дискусії.

Ситуації (проблеми), що моделюються, найчастіше включають дані, на перший погляд, несуттєві або прямо не стосовні до розв'язуваних питань. Тут слід зазначити дуже важливий для операційного менеджера момент: вибір найбільш кращих альтернатив і прийняття по них остаточних рішень провадиться як би в реальних умовах. Останнє багато в чому залежить від уміння фільтрувати інформацію й адекватно розпізнавати ситуацію. При цьому не слід забувати, що інші учасники семінару можуть не погоджуватися з таким розумінням «не стосовних до справи» фактів. Але саме в цих розходженнях, що виявляються в ході

дискусії, в оцінках і підходах й укладається цінність проведення ситуаційних семінарів.

У процесі розбору ситуації учасник дискусії має можливість самостійно робити висновки й приймати рішення так само, як й у процесі своєї реальної майбутньої професійної діяльності. Особливістю такого роду семінарів є те, що при підведенні підсумків не провадиться оцінка того, наскільки правильно було ухвалене рішення, а приводиться лише варіант рішення змодельованої ситуації (проблеми) у реальному масштабі часу та простору. Уже на основі представленого викладачем семінару рішення учасники роблять самостійно аналіз правомірності й корисності прийнятих ними рішень. Інакше кажучи, провадиться самоаналіз та самооцінка ухвалених рішень. Усвідомлення своїх помилок, самооцінка своїх можливостей у цьому випадку повинна породжувати потребу учасників семінару в додатковому, більш глибокому відпрацюванні основних питань при опорному навчанні та самостійному закріпленні даного матеріалу, а також у процесі підготовки до заліку або іспиту.

8.3 Рекомендований алгоритм підготовки учасника семінару до аналізу ситуації

У практиці прийняття рішень не можна дати або передбачити жодного рецепту для усіх можливих випадків діяльності операційного менеджера, хоча з рішення великої гами задач існують ті чи інші загальні рекомендації, які мають характер деякого загального алгоритму.

Для випадку розбору і аналізу ситуацій, що виникають у реальних умовах, рекомендується так званий лінійний алгоритм. Цей алгоритм відображає хід аналізу, що складається з ланцюжка послідовних дій, в якому кожна дія залежить від результату по-

передньої, але не залежить від результатів наступних дій. Отже, вказане вище можна представити у вигляді фрагменту алгоритму на рис. 8.1.

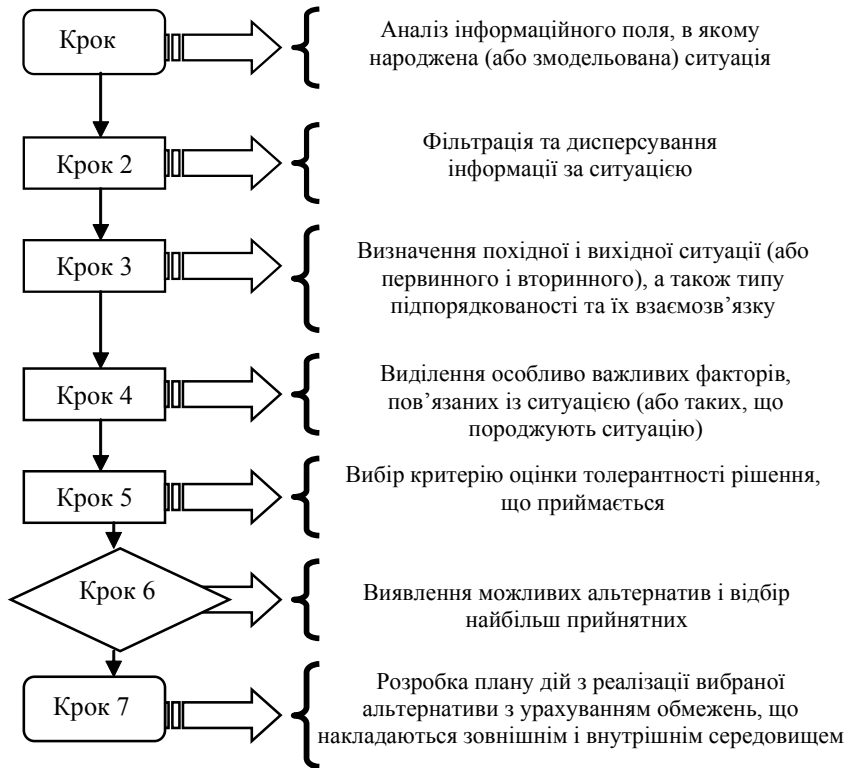


Рис. 8.1. Фрагмент підготовки студента до аналізу ситуації

У процесі аналізу ситуації студент — майбутній операційний менеджер повинен постійно знаходитись у режимі самокорекції. Самокорекція полягає в тому, що студент (нехай він пра-

цює в активному або пасивному режимі) на рівні підсвідомості постійно корегує себе набором наступних тестових запитань: «Чи все я врахував?», «Чи правильно я вибрав...?», «Чи правильна моя думка?», «Чи слід враховувати думки інших?», «Чи не надто пасивна моя позиція?», «А чи правильно я уявляю наслідки прийнятого рішення?», «Чи життєвим є моє рішення?» і т. д.

По закінченні семінарського заняття на етапі розбору конкретних ситуацій кожен студент – учасник семінару повинен спробувати виділити новації в розв’язуваній проблемі, основні висновки з проблеми та їх практичну цінність на випадок використання у реальному житті.

Процес проведення семінару в найбільш зручній його послідовності зображений на рис. 8.2.

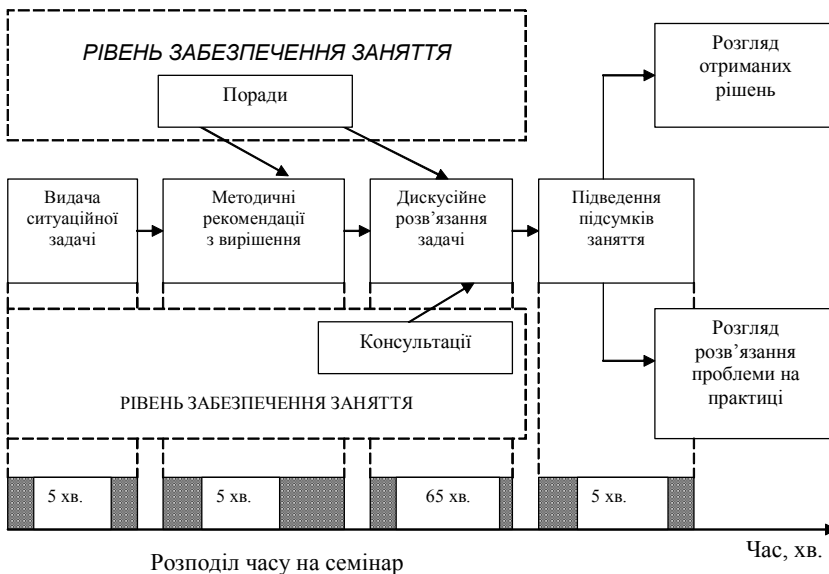


Рис. 8.2 Процес проведення семінару
(у розрахунку тривалості заняття 80 хв.)

8.4 Практичні заняття по рішенняю ситуаційних завдань

Продовженням ситуаційних семінарів є проведення практичних занять із розв'язуванням ситуаційних задач, де використовуються реальні цифри реальних підприємств, фірм, компаній в умовах нестабільного зовнішнього середовища.

Розв'язування ситуаційної задачі полягає у визначенні зв'язків між тими чи іншими процесами і явищами, створенні математичного апарату, що дозволяє виразити кількісно і якісно зв'язок між фізичними величинами і факторами, які цікавлять операційного менеджера і впливають на кінцевий результат. Звичайно їх виявляється настільки багато, що ввести у рішення всю їх сукупність не вдається. Тому в процесі побудови математичної моделі перед операційним менеджером постає задача з виявлення і виключення з розгляду факторів, що несуттєво впливають на кінцевий результат. І це закономірно, оскільки математична модель звичайно включає значно меншу кількість факторів, ніж у реальній дійсності.

На основі вивчення інформаційного поля, сформованого зовнішніми і внутрішніми тенденціями розвитку ринку і фірми (підприємства, компанії), операційний менеджер висуває гіпотезу про зв'язок між величинами, що виражають кінцевий результат, і факторами, введеними в математичну модель. Такий зв'язок може бути формалізований або цільовою функцією і системою обмежень, записаних математично (а це задача математичного програмування), або системами диференційних рівнянь у часткових похідних (наприклад, у задачах теорії фільтрації та ін.).

Кінцевою метою розв'язання ситуаційної задачі, що розглядається на практичному занятті, як впливає з вищеописаного, є побудова так званої операційної математичної моделі (сукупності алгоритмів, що описують функціональні властивості проектова-

ного об'єкта, процесу, системи), рішення якої з необхідною чи бажаною точністю виражає результати, які цікавлять операційного менеджера.

Треба ще раз відзначити, що на практичних заняттях за рішенням ситуаційних завдань студентам варто прищепити навички, а краще, навчити мистецтва побудови операційних математичних моделей оптимізаційних завдань з управління операціями, процесами, системами і т. п. Побудова моделі допомагає в реальній дійсності студентам — майбутнім менеджерам (у т. ч. й операційним) — звести складні і часом непереборні фактори, пов'язані із проблемою ухвалення рішення в логічно струнку схему, доступну для детального аналізу. Побудована операційна математична модель відкриває широкі можливості для студента (а в майбутньому грамотного менеджера) по виявленню найбільш кращої альтернативи рішення ситуаційного завдання й оперативної оцінки результатів, до яких вони приводять. При цьому надається можливість визначення раціонального спектра даних, необхідних для оцінки й пророблення всіх наявних альтернатив позитивного дозволу ситуації. А це є нагальною потребою й однією з умов, що забезпечують фахівцеві (а на даному етапі — студенту) одержання вагомо об'рунтованих висновків.

Навчання навичкам створення моделей реальних бізнес-проектів й об'єктів керування є квінтесенцією в підготовці операційних менеджерів для рішення широкого спектра завдань менеджменту.

8.5 Рекомендований алгоритм рішення ситуаційних завдань

На занятті кожному студентові (як менеджерові) пропонується ситуаційне завдання. При цьому звертається особлива увага

на новизну й незвичність проблеми, що виникла, і яку повинен вирішити учень. Припустимо, що студент за період свого навчання вперше зіштовхується з необхідністю рішення такого нового завдання. Задовільної відповіді на питання «Як це зробити?» у доступній йому літературі одержати не вдається. Тоді для успішного рішення виниклої проблемної ситуації він повинен неминуче виявити необхідні якості дослідника, теоретичні знання по вищій математиці й економічних дисциплінах, а також наявний практичний досвід. У кожного може бути свій підхід до рішення завдання. Однак деякі рекомендації загального характеру можна дати у вигляді циклічного алгоритму (рис. 8.3), суть якого складається в можливості вибору альтернативи після одержання результатів (скажемо, не зовсім бажаних) на одному із етапів повернення до одного із попередніх кроків. При цьому зустрічаються випадки, коли дві або декілька «петель» зворотного зв'язку охоплюють одна одну. Тут треба студентам звернути увагу на існуючу небезпеку при рішенні ситуаційних управлінських завдань — це можливість «зациклення». Тобто виникає так зване «порочне коло», з якого не вдається вибратися інакше, як змінивши структуру ситуаційного завдання. У таких випадках студент має можливість звернутися до викладача (або консультанта) за допомогою.

