

# РОЗВИТОК І ЗАПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

## 1.1 Структура і загальна характеристика СППР

### *Еволюція концепції і структури СППР*

Концепція систем підтримки прийняття рішень виникла в кінці 60-х років ХХ століття разом з ідеєю розподіленого комп'ютерного обчислення. Першою метою створення таких систем було надання кінцевим користувачам можливості взаємодіяти безпосередньо з комп'ютером без посередництва інформаційних спеціалістів. Терміна СППР (DSS) не було до 1971 року. Як уже зазначалося, термін DSS запропонували Горрі (G. Anthony Gerry) і Мортон (Michael S. Scott Morton) — професори Массачусетського технологічного інституту. Вони відчували потребу в створенні відповідних комп'ютерних додатків для розроблення управлінських рішень і розробили класифікаційну таблицю, що називається *сіткою Горрі і Мортон*, яка показана на рис. 1.1. Сітка базується як на принципах Саймона щодо програмованих і непрограмованих рішень, так і на принципах рівнів управління теоретика з управління Антоні (Roberi N. Anthony).

Горрі і Мортон описали типи рішень стосовно *структурованих, слабоструктурованих та неструктурованих* проблем, а також у розрізі функцій управління: *стратегічного планування, адміністративного управління і операційного контролю*, які відповідають верхнім, середнім та нижчим рівням управління. Наприклад, ведення рахунків дебіторів може бути виконане менеджерами операційно-контрольного рівня і належить до структурованих проблем. Планування R&D (досліджень і експериментальних розробок) виконується менеджерами стратегічного планування і належить до неструктурованих завдань.

Горизонтальна пунктирна лінія посередині сітки на рис. 1.1 суттєва. Вона розділяє проблеми, які можна було на той час успішно розв'язувати з комп'ютерною допомогою (вище пунктирної лінії), і проблеми, для яких ще не була готова повна комп'ютерна підтримка. Верхню частину назвали

«*структуровані системи рішень*» (*Structured decision systems — SDS*), а нижню частину — «*системи підтримки прийняття рішень*» (*Decision support systems — DSS*).

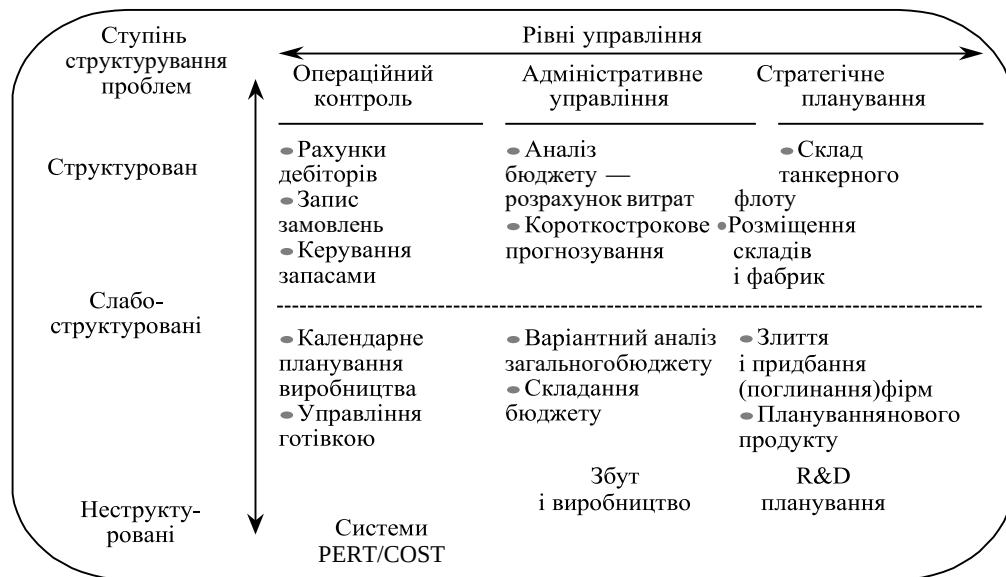


Рис. 1.1. Сітка Горрі і Мортон

Як бачимо, Горрі і Мортон спочатку використовували термін DSS тільки для позначення комп'ютеризованих додатків. Згодом він прижився і застосовувався до *всіх* комп'ютерних додатків, які призначені для підтримки прийняття рішень, як наявних, так і майбутніх.

Як уже зазначалося, не існує загальноприйнятого визначення СППР. Відштовхуючись саме від початкової концепції Горрі і Мортон, можна дати ґрунтовніше визначення СППР.