Відповідно до запропонованого алгоритму (рис. 8.3) студент на кроці рішення формалізованого завдання, якщо буде потреба, може скорегувати математичну модель на рівні якісної моделі (крок 3) або математичного опису (крок 6), тобто використати варіант повернення «а» або варіант «б».

При проведенні практичного заняття варто звернути увагу студентів на розробку або вибір ефективного методу рішення формалізованого ситуаційного завдання (крок 7). Метод повинен бути зручним для його реалізації на комп'ютерній техніці й забезпечувати необхідну якість рішення (у багатьох випадках

через неможливість одержання точного рішення або громіздкості розрахунків доводиться застосовувати наближені методи).

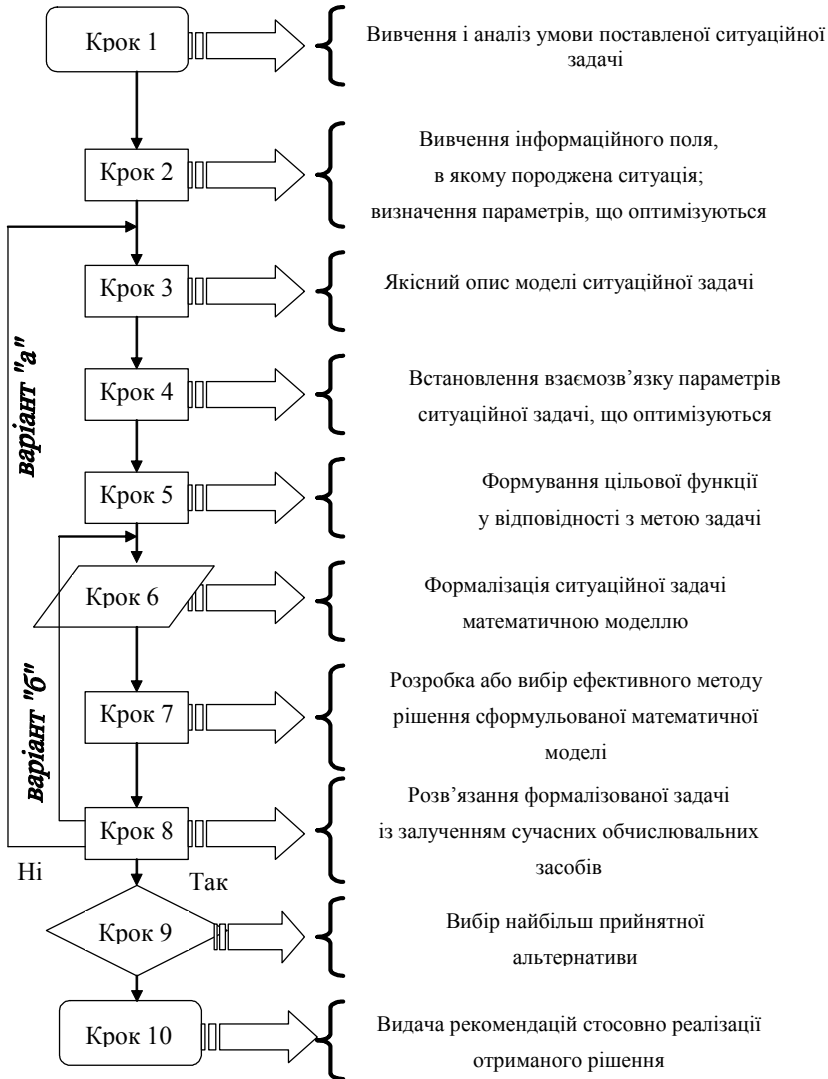


Рис. 8.3 Алгоритм розв'язання ситуаційних задач

Проведення практичних занять по рішеннях ситуаційних завдань повинне бути орієнтоване на спеціалізовані комп'ютерні класи. Застосування електронної обчислювальної техніки в процесі рішення завдання розширює професійні можливості учнів у кількісному і якісному аспектах, які залежать від ступеня ефективності використання комп'ютера.

Ефективний режим використання комп'ютерної техніки в цьому випадку полягає в тому, що учень безупинно пов'язаний з комп'ютером, і в діалоговому режимі може задавати питання й одержувати відповіді на них у звичній йому термінології, стежити за ходом рішення даного завдання, вчасно втручатися, змінювати або уточнювати його ще до одержання кінцевого результату.

При підведенні підсумків практичного заняття за рішенням ситуаційних завдань насамперед даються оцінки правильності підходу до побудови операційної моделі й правильності запропонованого рішення.

Процес проведення практичного заняття в найбільш зручній його послідовності представлений на рис. 8.4.

При розв'язанні формалізованої задачі на комп'ютері слід використовувати такий рівень забезпечення, як спеціалізовані обчислювальні пакети. Сучасні програмні засоби надають користувачу великий арсенал різноманітних обчислювальних пакетів. У даному випадку можна рекомендувати пакет числових методів для MS-DOS і обчислювальну систему, яка працює в середовищі Windows.

Пакет числових методів MERCURY — це проблемно-орієнтований програмний пакет, який працює в середовищі MS-DOS і призначений для розв'язування різноманітних прикладних обчислювальних задач, таких як розв'язання систем лінійних і нелінійних алгебраїчних рівнянь, оптимізація функцій, аналіз властивостей функцій за допомогою графіків і т. д.

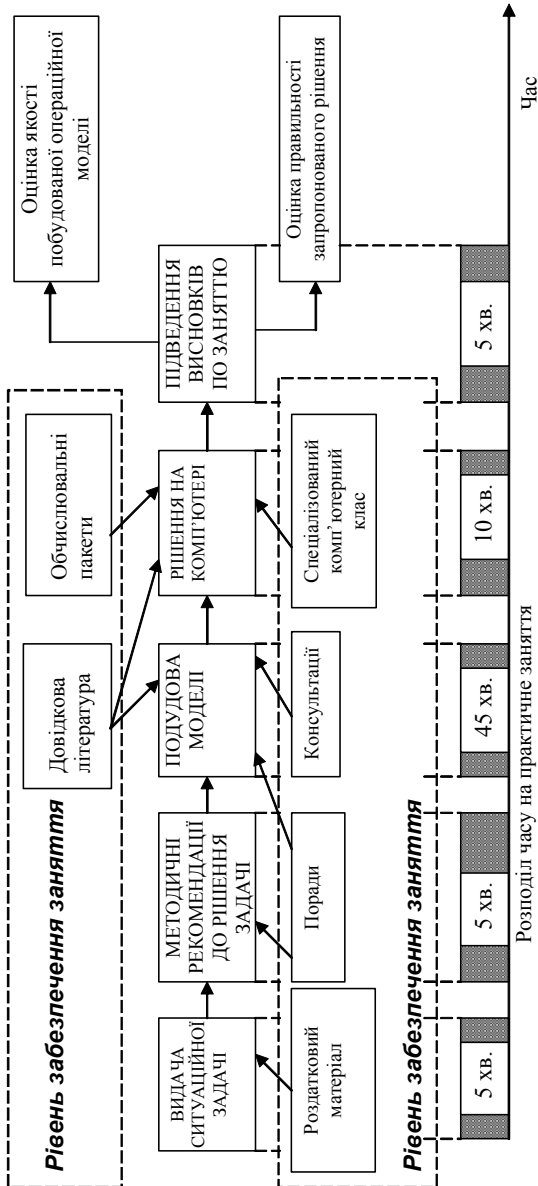


Рис. 8.4 Процес проведення практичного заняття (у розрахунку тривалості заняття 80 хв)

Інтегрована система MERCURY цілком справляється з відносно не важкими за розмірністю задачами, хоча і має певні обмеження по обсягу інформації, яка вводиться. Однак при розв'язанні простих обчислювальних задач вона цілком «боездатна» і має ряд переваг: простота експлуатації, невеликий необхідний обсяг пам'яті (вся система легко поміщається на одній дискеті).

Можна рекомендувати до використання також математичну систему MathCAD PLUS 8.0 і пізніші версії за умови роботи на персональних комп'ютерах з ОЗУ не менше 64 Мбайт. Тут можна задавати формульні, текстові і графічні блоки, визначати змінні і функції користувача. Можливі обчислення як елементарних, так і спеціальних математичних функцій, статистичні й економічні розрахунки будь-якої складності.

Завдання для самостійної підготовки до ситуаційного семінару

Завдання 8.1

В Угорщині економіка централізованого планування здійснювалася понад 50 років. При цьому велика частина економічної діяльності в країні контролювалася урядом. Усе це привело до того, що до 90-х років минулого століття комерційні і промислові організації стали неефективними, застарілими і все сильніше відставали від конкурентів з інших країн.

На початку 90-х рр. XX століття в країні почали проводити політичні й економічні реформи з метою передати більшість підприємств у приватний сектор. Транспорт, у колишні роки строго контрольований владою, був в основному приватизований, а його діяльність більше не знаходилася під контролем держави.

Янош Шендор постарався скористатися новою ситуацією і створив транспортну компанію. Він придбав сховище (склад) з усією інфраструктурою і запланував переробити його в сучасну конкурентну організацію. Однак відразу ж зіштовхнувся з низкою серйозних проблем. Його потужності занепадали, автомобілі «розвалювалися на частини», співробітників було занадто багато, а прийоми їхньої роботи застаріли і були нефективними. У минулі роки сховище було задіяно у торгівлі з країнами колишнього Радянського блоку і тепер назріла проблема пошуку інших торговельних партнерів на Заході.

У 1997 році Янош домігся деякого прогресу і став отримувати від свого бізнесу прибуток внаслідок різко зрослої торгівлі між Угорщиною і країнами Європейського союзу. Він модернізував своє сховище, змінив транспортні засоби і «поліпшив» персонал. На початку 2001 року він планував створити новий склад поблизу австрійської границі, щоб імпортувати споживчі товари й експортувати сільськогосподарську продукцію. Однак конкуренція з іншими транспортними компаніями постійно зростала, а європейські промисловці увесь час упроваджували нові ідеї. Тому Янош планував, що його новий склад стане відігравати ведучу роль і допоможе його компанії в цій конкуренції. Він хотів, щоб операції на складі здійснювалися так, щоб створювалася явна перевага над конкурентами.