**Система підтримки прийняття рішень** є інтерактивною системою, яка забезпечує користувачеві легкий доступ до моделей і даних для того, щоб підтримати процес прийняття рішень стосовно слабоструктурованих і неструктурованих завдань.

Проте слід зауважити, що розмаїття пропонованих означень систем підтримки прийняття рішень відбиває широкий діапазон різних форм, розмірів та типів СППР. Але практично всі види цих комп'ютерних систем характеризуються чіткою структурою, яка містить три головні компоненти: підсистему інтерфейсу користувача; підсистему керування базою даних і підсистему керування базою моделей (рис. 1.2). Ці три підсистеми утворюють основу класичної структури СППР, завдяки якій останні відрізняються від інших типів інформаційних систем. Останнім часом з розвитком глобальної мережі Інтернет, корпоративних (Інтранет) та міжорганізаційних (Ентернет) мереж до СППР додають нову підсистему — систему керування

повідомленнями (комунікаціями або зв'язком) — СКП (рис. 1.3). Окремі компоненти цих підсистем зображені на рис. 1.4.

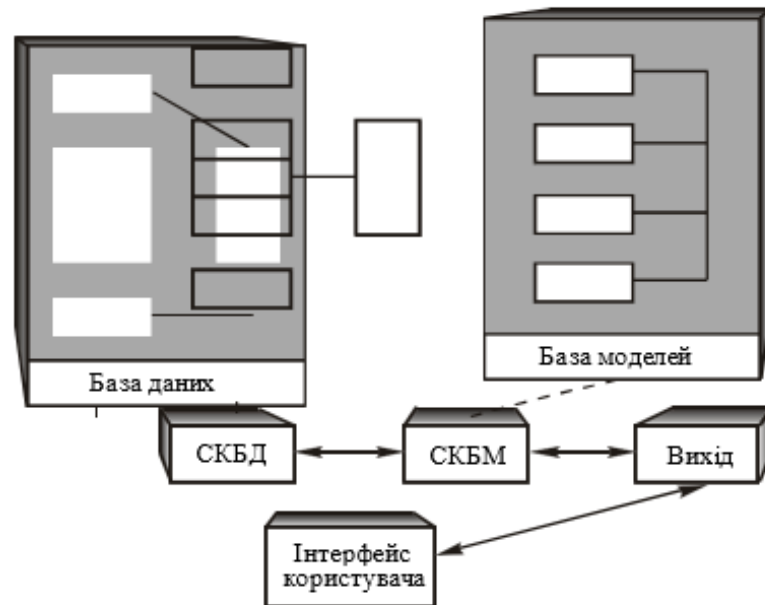


Рис. 1.2. Класична структура СППР: СКБД — система керування базою даних; СКБМ — система керування базою моделей

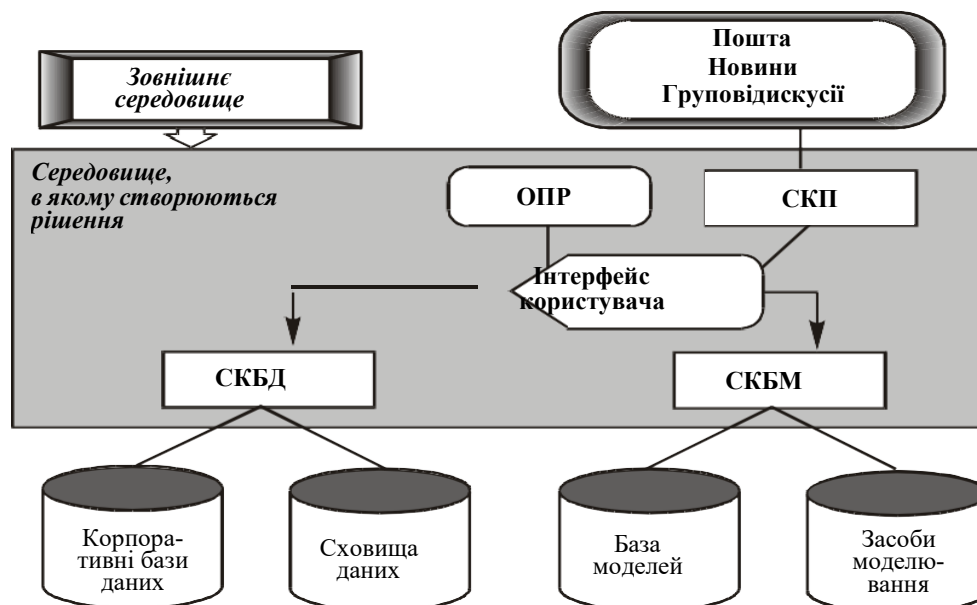


Рис. 1.3. Сучасна структура системи підтримки прийняття рішень



Рис. 1.4. Компоненти підсистем СППР

Специфічні особливості та основи побудови компонентів СППР розглядатимуться далі. Тут слід лише зазначити, що вони забезпечують у СППР реалізацію таких важливих властивостей запобудови інформаційних систем, як інтерактивність, інтегрованість, потужність, доступність, гнучкість, надійність, робастість, керованість.