Проблема, з якою зіштовхнувся Янош, типова: він не знає точно, що готує для нього майбутнє. Він читав звіти, де висловлюється припущення, що склади майбутнього будуть в основному характеризуватися:

- більш високим рівнем обслуговування, що забезпечить повне задоволення замовників;
- концентрацією операцій у меншому числі логістичних центрів;
- скороченням запасів у результаті поліпшення матеріального потоку;

- безпаперовими трансакціями в електронному виді;
- гнучкістю, що дозволяє здійснювати персоніфіковані операції;
- перевідправленням;
- керуванням складуванням третьою стороною;
- автоматизацією переміщення матеріалів;
- більш професійно підготовленим персоналом, здатним виконувати нові операції.

Питання до ситуації

1. Як ви думаєте, в якій мірі економічні умови, що змінилися в Угорщині, вплинули на виконання операцій по торговельних угодах з партнерами?
2. Відпрацюйте пропозиції, що необхідно зробити Яношу в його новому складі, який тип операцій слід йому запропонувати до реалізації? Які переваги цих операцій? Чи здатні вони підсилити конкурентну перевагу бізнесу Яноша?
3. Розробіть операційну стратегію для Яноша з урахуванням майбутнього розвитку складської логістики та нинішніх ринкових відносин в Угорщині.

Завдання 8.2

Австрійська компанія Ed's Drive-through Bottle Shop досить тривалий час працює на ринку. Основний вид її діяльності - продажі алкогольних напоїв через свій магазин у місті Брісбені. За оцінками менеджерів бізнес по продажам має позитивну динаміку зростання, продукція магазину користується попитом. Щоб купити дешеві напої, клієнти згодні дуже часто чекати в черзі, поки їх обслужать. Але в «пікові моменти» деяких покупців очікування в черзі не задовольняє і вони покидають магазин без покупки. Менеджер оцінює цю ситуацію як втрачений прибуток. Але, що можна зробити, якщо планування магазину не сприяє швидкому обслуговуванню клієнтів?

Магазин сплановано так, щоб при обслуговуванні «покупців на колесах» черга автомобілів проїжджала мимо вікон обслуговування. Невиключно, що покупці можуть припаркувати свої автомобілі і зайти в магазин, але тільки це робить незначна їх кількість. Таким чином, щоб скоротити затримку в обслуговуванні клієнтів, необхідно мати більше число вікон обслуговування, які працювали б одночасно. Але ділянка на якій розташовано магазин довга і водночас вузька, що затруднює запровадження паралельних під'їздів.

Менеджер, маючи це на увазі, вирішив проаналізувати ряд можливостей покращення роботи магазину. Наприклад, це може бути розподіл зони обслуговування на декілька дільниць. Для цього менеджер отримав інформацію по тривалості виконання різних операцій. Далі, використовуючи електронні таблиці, він розпочав моделювати можливі варіанти покращення обслуговування клієнтів магазину.

У таблиці 8.1 показана ідея підходу менеджера до вирішення поставленої задачі. Тут показано варіант, коли обслуговуванням клієнтів зайнято три співробітника. Перший із них — А, приймає замовлення у покупця; другий — В, займається підрахунком і прийняттям оплати за товар; третій — С — видає товар.

У наведеній таблиці аналізуються 10 покупців, котрі проходять по всьому ланцюгу процесу обслуговування. Тут визначається час на кожний вид діяльності і показується, яка частина процесу обслуговування завершується за достатньо короткий термін часу.

Біля магазину знаходиться ділянка безтарного зберігання продукції. Значну частину замовлених товарів до магазину доставляють вісім оптових постачальників. Доставка здійснюється один раз на тиждень. Інколи запаси товару споживаються доволі повільно, і тоді менеджер домовляється про скорочення поставок.

Крім оптових постачальників з магазином працюють 20 «мілких» постачальників продукції, які в основному роблять поставки коли в цьому є велика необхідність.

Загалом для управління процесом замовлень і поставок менеджер завжди користується замовленням стандартного розміру, який визначено раніше для кожного постачальника. Кожен тиждень він отримує замовлення стандартних розмірів і коригує їх, якщо попит змінюється нестандартно або якщо прогнозуються якісь особливі події, свята чи спортивні заходи. Після цього він по факсу передає замовлення постачальникам; рахунки-фактури доставляються йому разом з продукцією.

Питання до ситуації

1. Опишіть детально всі операції, що виконуються співробітниками магазину.
2. Проаналізувавши роботу магазину, знайдіть вузькі місця для подальшого удосконалення і зменшення затримок в обслуговуванні клієнтів.

Список літератури

1. *Сумець О. М.* Ситуаційне навчання — нагальна потреба вищих військових навчальних закладів // Зб. наукових праць. — Вип. 1(1). — Х.: Військ. ін-т ВВ МВС України, 2003. — С. 32-36.
2. *Уотерс Д.* Логистика. Управление цепью поставок: Пер. с англ. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. — С. 320 — 322.
3. *Яременко О. Л., Сумець А. М.* Операционный менеджмент. — Х.: Фолио, 2002. — С.236 — 263.

Висновки

Необхідність у систематизованому викладі сучасних підходів і методів до керування операціями є очевидною. Працювати за умов ринку означає не тільки задоволення споживача, але ще й раціональну організацію технологічних процесів, досягнення необхідних результатів таким чином, аби максимально використувати різноманітні внутрішні ресурси і можливості.

Ув'язування в єдине ціле основних чинників і аспектів діяльності підприємства — фінансових, організаційних, ринкових, технологічних — передбачає, що цей процес здійснюється на потужній базі раціонального керування операціями.

Курс «Операційного менеджменту» націлений на придбання знань і навичок побудови керувальних систем, що забезпечують виконання необхідних дій і процедур для одержання ринкового результату діяльності фірми. Ринкова доля вибору може будуватися тільки за чіткого професійного врахування об'єктивних обмежень, критеріїв і стандартів. Оптимальні операційні рішення потребують від керівника пошуку умов рівноваги усередині виробничої системи, що розвивається.

Операційний менеджмент є результиуючим у циклі економічних дисциплін, оскільки будь-яка фірма — органічна цілісна система, тому керування операціями має забезпечувати інтегративні та координувальні ефекти, тобто внаслідок операційного менеджменту фірма повинна поводитися як єдине ціле. У той же час критерій ефективності керування слід обов'язково порівнювати зі стратегією бізнесу фірми, що не зводиться до поточної ефективності. Тому менеджеру-практику потрібно завжди доходити до виваженого компромісу між поточними і стратегічними цілями.

Генезис сучасних операційних моделей бере початок в індустріальній системі. Це відбито не тільки в кількісній перевазі індустріальних підходів і методик операційного менеджменту, але й у тому, що промислові технології і сьогодні є одним з основних постачальників модифікованих чи принципово нових управлінських підходів. У той же час не можна не помітити, що промислове лідерство поступово поступається місцем іншим галузям і сферам економіки. Тому розуміння необхідності керування операціями в різних сферах діяльності є ще одним важливим моментом підготовки сучасних менеджерів.

Сучасний менеджмент організації передбачає керування всіма її елементами і підсистемами, їхньою різнобічною діяльністю, що поєднає операційна функція. Тому операційний менеджмент покликаний забезпечити ефективно і узгоджене ведення діяльності будь-якої високоорганізованої системи. Такий результат і є уособленням мистецтва керування, його науковості, якості й ефективності.

Операційний менеджмент — не тільки визначена система керування операціями, у параметрах і показниках якої він відображається. У його змісті — характер і особливості професійного мислення менеджера. Це свого роду структура знань, введена в конкретну систему цінностей, установок, стереотипів, що

поєднують накопичені дослідницький потенціал і практичний досвід, сформоване світовідчуття і перспективне мислення.

Сучасне керування операціями в економіці України, крім всього іншого, має потребу в операційних менеджерах, які б мали спеціальну підготовку і виразно спрямований набір особистісних якостей. Вони повинні бути готові до роботи як у період нормального функціонування системи, так і за екстремальних умов кризових ситуацій, банкрутства тощо. Підготовка таких фахівців вимагає нових підходів у технології й організації навчального процесу. А для цього потребується відповідне методичне забезпечення у виді навчальної і довідкової допомоги з теорії і практики операційного менеджменту.

Словник основних термінів і дефініцій

Альтернатива — достатня необхідність єдиного вибору між взаємовиключними можливостями.

Вартість життєвого циклу — це віднесена до операційної системи сума витрат на її проектування і функціонування.

Відмова — подія, що полягає в порушенні працездатного стану, коли операційна система здатна виконувати задані функції, які відповідають вимогам нормативно-технічної і (або) проектно-конструкторської документації.

Внутрішні зв'язки операційної системи — зв'язки між елементами, підсистемами системи.

Внутрішній стан системи — сукупність чинників, що формують її функціонування і розвиток і знаходяться під безпосереднім контролем операційної системи.

Галузевий підхід — метод побудови операційних систем на підставі максимального врахування і відображення галузевої специфіки діяльності.

Декомпозиція — метод розкриття структури операційної системи, коли за однією ознакою вона розподіляється на окремі складові.

«Дерево цілей (рішень)» — наочне графічне зображення підпорядкованості і взаємозв'язків цілей, що демонструє розподіл загальної (генеральної) мети на підцілі, завдання й окремі дії.

Діагностика — діяльність оцінювання стану операційної системи з метою визначення проблем її розвитку і можливих шляхів їхнього подолання.

Дозволені технології — технології, що дають змогу припускатися заздалегідь визначених рівнів розриву між вимогами ринку і реальними можливостями операційної системи.

Дослідження операцій — методологія пошуку досягнення цілей.

Ефективність керування операціями — ступінь досягнення поставлених цілей.

Життєвий цикл операційної системи — визначений період часу, впродовж якого операційна система є дієздатною у заданому сегменті ринку і забезпечує досягнення поставленої мети.

Запас мінливості операційної системи — здатність операційної системи асимілювати в собі нововведення екзогенного характеру, тобто ті, що система не виробляє сама і які в окремих істотних компонентах не відповідають характеру системи.

Зовнішнє середовище — сукупність чинників, що формують функціонування і розвиток операційної системи і на які система не може впливати взагалі чи має незначний вплив.

Зовнішні зв'язки операційної системи — зв'язки, що виходять за межі системи.

Імовірність — це числова характеристика ступеня можливості появи будь-якої випадкової події за тих чи інших обставин, здатних повторюватися необмежене число разів, умов.

Інваріанти операційної системи — стабільні, стійкі елементи, що забезпечують збереження якості системи (тип про-

дукту; тип технології; характер ресурсів; форма інформаційного забезпечення системи).

Інвестиції — вкладання капіталу в різні структури операційної системи з метою одержання прибутку.

Інновації в операційному менеджменті — будь-які істотні зміни умов формування операційної системи, що потребують адекватних змін у її структурі і функціях.

Інновація — створення, поширення і застосування якогось нововведення (нових знань і технологій, модернізація устаткування тощо), що веде до поліпшення і надання стійкості функціонування операційної системи, підвищення її ефективності.

Інформація (інформаційне поле) — сукупність зведень і знань про стан керованої операційної системи і середовища її функціонування.

Керування операціями — процес, що припускає перебування безпечних, оптимізаційних алгоритмів побудови діяльності організації, що мають забезпечувати динамічну рівновагу даної організації і середовища.

Конкуренція — протиборство на ринку товарів і послуг, що виробляються операційними системами, які функціонують в одному конкретному сегменті ринку.

Контроль — необхідний інструмент спостереження за станом операційної системи і підтримки належної високої надійності її в процесі функціонування.

Критерій оцінювання — ужитий кількісний показник, значення якого характеризує ступінь відповідності ходу операції поставленій меті.

Ліквідація — припинення діяльності операційної системи внаслідок реорганізації, банкрутства, за вирішенням арбітражного суду або повного вичерпання своїх можливостей на ринку.

Максимальна потужність операційної системи — потужність, що відповідає найбільш потужному компонентіві.

Математичне моделювання — процес створення моделі й оперування нею з метою одержання необхідних зведень про реальний об'єкт.

Межа дроблення операцій — мінімальна одиниця дій A_0 і мінімальний часовий відрізок t_0 , що уможливує контроль процесу без його логічного чи реального руйнування.

Модель — аналог реального явища, форма відтворення дійсності, пристрій, що імітує властивості, основні риси чи поведження певного об'єкта, тобто модель є інформаційним образом реального об'єкта, що відтворює даний об'єкт (систему) з певним ступенем точності й у формі, відмінній від форми самого об'єкта (системи).

Надійність операційної системи — властивість системи зберігати в часі спроможність до виконання необхідних функцій за заданих режимів і умов функціонування.

Неузгодженість операційної системи — виникнення елементів системи, що істотно відрізняється за швидкістю реакції і межею гнучкості.

Операційна система — організація, де реалізується операційна функція, тобто сукупність дій з трансформації ресурсів, одержуваних з метасистеми і видачі «продукції» у цю же метасистему.

Операційна функція — дії, у результаті яких виробляються товари і надаються послуги.

Операційний менеджер — виконавець, керівник діяльності операційної системи (виробничої або сервісної) на рівні виконання окремих операцій, що забезпечують ефективне і раціональне ведення цієї діяльності.

Операційний менеджмент — виразно спрямована діяльність з керування операціями придбання необхідних ресурсів, їхньої трансформації в готовий продукт (послуг) з постачанням останнього (останніх) споживачеві (на ринок).

Операційний цикл — відносно завершена, з погляду результату, послідовність операційних дій і процедур, у рамках якої можна говорити про керовану й оцінювану операційну дію.

Операція — відносно завершена рухлива форма передбачуваного результату (товару чи послуги), що підпорядковується системі вимог і обмежень, заданих зовні.

Оптимальна потужність операційної системи — рівень, що дає змогу використовувати провідну ланку операційної системи зі збереженням 10–30% від резерву потужності.

Організаційна структура — система зв'язків і відносин, що виникають у процесі діяльності (функціонування) операційної системи між наявними і створюваними підрозділами (елементами), рівнями системи керування відповідно до цілей.

Організація — деякий відносно відособлений структурний підрозділ у загальній системі суспільного поділу праці або відкрита соціально—економічна система, що діє (змінюється, розвивається і знаходиться) в динамічному середовищі.

Показник надійності — це кількісна характеристика однієї чи декількох властивостей, що складають надійність операційної системи.

Потенційна потужність операційної системи — кількість операцій, які можуть бути виконані за повного зняття чинників невизначеності на всіх рівнях і ланках операційної системи.

Потужність операційної системи — здатність операційної системи до виконання визначеної кількості операцій за одиницю часу.

Прогноз — імовірнісне науково об'рунтоване судження про перспективи, можливі стани того або іншого явища в майбутньому і (або) про альтернативні шляхи і терміни їх здійснення.

Прогнозування — процес наукового передбачення, визначення тенденцій розвитку й образу майбутнього.

Процесор операційної системи — елемент, що забезпечує виконання основних функцій перетворення вхідних ресурсів системи.

Раціональність керування операціями — досягнення максимально можливої ефективності за мінімально можливих витрат.

Режим операційної системи — сукупність параметрів і умов функціонування, що забезпечують передбачене технологією створення продукту, а також збереження і поточне відтворення елементів операційної системи.

Резервування операційної системи — введення в систему надлишкових елементів або підсистем (чи розширення функціональних можливостей елементів, підсистем).

Реорганізація — зміна структури і статусу операційної системи завдяки злиттю, виділенню, поглинанню, перетворенню.

Реструктуризація — зміна структури операційної системи чи її окремих структурних підрозділів у зв'язку з умовами, що змінилися, і з метою позитивного вирішення проблеми.

Ресурси — необхідні засоби (матеріальні та нематеріальні) для створення продукту чи послуги, тобто одержання визначеного результату.

Розвиток — це придбання нової якості, що зміцнює життєдіяльність операційної системи за умов середовища, що змінюється (як зовнішньої, так і внутрішньої).

Розрахункова потужність операційної системи — кількість завершених операцій, що допускаються найменш могутнім компонентом операційної системи.

Система — сукупність елементів, що взаємодіють, об'єднаних єдністю мети і загальних правил взаємин. Система включає замовлення і настроювання.

Структура (від латинського *structura*) — будівля, розташування, порядок, взаємозв'язок складових.

Технологічні варіанти операційної системи — асортимент дозволених технологічних рішень, кожне з яких відрізняється від іншого, як мінімум, за одним істотним параметром (ланкою).

Технологія — прийнятий для даного бізнесу метод по'єднання економічних, людських та інформаційних ресурсів, у процесі якого створюється товар чи послуга для споживача.

Функціональний підхід — метод побудови операційних систем на основі виділення і формалізованого опису послідовних чи рівнобіжних функцій, необхідних для одержання пошукового результату.

Функціонування операційної системи — погоджений у часі та просторі потік ресурсів (матеріальних і нематеріальних) для одержання запланованих результатів діяльності. Це — підтримка життєдіяльності, збереження функцій, що визначають її цілісність, якісну визначеність, сутнісні характеристики.



ДОДАТКИ

Японські методи керування виробництвом

На даний час однією з ефективних японських систем керування визнана система автомобільного концерну «Toyota», народження якої пов'язане з неперервним розвитком ринкових технологій. Складовими частинами останньої на сьогоднішній день є (рис. А.1):

- 1) «точно, вчасно» — система, що забезпечує виробництво необхідної продукції у потрібній кількості й у заданий час;
- 2) «канбан» — система, що забезпечує виробництво всієї продукції на ділянках тільки в необхідній кількості і лише в потрібний час;
- 3) спеціальна методика забезпечення вирівняного за обсягом «плавного» ритмічного виробництва, розроблена для ефективного функціонування системи «канбан»;
- 4) «дзіока» — система автономного контролю якості продукції безпосередньо на робочих місцях;
- 5) «шодзинка» — система регулювання чисельності штатів за колювання попиту на ринку.

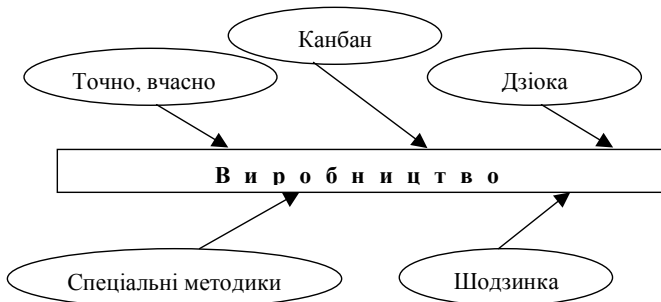


Рис. А.1 Система керування виробництвом у формалізованому вигляді

Ціль створення системи керування — забезпечення здатності до невідкладної реакції на зміну ринкового попиту, прискорення виробництва продукції, зниження інтегральних витрат на виробництво з метою зменшення собівартості продукції.

Основна ідея системи — підтримка неперервного потоку продукції на підприємствах з метою гнучкої перебудови виробництва за зміни попиту. Це вимагає реалізації суворо послідовної організації роботи всього технологічного ланцюжка виробництва продукції з одночасною оптимізацією усього виробництва як цілісної системи, єдиного механізму.

Система «точно, вчасно»

Система, відома як «точно, вчасно», з'явилася у зв'язку зі зміною ситуації на японському ринку. Вона привела до того, що курс на збільшення випуску продукції перестав давати колишній ефект. Це призвело до загострення боротьби за ринки і до пошуків нових методів керування виробництвом, спрямованих на збільшення прибутку. Результатом сформованої ситуації з'явився досить прагматичний підхід, що одержав назву «точно, вчасно».

Коротка історична довідка

Система «точно, вчасно» виникла після Першої світової війни в японському автомобілебудуванні; засновником системи став автомобільний концерн «Toyota». У появі цієї системи — елемент випадковості. Автомобільна промисловість у той період формувалася з огляду на гіганта американського автовиробника — Детройт. Однак, на відміну від американців, японці тоді не могли собі дозволити великих інвестицій для нагромадження запасів. Тому через дефіцит фінансів матеріально-виробничі запаси розглядалися, як невиправдані втрати. Очевидно, це стало одним з ідейних напрямів розвитку виробництва, у першу чергу, за рахунок зниження витрат самого виробництва.

Основні принципи системи

З метою зниження витрат виробництва продукції необхідно швидко, чітко і гнучко адаптуватися до коливань попиту на ринку споживачів. Такому положенню і сприяє система «точно, вчасно», що забезпечує виробництво необхідного продукту у необхідній кількості й у визначений час. Очевидно, для системи можна виділити три основних принципи.

Перший полягає в тому, що доставка ресурсів (напівфабрикатів, комплектувальних тощо) до місць переробки виробляється особливо точно в необхідний час.

Другий складається в неперервності процесу удосконалення методів підвищення продуктивності і скорочення виробничих втрат.

Третій криється в суто виробничій філософії, заснованій на неперервному поліпшенні виробництва (сюди відносяться і технічна, і організаційна сфери).

Ціль системи «точно, вчасно» — неперервне виробництво чи серійні послуги з «нульовими» втратами. Основна філософська лінія — постійний розвиток і поліпшення. Японські виробники вбачають одержання очікуваних результатів від системи за умови її тісного сплетіння із системою «кайзен» і тотальною якістю.

Система «канбан»

На «Toyota» система «канбан» розвивалася як засіб операційного керування виробництвом протягом місяця й історично з'явилася наслідком розвитку системи «точно, вчасно». «Канбан» — це внутрішньовиробнича система, що дає змогу мінімізувати тривалість виробничого циклу, усувати з виробничих підрозділів операційної системи склади сировини, матеріалів, що комплектують вироби, готову продукцію, і скорочувати до мінімуму можливі обсяги міжопераційних запасів.