*Інтерактивність* СППР означає, що система відгукується на різного виду дії, якими людина має намір вплинути на обчислювальний процес, зокрема, у діалоговому режимі. Людина та система обмінюються інформацією в темпі, який порівнянний зі швидкістю оброблення інформації людиною. Проте практика свідчить, що дуже мало керівників бажають і вміють вести прямий діалог з комп'ютером. Багато з них надають перевагу взаємодії із системою через посередника або в режимі непрямого доступу, коли можливе пакетне оброблення інформації. Водночас властивість інтерактивності необхідна для дослідження нових проблем і ситуацій, під час адаптивного проектування прикладних СППР.

*Інтегрованість* СППР — це сумісність складових системи щодо керування даними і засобами спілкування з користувачами в процесі підтримки прийняття рішень.

*Потужність* СППР означає здатність системи відповідати на найістотніші запитання.

*Доступність* СППР — це здатність забезпечувати видачу відповідей на запити користувача в потрібній формі і в необхідний час.

*Гнучкість* СППР характеризує можливість системи адаптуватися до змін потреб і ситуацій.

*Надійність* СППР означає здатність системи виконувати потрібні функції протягом заданого тривалого періоду.

*Робастість* (robustness) СППР — це здатність системи відновлюватися в разі виникнення помилкових ситуацій як зовнішнього, так і внутрішнього походження. Наприклад, у робастій системі допускаються помилки у вхідній інформації або несправності апаратних засобів. Хоча між надійністю та робастістю існує певний зв'язок, ці дві характеристики системи різні: система, яка ніколи не поновлюватиметься в разі настання помилкових ситуацій, може бути надійною, не будучи робастою; система з високим рівнем робастості, яка може відновлюватися й продовжувати роботу в багатьох помилкових ситуаціях, може бути водночас віднесена до ненадійних, оскільки вона може бути нездатною заздалегідь, до пошкодження виконати необхідні службові процедури.

*Керованість* СППР означає, що користувач може контролювати дії системи, втручаючись у хід розв'язування задачі.

### *Способи взаємодії особи, що приймає рішення, з СППР*

Як уже зазначалося, в ідеалі користувачі мають бути інформаційно і комп'ютерно грамотними, тобто розуміти сутність використовуваної інформації і вміти працювати безпосередньо за комп'ютером. Проте комп'ютерна грамотність творця рішень не є обов'язковою умовою успішного використання СППР. Річ у тім, що багато керівників різного рівня не відчують потреби працювати за комп'ютером, а надають перевагу спілкуванню з людьми. Тому системи підтримки прийняття рішень проектуються з урахуванням цього чинника. Опишемо спектр режимів взаємодії користувачів із СППР, маючи на увазі, що практично можуть використовуватися не лише наведені в табл. 4.1 режими, але й різні змішані режими, тобто скомбіновані з п'яти основних.

## СПОСОБИ ВЗАЄМОДІЇ ОПР ІЗ СППР

Таблиця 4.1

| Назва режиму взаємодії                     | Описання режиму                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Удосконалений термінальний</i>          | ОПР є безпосереднім користувачем системи, відчуває комфортність і впевненість у роботі з базами даних, СКБД і системами моделювання. Може самостійно будувати моделі і невеликі СППР                                           |
| <i>Термінальний</i>                        | ОПР працює безпосередньо з системою в інтерактивному ( <i>on-line</i> ) режимі, формує запити до системи, отримує й інтерпретує відповіді, які використовуює в процесі прийняття рішень і/або для пошуку додаткової інформації |
| <i>Режим клерка</i>                        | ОПР частіше працює з системою в режимі непрямого ( <i>off-line</i> ) доступу, конструює запити, які потім обробляються системою. Очікуючи відповіді, ОПР може виконувати іншу роботу                                           |
| <i>Режим посередника</i>                   | ОПР використовує систему через посередників (аналітиків, консультантів), які, одержавши запити керівника, формалізують їх, аналізують проблему за допомогою системи, фільтрують та інтерпретують видані СППР результати        |
| <i>Автоматизований режим («на підпис»)</i> | ОПР отримує стандартні, повторювані повідомлення, які автоматично (без спеціального запиту) генеруються системою. ОПР використовує ці повідомлення разом з інформацією, що надходить з інших джерел                            |

### Еволюція СППР

Аналізуючи еволюцію систем підтримки прийняття рішень, можна вирізнити три покоління СППР: перше покоління розроблялося в період 1970—1980 років, друге — з початку 1980 до середини 90-х років, третє — із середини 90-х років і донині (розроблення нових типів триває).