Принцип роботи системи «канбан» — забезпечення виробництва продукції на ділянках тільки в необхідній кількості і тільки у потрібний час. Відповідно до цього принципу системи «канбан» у виробництво входить тільки те, що «потрібно» на «виході», тобто товар продукується без зайвих виробничих втрат до заданого моменту: виробництво, безпосередньо пов'язане з реальним споживанням позаформальних етапів «паперової роботи».

«Канбан» — це ярлик чи супровідна картка на кожен вироблений деталь, де є інформація про неї і рекомендації про її використання в процесі виробництва — «Хто? Де? Коли?». Тобто у супровідних картках зазначено вид і кількість виробів, що повинні надійти з попередньої ділянки, де і ким повинні використовуватися. За суттю, «канбан» організовує роботу операційної системи (виробничої) як єдиного конвеєра: у випадку, якщо на одній зі стадій виробничого процесу спостерігається простій (тимчасова затримка) — зупинка конвеєра. Причина — відсутність необхідних ресурсів (матеріалів, напівфабрикатів, виробів тощо) для виконання наступних операцій, а для виконання попередніх — карток. У цьому і полягає основна перевага системи «канбан» — швидко побачити проблему (в основному, організаційного характеру) і негайно її вирішити. Складність застосування системи «канбан» поля-

гає в тому, що для нормальної роботи виробництво має бути пристосоване до швидких і плавних змін обсягів і номенклатури виробів, що надходять на головний конвеєр, тобто вся лінія повинна бути цілковито укомплектована необхідними деталями. Крім того, для ефективного функціонування системи «канбан» потребується вирівнювання виробництва в технічному й організаційному аспектах. Саме завдяки вирівнюванню можливе скорочення до мінімуму міжопераційних «заділів» («наробок») і підвищення ритмічності виробництва. Це є й одним з інструментів підвищення чутливості та гнучкості операційної системи до змін ринкового середовища. У вирівнюванні криється запас потужності, власне, операційної системи, що є резервом її стійкості та живучості. Операційний менеджере, замислюйся над цим!

Система «кайзен»

«Кайзен» — це система постійного поліпшення продукту, сервісу і технологій за використання так званих команд, що мають широкі повноваження. Дана система, як і раніше описані системи «точно, вчасно» і «канбан», заснована на принципах постійних поліпшень з використанням усіх можливих ресурсів операційної системи. А основна її мета полягає в максимізації задоволення споживачів і мінімізації втрат у будь-якій формі, тобто «кайзен» сприяє досягненню найвищих показників ефективності і раціональності як у керуванні будь-якими операціями, так і операційною системою взагалі.

Стисла історична довідка

Термін «кайзен» синтезує два японських поняття (ієрогліфи): «кай» (новинка, нововведення) і «зен» (користь, благо, доцільність). Таким чином «кайзен» можна трактувати (тлумачити), як «удосконалення» або «поліпшення». Раціональним зерном даної системи є ставка на людину, на все те передове, що може характеризувати особу, особливо якщо вона працює у складі «команди».

У науковій літературі західних країн, присвяченій питанням керування, термін «кайзен» став широко використовуватися десь від 80-х років ХХ ст. як якийсь символ бізнес-культур, що звеличують командний стиль роботи.

У системі «кайзен» основна увага надається людським ресурсам. Вважається, що безпосередні виконавці можуть внести у вирішення проблеми найзначніший внесок. Що це означає? Робітник, продавець відіграють у процесі одержання продукту або надання послуги настільки ж важливу роль, що і фахівці, керівники.

Ефект від цього такий: скорочується число рівнів у службовій ієрархії. Це означає, що прийняття рішень і лєвова частка відповідальності переноситься на найнижчий рівень, тобто безпосередньо до виконавців. Дійсно, у даному випадку скасовується велика частина рутинних командно-контрольних функцій у багатьох проміжних ланках між виконавцем і менеджером, а з ними відпадає і потреба в змінних майстрах, бригадирах, інженерах тощо. Тому ряд закордонних авторів вважають «кайзен» найбільш сприятливим підходом у сфері обслуговування.

Щодо операційних систем усіх класів, то підхід «кайзен» є одним із ліпших інструментів процесу деструктування, тобто зміни складності системи.

Сучасний інструментарій для вирішення оптимізаційних завдань

Управлінські методи забезпечення економічної рівноваги різних процесів, систем є високоєфективними за умови використання сучасного інструментарію оптимізаційних завдань. Він включає не тільки відомі математичні методи і моделі з опрацьованими алгоритмами вирішення економічних завдань, але і конкретні засоби забезпечення. Сьогодні без цих двох складових сучасний фахівець не здатний забезпечити рівноважний стан функціонування будь-якої операційної системи — фірми, підприємства, компанії тощо.

На даний період розвитку суспільства комп'ютер як засіб забезпечення успішної роботи фахівців достатньо відомий, насамперед, як обчислювальна машина. За її допомогою вирішуються серйозні економічні й управлінські завдання. Для успішного їх вирішення на сьогоднішній день користувачеві надані сучасні програмові засоби, що поєднують великий арсенал різних обчислювальних пакетів і пакетів обробки різної інформації.

1. Проблемноорієнтований програмовий пакет чисельних методів **MERCURY**. Даний пакет призначений для вирішення різних прикладних обчислювальних завдань, у тому числі економічних й управлінських, що використовують системи лінійних і нелінійних алгебраїчних рівнянь, оптимізацію функцій, аналіз властивостей функцій за допомогою графіків тощо. **MERCURY** чудово справляється з відносно нескладними за розмірності управлінськими завданнями оптимізаційного рівня. Основний її недолік — певні обмеження за обсягом інформації, що вводиться.

2. **MathCAD** поєднує в собі цілу серію математичних систем зі зручним для користувача інтерфейсом. Сьогодні відомі різні

версії цієї системи. Вона досить швидко вирішує проблему запису дуже складних математичних виразів типу інтегралів, матриць, знаків сум і добутоків, систем рівнянь з обмеженнями тощо, уможлиблює наочну роботу з графіками дво- і тривимірними, що надає можливість побачити процес у динаміці.

3. Щодо широкого спектру управлінських завдань і офісних технологій, що широко використовуються менеджерами, то певний інтерес представляють графічні системи і програми обробки зображень — **Paintbrush, Paint, Ulead ImagePals 2.0, Adobe Photoshop**, графічні пакети **CorelDRAW**.

4. Засоби обробки текстової інформації – сучасні текстові редактори, що представляють собою програмовий продукт, який забезпечує користувача комп'ютера засобами створення, обробки і збереження документів різного ступеня складності і природи. До них відносяться редактори: текстів (**MultiEdit, Brief, Norton Editor, Quick**), документів (**Лексикон, Ami Pro, Microsoft Word**), наукових текстів (**TEX, Mathor** тощо). Крім того, використовуються видавничі системи (**Corel Ventura Publisher, Adode PageMaker, QuarkXPress**).

5. Засоби обробки табличних даних — **Microsoft Excel** останніх версій.

6. Інтегровані системи. Широко відомі дві системи такого класу: **MS – WORKS** (інтегрований пакет, що працює під керуванням **MS-DOS**) і **Microsoft Office** (більш потужна сучасна офісна інтегрована система, що функціонує в середовищі **Windows 98** і вище, підвищує продуктивність роботи в офісі і будинку і є інтегрованим програмовим комплексом, тобто входні до нього компоненти можуть використовуватися як окремо, так і разом для вирішення повсякденних ділових завдань).

7. **Мережеві технології** — своєрідний інформаційний простір, що забезпечує користувачів засобами обміну інформацією і колективним використанням ресурсів мережі – апаратних,

програмових та інформаційних. За допомогою **мережі** останні вирішуються незалежно від територіального розташування користувачів, що особливо зручно для менеджерів операційних систем з високою технологією.

На сьогоднішній день ринку користувачів пропонується три групи **мереж**:

- зв'язку персональних комп'ютерів безпосередньо один з одним за допомогою звичайних телефонних ліній;
- побудовані за технологією **UUCP (UNIX-to-UNIX Copy Program)**, що поєднували великі багатокористувальні комп'ютери за допомогою як звичайних телефонних ліній, так і спеціалізованих високошвидкісних каналів;
- складові діяльності **Інтернет**, що надають не тільки можливість передавання будь-якої інформації, але і доступ до вилучених ресурсів у реальному тимчасовому масштабі.

Наведений перелік використовуваного в діяльності менеджерів спеціального забезпечення паралельно з математичними методами сприяння швидкому вирішенню оптимізаційних завдань.

Етапи формування і розвитку операційного менеджменту

Період	Місце Автор(и)	Обсяг зробленого
4000 років до н.е.	Єгипет	Уведені вперше елементи планування і контролю
1000 років до н.е.	Китай	Подальше удосконалення планування Контроль
600 років до н.е.	Халдейська імперія	Запропоновано впровадження системи контролю випуску продукції у виробництві
500 років до н.е.	Китай	Спроба впровадження стандартів Система виміру. Сформовано принципи спеціалізації виробництва
400 років до н.е.	Кіпр	Виділення і вивчення транспортних операцій
XV століття	Італія	Введено операції кодування (шифрування) виробів Впроваджено стандартизацію виробів Розроблено перші принципи керування запасами
XVIII століття 1776 р. 1800 р.	Адам Сміт	Поділ праці: спеціалізація виробництва
	Елі Уїтні	Науковий підхід до проведення спостережень, реєстрації вимірів і проектування в керуванні виробництвом Удосконалено стандартизації деталей
XIX століття 1832 р. 1881 р.	Чарльз Беббедж	Спроектовано прототип комп'ютера
	Ф.У. Тейлор	Науковий менеджмент: відбір персоналу, планування складу розкладів Вперше вирішено практичні завдання оптимізації («завдання про землекопів»)

Продовження на наст. стор.

Продовження

	Джозеф Жаккард	Застосовано числове керування на «жаккардовому» ткацькому верстаті
	Джеймс Ватт	Норми часу у плануванні та контролі
	Джеймс Милл	Аналіз людського руху у процесі виконання робіт
	Чарльз Беббедж	Розподіл праці, розрахунок норм часу і визначення елементів рухів
XX століття 1900 роки	Ф.У. Тейлор	Науковий менеджмент: дослідження методів, розрахунок норм часу, оптимізація структури організації
1910-ті роки	Ф.У. Харріс	Оптимізація найбільшого економічного розміру партії Математичне моделювання виробничої діяльності
1913 р.	Генрі Форд Н. Лефлін-гвелл	Складальний конвеєр: розподіл праці й оптимізація операцій Моделювання виробничої діяльності в офісі; спроба моделювання інших процесів
	Генрі Форд, Чарльз Соренсон	Концепція скоординованих конвеєрних ліній (наприклад, конвеєрна лінія, що випускає один літак — бомбардувальник В-24 “Liberator” щогодини)
1916 р.	Генрі Л. Гант	Оптимізація виробничих циклів (графіки Ганта)
1920-ті роки	Додж і Ромінг	Імовірність моделювання за статистичного контролю якості
1924 р.	Уолтер Шуарт	Статистичний контроль процесів
1930-ті роки	Мері Фоллет	Спроба вирішення проблем з використанням групового підходу
	Блекетт	Дослідження операцій Математичне моделювання

Звкінчення на наст. стор.

Закінчення

1940-ві роки	Джон Атанасов (США)	Створення цифрового комп'ютера (АВС-комп'ютер)
	Норберт Вінер, Клод Шеннон	Системний аналіз
1950-ті роки	А. Фігенбаум У.Е. Демінг	Тотальний контроль якості
	Японія	Керування тотальною якістю Система «точно, вчасно» (JIT): запаси «точно, вчасно» припускають наявність мінімальних запасів, необхідних для функціонування зробленої продукувальної системи Система «кайзен»
1960-ті роки	Дуглас Мак-Грегор Martin Co.	Розроблено теорію Х та теорію Y Розроблено принципи бездефектного виробництва
	США	Концепція сервісних операцій
1957 р.	Дюпон	СРМ / РЕРТ
1960 р.		MRP
1970-ті роки	США	Комп'ютерна система календарного планування виробництва Планування матеріального забезпечення виробництва Теорія обмежень Рівнобіжний інжиніринг Реінжиніринг бізнес-процесів
	1963 р.	Прітскер
Теперішній час		(FMS) Mnfg automation protocol (MAP) Computer integrated mnfg (CIM)



Тест до глави №1

«Понятійний апарат операційного менеджменту»

№ тесту	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Відповідь	4	1	4	1	4	1	4	1	3	2
№ тесту	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Відповідь	4	2	3	1	2	4	3	–	–	–

Тест до глави №2

«Теоретичні основи операційних систем»

№ тесту	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Відповідь	1	2	1	3	1	4	3	3	4	3
№ тесту	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Відповідь	4	2	–	–	–	–	–	–	–	–

Тест до глави №3

А) Потужність операційної системи

№ тесту	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Відповідь	2	3	1	2	3	1	3	3	2	3
№ тесту	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Відповідь	1	2	4	2	3	1	1	4	2	4
№ тесту	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Відповідь	4	1	1	–	–	–	–	–	–	–

Б) Розміщення операційної системи

№ тесту	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Відповідь	1	4	2	1	3	4	3	3	1	3
№ тесту	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Відповідь	3	2	3	1	4	2	1	1	3	4

Тест до глави №3

**В) Стратегія і тактика в керуванні операційною системою.
Інновації і розвиток операційної системи**

№ тесту	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Відповідь	1	3	2	1	4	3	3	1	2	4
№ тесту	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Відповідь	1	4	3	1	2	2	1	1	2	2
№ тесту	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Відповідь	3	2	3	1	–	–	–	–	–	–

Г) Методи організації і нормування робіт

№ тесту	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Відповідь	3	2	3	3	1	1	2	3	1	1
№ тесту	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Відповідь	3	3	3	4	3	4	–	–	–	–



Д) «Продукти і процеси операційної системи»

№ тесту	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Відповідь	4	3	1	2	2	3	4	2	4	1
№ тесту	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Відповідь	3	3	1	–	–	–	–	–	–	–

Тест до глави №4

**А) «Основні поняття надійності операційних систем.
Прогнозування основних показників надійності і постановка
завдання теорії надійності операційних систем»**

№ тесту	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Відповідь	2	3	4	2	4	1	3	1	2	2
№ тесту	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Відповідь	4	1	1	1	3	1	4	3	4	2
№ тесту	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Відповідь	3	3	3	1	3	–	–	–	–	–

Тест до глави №4

**Б) «Установлення тривалості життєвого циклу операційної системи
і способи підвищення надійності її функціонування»**

№ тесту	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Відповідь	3	4	3	1	2	4	2	3	4	4
№ тесту	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Відповідь	2	2	3	4	4	2	4	3	2	3
№ тесту	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Відповідь	3	4	1	2	2	3	2	–	–	–

Тест до глави №6

**А) Процес прийняття рішень.
Роль моделювання у процесі прийняття рішень.
Типи моделей, використовуваних в операційному менеджменті**

№ тесту	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Відповідь	3	2	3	1	3	4	2	3	4	1
№ тесту	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Відповідь	4	1	3	1	3	3	–	–	–	–

**Б) Класифікація математичних моделей.
Рекомендації до вибору моделей**

№ тесту	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Відповідь	3	1	4	2	3	4	7	2	3	2

**В) Загальні методи побудови операційних
математичних моделей**

№ тесту	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Відповідь	3	1	4	2	3	4	7	2	3	2

Відповіді до деяких завдань

Завдання 1.3

Тепловоз T може переставити вагони A і B і повернутися на колишнє місце за **шістнадцять** операцій:

- 1) тепловоз T їде вправо і зчіплюється з вагоном A ;
- 2) тепловоз T тягне вагон A вниз;
- 3) тепловоз T заштовхує вагон A на ліву гілку і відчіплює його;
- 4) тепловоз T рухається вправо і проходить стрілку;
- 5) тепловоз T , рухаючись по годинній стрілці, описує коло і проходить тунель;
- 6) тепловоз T штовхає вагон B вліво; обидва вагони причіплюють до тепловоза;
- 7) тепловоз T тягне вагони A і B вліво;
- 8) тепловоз T заштовхує вагони A і B наверх; вагон A відчіплюють від вагона B ;
- 9) тепловоз T тягне вагон B вниз;
- 10) тепловоз T штовхає вагон B вліво, вагон B відчіплюють від тепловоза;
- 11) тепловоз T проходить крізь тунель, описуючи коло проти чергової стрілки;
- 12) тепловоз T заштовхує вагон A вниз;
- 13) тепловоз T їде вліво і зчіплюється з вагоном B ;
- 14) тепловоз T тягне вагон B вправо;
- 15) тепловоз T заштовхує вагон B наверх і відчіплює його;
- 16) тепловоз T їде вліво, на те місце, де знаходився до початку маневрів.

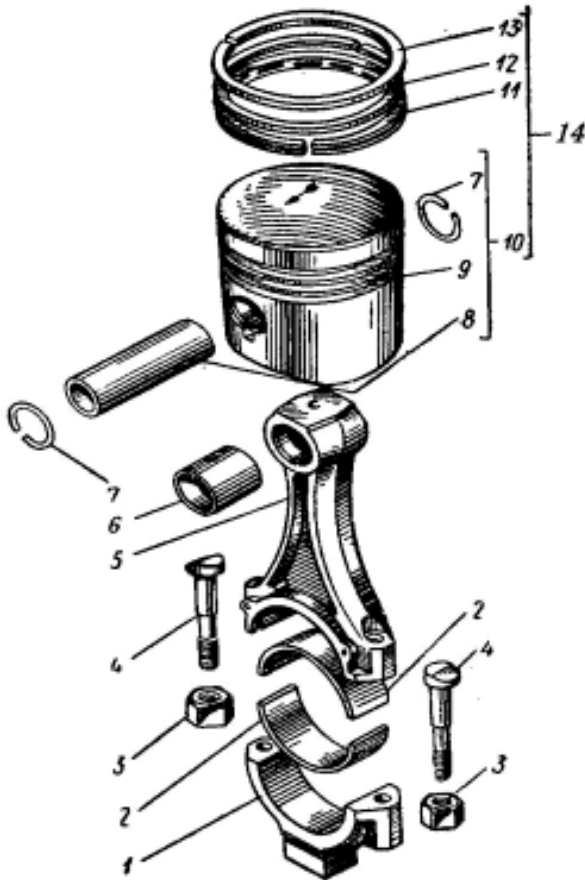


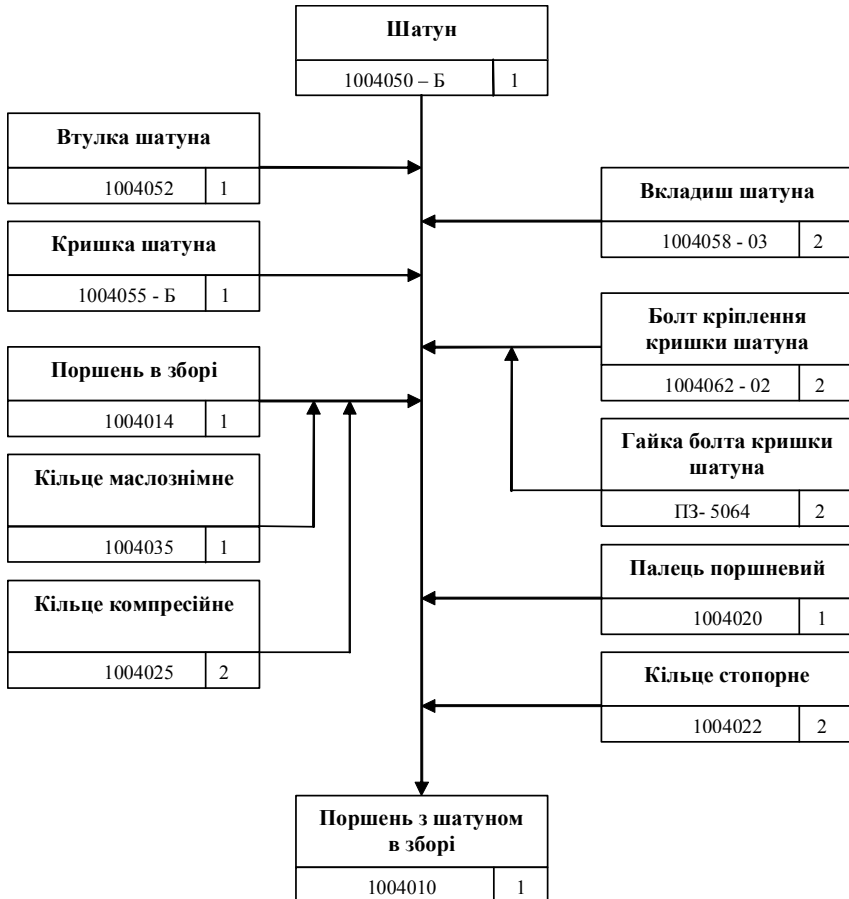
Рис. 3.1 Креслення зборки шатунно–поршневої групи:

1 — кришка шатуна, 2 — вкладиш шатуна, гайка болта кришки шатуна,
4 — болт кріплення кришки шатуна, 5 — шатун, 6 — втулка шатуна, 7 —
кільце стопорне, 8 — палець поришевий, 9 — поршень, 10 — поршень в зборі з
пальцем (8) і кільцем стопорним (7), 11 — кільце маслознімне, 12, 13 — кільце
компресійне, 14 — поршень в зборі зборі з пальцем (8), кільцем стопорним (7) і
кільцями компресійними (12, 13).

**Форма відомості матеріалів, деталей і вузлів
у промисловому виробництві**
(на прикладі шатунно-поршневої групи двигуна
внутрішнього згоряння)

Номер деталі	Найменування	Кількість
1004055-Б	Кришка шатуна	1
1004058-03	Вкладиш шатуна	2
1004064	Гайка болта кришки шатуна	2
1004062-01	Болт кріплення кришки шатуна	2
1004050-Б	Шатун	1
1004052	Втулка шатуна	1
1004022	Кільце стопорне	2
1004020	Палець поршневий	1
1004015	Поршень	1
1004035	Кільце поршневе маслознімне	1
1004025	Кільце поршневе компресійне	2

**Схема технологічного процесу зборки
шатунно-поршневої групи**



ЛІТЕРАТУРА

1. *Алдохин И., Бубенко И.* Теория принятия решений: Уч. пособие. — К., 1990.
2. *Ансофор И.* Стратегическое управление. — М., 1989.
3. *Аппенянский А.* Человек и бизнес. — М., 1995.
4. *Атватер Иствуд.* Я вас слушаю. — М., 1984.
5. *Бир С.* Мозг фирмы. — М., 1993.
6. *Болт Г. Дж.* Практическое руководство по управлению сбытом. — 1991.
7. *Бочаров М.* Наука управления. — М., 1990.
8. *Бурков В., Ириков В.* Модели и методы управления организационными системами. — М., 1994.
9. *Бутов А.* Психологический тренинг менеджера. — Л., 1990.
10. *Вебер М.* Избранные произведения. — М., 1990.
11. *Вейл Питер.* Искусство менеджмента. — М., 1993.
12. *Вудкок М., Френсис Д.* Раскрепощенный менеджер. — М., 1991.
13. *Грейсон Дж., О'Делл К.* Американский менеджмент на пороге XXI века. — М., 1991.
14. *Зигерт В., Ланг Л.* Руководить без конфликтов. — М., 1990.
15. *Карабатов В., Порховник Ю., Зубов М.* Менеджмент: проблемы — программа- решение. — Л., 1990.
16. Как работают японские предприятия. / Под ред. Я. Мондена. — М., 1989.
17. *Карлофф Б.* Деловая стратегия. — М., 1991.
18. *Костенко Н.* Ценности и символы в массовой коммуникации. — К., 1993.
19. *Курицын А.* Управление в Японии.— М., 1981.

20. Курбатов В. Стратегия делового успеха. — Ростов-на-Дону, 1995.
21. Курс практической психологии для высшего управленческого персонала / Под ред. Р. Кашапова. — Ижевск, 1995.
22. Кучин Б., Якушева Г. Управление развитием экономических систем. — М., 1990.
23. Любимова Н. Менеджмент — путь к успеху. — М., 1992.
24. Мескон М., Альберт М, Хедоури Ф. Основы менеджмента. — М., 1992.
25. Мартыненко Н. Менеджмент фирмы. — К., 1995.
26. Менеджмент организации / Под ред. З. Румянцевой — М., 1995.
27. Марченко И. Какой руководитель нам нужен. — М., 1993.
28. Методы и приемы деятельности менеджеров и бизнесменов.- Институт праксеологии / Сост. Н. Сацков, 1994.
29. Моквичев С. О личности руководителя и мотивации его деятельности. — 1991.
30. Мерсер Д. ИБМ : управление в самой преуспевающей корпорации мира. — М., 1991.
31. Морита Акио. Сделано в Японии. — М., 1993.
32. Маккей Х. Как уцелеть среди акул. — М., 1992.
33. Минаев Э. Основы теории менеджмента. — М., 1993.
34. Минаев Э. и др. Менеджмент персонала. — М., 1993.
35. Обозов Н. Психология межличностных отношений. — К., 1990.
36. Основы теории управления производством. — М., 1992.
37. Омаров А. Предприимчивость руководителя. — М., 1990.
38. Производительность труда «белых воротничков»/ Под ред. В. Зотова. — М., 1989.
39. Поппель Г., Голдстайн Б. Информационная технология — миллионные прибыли. — М., 1990.
40. Питерс Т., Уотермен Р. В поисках эффективного управления. — М., 1986.
41. Секреты умелого руководителя / Сост. Н. Липсиц — М., 1991.

42. *Санто Б.* Инновация как средство экономического развития. — М., 1990.
43. *Спандарьян В.* Деловая Япония. — М., 1991.
44. *Скотт Д.* Сила ума. Описание пути к успеху в бизнесе. — К., 1991.
45. Современный менеджмент : принципы и правила / Под ред. В. Данильяна. — М., 1992.
46. *Санталайнен Т. и др.* Управление по результатам. — М., 1988.
47. *Тимченко Н.* Искусство делового общения. — Харьков, 1992.
48. *Третьяк В., Платонов С.* Менеджеру о менеджменте. — 1995.
49. *Трейси Д.* Менеджмент с точки зрения здравого смысла (советы). — М., 1993.
50. *Тарасов В.* Персонал — технология: отбор и подготовка менеджеров. — Л., 1989.
51. *Тичи Н., Деванна М.* Лидеры реорганизации (из опыта американских корпораций). — М., 1990.
52. Управленческое консультирование. В 2 т. — Пер. с англ. — М., 1992.
53. Управление — это наука и искусство: А. Файоль, Г. Эмерсон, Ф. Тэйлор, Г. Форд / Сост. Г. Подвойский. — М., 1992.
54. *Уотерман Р.* Фактор обновления. — М., 1988.
55. Управленческие нововведения в США: проблема внедрения / Под ред. Ю. Ушакова. — М., 1986.
56. Управление трудовым коллективом / Учебник /. Под ред. Г. Зайцева — Свердловск, 1989.
57. Управление обслуживанием производства на предприятиях. — К., 1993.
58. *Уткин Э.* Профессия — менеджер. — М., 1992.
59. *Фалмер Р.* Энциклопедия современного управления. В 5 т. — М., 1992.
60. *Шепель В.* Настольная книга бизнесмена и менеджера. — М., 1992.
61. *Шепель В.* Управленческая этика. — М., 1989.

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

Акофф Р.	296	Лісцин Б.М.	344
Атанасов Дж.	456	Мартін К.	456
Бажин І.І.	23, 325	Меском М.	36
Биббедж Ч.	454	Мілл Дж.	455
Бестужев-		Музичкін П.А.	304
Лада І.В.	215	Прітскер	456
Блекетт	455	Ромінг	455
Вайс К.	308	Роув А.Дж.	305
Ватт Дж.	455	Сміт А.	454
Вебер А.	111	Соренсон Ч.	455
Вінер Н.	456	Стрикленд А.Дж.	43
Гант Г.Л.	455	Сумець О.М.	328
Гелловей Л.	28	Тейлор Ф.У.	454
Демінг У.Е.	456	Томпсон А.А.	39
Додж	455	Торрічеллі Э.	70
Дуглас М.Г.	456	Уїтні У.	454
Дюмін І.Є.	328	Ферма П.	70
Дюпон	456	Фігенбаум А.	456
Єфімов А.Н.	304	Фільчаков П.Ф.	119
Жаккард Дж.	455	Фоллет М.	455
Кейфіц Н.	308	Форд Г.	455
Корн Г.	123	Харріс Ф.У.	455
Корн Т.	123	Шуарт У.	455
Курочкін О.С.	43, 58, 67	Шеннон К.	456
Леффінгвелл Н.	455		

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

Б

Безвідмовність 205

В

Вірогідність 207

Властивості надійності 206

Відмова 208, 209, 211

Д

«Дерево рішень» 109, 314

Дзіока 443

Досвід 197

Ж

Живучість 207

Життєвий цикл 78, 330

З

Запас мінливості 60

Зовнішнє середовище 49

Е

Експеримент 197

Ефективність 12, 28, 214

І

Імовірність 197, 199

Інновації 63, 140

К

«Кайзен» 87, 449

«Канбан» 34, 87, 447

Керування

- операціями 10, 18, 72

- якістю 139

Композиція 51

Контроль 16, 35, 243, 247

Критерій

- універсальності 329

- економічності 329

- якості 327

Критична точка 108

М

Метод оптимізації 60

Моделювання 270

Модель 301

- аналогова 306

- масштабована 306



- математична 307
 - нейронна 308
 - семантична 307
 - фізична 306
- Мотивація 35

Н

- Надійність 197
Норма 229
Нормування 29, 229, 233

О

- Обмеження 110
Операційна
 - інновація 140
 - стратегія 27
 - функція 27, 28
 - система 35, 49, 58, 61, 64, 84, 197Операційне вирішення 295
Операційний
 - менеджмент 10, 11, 29, 31, 33
 - менеджер 13, 110, 137
 - підхід 9Операція 13
Оптимальна точка 119
Оптимізація 87
Організація 11, 34

П

- Планування 35, 146, 312
Підхід
 - організаційний 73, 74
 - галузевий 73, 74
 - функціональний 73, 74Подія 198
Потужність 83, 97
Прийняття рішень 296
Прогноз факторний 93
Прогнозування 215
Програмування
 - динамічне 124, 391
 - лінійне 357, 377
 - математичне 357, 376
 - нелінійне 389Продукт 143
Простір якості 232

Р

- Результат 197
Рівновага системи 109
Розвиток 81
Розміщення 111, 130, 131
Раціональність 12
Резервування 243, 244, 245
Режим
 - перехідний 85, 86, 87
 - функціонування 81, 82

Рішення

- стратегічні 138
- тактичні 138, 139

С

- Система 36, 37
- Ситуаційне завдання 376
- Ситуаційне навчання 370
- Стан природи 358
- Стабільність 134, 142
- Стратегія 133, 134
- Структура
 - системи 51, 81, 242
 - керування 281
- Структурування 361

Т

- Тактика 134, 136
- Термін служби 216
- Технологія 72, 126
- «Точно, вчасно» 87, 445
- Транспортне завдання 387
- Трендове проектування 105

У

- Управлінські ігри 306

Ф

- Функціонування 81, 100

Ч

- Чутливість 208
- Чинник потужності 98

Ш

- Шодзинка 443

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА ДО ТРЕТЬОГО ВИДАННЯ	3
ВСТУП	6
Розділ 1 ПОНЯТІЙНИЙ АПАРАТ ОПЕРАЦІЙНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ	9
1.1 Об'єкт, предмет, загальні поняття і завдання операційного менеджменту	10
1.2 Керування операціями	18
1.3 Алгоритми керування операціями	21
1.4 Трагування понять «операційна функція» й «операційна стратегія»	27
1.5 Необхідність вивчення основ операційного менеджменту ...	29
1.6 Генезис операційного менеджменту	31
1.7 Концепції й основні функції операційного менеджменту ...	32
1.8 Поняття операційної системи	36
Питання для самоконтролю	38
Завдання для самостійної підготовки до практичних занять ...	39
Список літератури	43
Тести для контролю знань	43
Розділ 2 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМ	48
2.1 Формалізація операційної системи	49
2.2 Узагальнений критерій оптимального проектування операційних систем	53
2.3 Типологія операційних систем	56
2.4 Характерні риси операційних систем	68
2.5 Встановлення управлінських зв'язків в операційній системі	72
2.6 Сучасні підходи до побудови операційних систем	73
2.7 Опис життєвого циклу операційної системи	75

2.8	Стисла характеристика режиму функціонування операційної системи	81
	Питання для самоконтролю	88
	Завдання для самостійної підготовки до практичних занять ...	88
	Список літератури	92
	Тести для контролю знань	93
Розділ 3	МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМ	96
3.1	Потужність операційної системи	97
3.2	Розміщення операційної системи	111
3.3	Стратегія і тактика в керуванні операційною системою	133
3.4	Інновації і розвиток операційної системи	140
3.5	Методи організації і нормування робіт	147
3.6	Продукти і процеси в контексті операційного менеджменту	154
	Питання для самоконтролю	166
	Завдання для самостійної підготовки до практичних занять .	166
	Список літератури	171
	Тести для контролю знань	171
Розділ 4	НАДІЙНІСТЬ ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМ	196
4.1	Стислі відомості з теорії імовірностей	197
4.2	Основні поняття надійності операційних систем	205
4.3	Прогнозування основних показників надійності	214
4.4	Задачі теорії надійності операційних систем	221
4.5	Встановлення тривалості життєвого циклу операційної системи	229
4.6	Способи підвищення надійності функціонування операційних систем	242
	Питання для самоконтролю	251
	Список літератури	252
	Тести для контролю знань	253



Розділ 5 ЗАГАЛЬНЕ Й ОСОБЛИВЕ В КЕРУВАННІ ОПЕРАЦІЯМИ В РІЗНИХ СФЕРАХ ДІЯЛЬНОСТІ	269
5.1 Операційний менеджмент виробничої діяльності	271
5.2 Операційний менеджмент у торгово-посередницькій діяльності	275
5.3 Операційний менеджмент у сфері послуг	278
Питання для самоконтролю	285
Завдання для самостійної підготовки до практичних занять	286
Тести для контролю знань	288
Розділ 6 ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ОПЕРАЦІЙНОМУ МЕНЕДЖМЕНТІ	294
6.1 Загальні міркування	295
6.2 Процес прийняття рішень	296
6.3 Роль моделювання в процесі прийняття рішень	300
6.4 Типи моделей операційного менеджменту	304
6.5 Класифікація математичних моделей	309
6.6 Загальний метод побудови операційних математичних моделей	315
6.7 Рекомендації щодо вибору моделей	325
6.8 Оцінка якості операційної математичної моделі	329
Питання для самоконтролю	336
Завдання для самостійної підготовки до практичних занять	337
Список літератури	340
Тести для контролю знань	342
Розділ 7 ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ І МЕТОДИ В ОПЕРАЦІЙНОМУ МЕНЕДЖМЕНТІ	353
7.1 «Дерево рішень» у вирішенні проблем операційного менеджменту	355

7.2 Основні завдання математичного програмування у процесі вирішення загальних проблем операційного менеджменту	374
7.3 Приклади вирішення ситуаційних завдань	393
Питання для самоконтролю	411
Завдання для самостійної підготовки до практичних занять	413
Список літератури	414
Розділ 8 СИТУАЦІЙНЕ НАВЧАННЯ ПРИ ВИКЛАДАННІ ДИСЦИПЛІНИ ОПЕРАЦІЙНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ	415
8.1 Загальна методика ситуаційного навчання	416
8.2 Ситуаційні семінари	416
8.3 Рекомендований алгоритм підготовки учасника семінару до аналізу ситуації	418
8.4 Практичні заняття по рішенню ситуаційних завдань	421
8.5 Рекомендований алгоритм рішення ситуаційних завдань	422
Завдання для самостійної підготовки до практичних занять	427
Список літератури	431
Висновки	432
Словник основних термінів і дефініцій	435
Додатки	442
Література	465
Іменний покажчик	468
Предметний покажчик	469



ЗАПРОШУЄМО:

авторів та книготорговельні організації до співпраці

ЗДІЙСНЮЄМО:

інформаційну підтримку бібліотек вузів

ПРОПОНУЄМО:

*широкий вибір навчальної та довідкової літератури
з економіки та природничих наук*

*Ми маємо гнучку систему знижок, а також здійснюємо
безкоштовну доставку книг замовникові.*

*Якщо вас зацікавило співробітництво з нами,
звертайтеся за телефоном:*

тел./факс (8-044) 451-45-66 (багатоканальний)

або відправляйте листа електронною поштою:

vdbook@profi-book.kiev.ua, ruslan@profi-book.kiev.ua

Завітайте на наш сайт:

www.profi-book.kiev.ua



ЗАПИТУЙТЕ ПОВНИЙ АСОРТИМЕНТ КНИГ НАШОГО ВИДАВНИЦТВА

- в м. Вінниця:** СПД Хардін В. В. тел. (0432) 21-67-44, ТОВ «Дружба» тел. (0432) 32-76-93;
- в м. Дніпропетровськ:** «Дніпропетровський бібліотечний колектор» тел. (056) 371-02-78;
- в м. Донецьк:** ТзОВ «Бібліосфера» тел. (062) 311-01-72, ТОВ «Епіграф» тел. (062) 311-02-16;
- в м. Житомир:** ТОВ «Житомир-Книга» тел. (0412) 37-27-74,
«Обласний державний бібліотечний колектор» тел. (0412) 22-89-68;
- в м. Запоріжжя:** ТОВ «Фірма «Константа-І, Лтд» тел. (0612) 20-95-71;
- в м. Івано-Франківськ:** КП «Букініст» тел. (0342) 22-38-28,
ТзОВ «Арка» тел. (0342) 50-14-02;
- в м. Кіровоград:** ТОВ «Школяр» тел. (0522) 22-67-62;
- в м. Кривий Ріг:** КП «Букініст» тел. (0564) 92-37-32;
- в м. Луганськ:** Книгарня «Глобус-книга» тел. (0642) 53-62-30;
- в м. Луцьк:** ТВ ТзОВ «Знання» тел. (03322) 4-23-98, ТВП «Планета» тел. (03322) 2-39-58;
- в м. Львів:** Книгарня «Глобус-книга» тел. (0322) 74-01-77, ПП Василькевич К. І.
тел. (0322) 75-79-86, ТОВ «Книжкові джерела» тел. (0322) 45-00-64;
- в м. Миколаїв:** АВРП «Миколаївкнига» тел. (0512) 55-20-93;
- в м. Полтава:** Книжковий магазин «Планета» тел. (0532) 27-20-19, Книжковий
магазин «Зоря» тел. (0532) 27-21-61, ПП Солдаткіна В. Г. тел. (0532) 66-87-84;
- в м. Рівне:** ТОВ «Іскра» тел. (0362) 23-63-16, ОККП «Рівнекнига» тел. (0362) 22-41-05;
- в м. Суми:** ПП Ніканоров В. І. тел. (0542) 22-22-58;
- в м. Тернопіль:** ТОВ «Кобзар» тел. (0352) 52-23-05, КП «Кооп-книга» тел. (0352) 52-25-40;
- в м. Ужгород:** ТОВ «Кобзар» тел. (03122) 3-35-16;
- в м. Харків:** ДП «Авіоніка-Харків» тел. (057) 214-04-71, ТОВ «Вища Школа»
тел. (057) 700-10-50, Книгарня «Знак» тел. (057) 719-26-24,
книгорозповсюджувач Тимченко Андрій Миколайович тел. (050) 651-83-88;
- в м. Херсон:** ПП Палей М. С. тел. (0552) 24-64-23, ПП Лісова Г. В. тел. (0552) 26-21-71;
- в м. Хмельницький:** ТОВ «Книжковий світ» тел. (03822) 6-60-73;
- в м. Черкаси:** ТОВ «Фірма «Світоч» тел. (0472) 32-92-78;
- в м. Чернівці:** ПП Дроняк В. В. тел. (0372) 58-33-77
-
-

**Видавничий дім “Професіонал”
пропонує:**

**Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
для студентів вищих закладів освіти**



**Вачевський М. В.
Кремінь В. Г. та ін.**

**ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА
ВЛАСНІСТЬ.
ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА
ІННОВАЦІЙНОЇ
ДІЯЛЬНОСТІ**

Підручник

**“ВД “Професіонал”,
2006. – 448 с.**

У підручнику викладено теоретичні і практичні основи інтелектуальної власності в обсязі, передбаченому навчальною програмою відповідного курсу аудиторних занять для студентів, які опановують професію менеджера, маркетолога, економіста, підприємця, з метою формування відповідних фахових компетенцій. Розглядаються основи розвитку раціоналізаторства і винахідництва, технічної творчості, охорони об'єктів інтелектуальної власності в Україні, порядок проведення патентних досліджень та оформлення заявок на винаходи, промислові зразки, товарні знаки і заяв на раціоналізаторські пропозиції. Висвітлюються питання правових відносин авторів, патентування винаходів за кордоном, патентна документація та міжнародна класифікація винаходів. Наводяться зразки оформлення правових документів на об'єкти інтелектуальної власності.

**Видавничий дім “Професіонал”
пропонує:**

**Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
для студентів вищих закладів освіти**



**Воронкова В. Г.
Беліченко А. Г.
Попов О. М. та ін.**

**УПРАВЛІННЯ
ЛЮДСЬКИМИ
РЕСУРСАМИ:
ФІЛОСОФСЬКІ ЗАСАДИ**

Навчальний посібник

**“ВД “Професіонал”,
2006. – 576 с.**

В навчальному посібнику дається аналіз філософських засад управління людськими ресурсами; синергетично-рефлексивної моделі управління як єдиного соціального організму; кадрової політики організації; маркетингу персоналу, інвестицій в людський капітал; методологія аналізу філософії управління людськими ресурсами, антикризового менеджменту в умовах кризи; зарубіжні теорії управління людськими ресурсами, що в цілому сприяє формуванню парадигми філософії управління XXI ст.

Навчальне видання

Сумець Олександр Михайлович

**ОСНОВИ ОПЕРАЦІЙНОГО
МЕНЕДЖМЕНТУ
ТЕОРЕТИЧНИЙ АСПЕКТ
І ПРАКТИЧНІ ЗАВДАННЯ**

3-є видання, перероблене та доповнене

Керівник видавничих проєктів О. С. Прокопчук

Дизайн обкладинки С. О. Кіцно

Верстка Н. Л. Москаленко

Технічне редагування С. М. Прокопчук

Формат 60x84/16. Підписано до друку 17.03.2006.
Друк офсетний. Папір офсетний. Гарнітура Таймс.
Наклад 800 прим.

ТОВ «Видавничий дім «Професіонал»
Тел./факс (8-044) 451-45-66 (багатоканальний)
e-mail: vdbook@profi-book.kiev.ua,
ruslan@profi-book.kiev.ua
www.profi-book.kiev.ua

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготівників і
розповсюджувачів видавничої продукції
серія ДК № 1533*