Перше покоління СППР, як уже зазначалося, майже повністю повторювало функції звичайних управлінських систем щодо надання комп'ютеризованої допомоги у прийнятті рішень. Основні компоненти СППР мали такі ознаки:

- **керування даними** — великі обсяги інформації, внутрішні і зовнішні банки даних, оброблення й оцінювання даних;
- **керування обчисленнями (моделювання)** — моделі, розроблені фахівцями в галузі інформатики для спеціальних проблем;
- **користувацький інтерфейс (мова спілкування)** — мови програмування, створені для великих ЕОМ, які використовуються виключно програмістами.

СППР другого покоління вже мали принципово нові ознаки:

- **керування даними** — необхідна і достатня кількість інформації про факти згідно зі сприйняттям ОПР, що охоплює приховані допущення, інтереси та якісні оцінки;
- **керування обчисленнями і моделюванням** — гнучкі моделі, які відтворюють спосіб мислення ОПР у процесі прийняття рішень;
- **користувацький інтерфейс** — програмні засоби, «дружні» користувачеві, звичайна мова, безпосередня робота кінцевого користувача.

Дружні СППР дають їй змогу вести рівноправний зрозумілий діалог із ПЕОМ, використовуючи звичні мови спілкування. Системи можуть «персоналізувати» користувача, підстроюватися під його стиль мислення, рівень знань і професійної підготовки, а також засоби роботи.

Цілі та призначення СППР другого покоління можна визначити так:

- ✓ допомога в розумінні розв'язуваної проблеми. Сюди належать структуризація проблеми, генерування постановок задач, виявлення переваг, формування критеріїв;
- ✓ допомога в розв'язуванні задач: генерування і вибір моделей та методів, збір і підготовка даних, виконання обчислень, оформлення і видача результатів;
- ✓ допомога щодо аналізу розв'язків, тобто проведення аналізу типу «Що ..., коли ...?» і т. ін., пояснення ходу розв'язування, пошук і видача аналогічних рішень у минулому та їх наслідків.

СППР третього покоління мають ті самі ознаки, що і другого покоління, але з'явилися додаткові можливості за рахунок упровадження таких нових засобів інформаційних технологій та методів штучного інтелекту:

- 1) сховищ та вітрин даних, що дає змогу творцям рішень аналізувати величезні обсяги даних про поточні ділові транзакції з метою вибору раціонального рішення;
- 2) OLAP-систем, які дають можливість користувачам швидко і зручно маніпулювати великими базами даних для дослідження багатьох показників бізнесової діяльності в різних ракурсах;
- 3) дейтамайнінгу (Data mining) — методів інтелектуального аналізу даних для пошуку в базах і сховищах даних невідомих (прихованих) закономірностей і тенденцій;
- 4) консультуючих, оснований на знаннях, засобів підтримки прийняття рішень;
- 5) новітніх засобів телекомунікацій, які забезпечують ефективні зв'язки користувачів між собою під час створення групових рішень (Groupware), віртуальних організацій і офісів тощо;
- 6) географічних баз даних та геоінформаційних систем, які забезпечують користувачам доступ, показ і аналіз даних, що мають географічний (територіальний) зміст і значення, з використанням карт.

Слід відзначити, що до останнього часу системи підтримки прийняття рішень третього покоління інколи називали інакше, наприклад, «СППР на основі сховищ даних», «інтелектуальні СППР» тощо. Проте, як буде показано в шостому розділі, ці новітні інформаційні системи цілком уписуються в існуючі СППР як окремі типи чи групи. Крім того, не можна сказати, що нові покоління СППР витісняють чи заміняють попередні. Нині використовуються СППР усіх поколінь, можливо, у разі необхідності деякі застарілі системи модифікують.

### *Характеристика сучасних СППР*

Сучасним комп'ютерним системам підтримки прийняття рішень притаманні такі риси та властивості:

1. *СППР надає керівникові допомогу в процесі прийняття рішень і забезпечує підтримку в усьому діапазоні контекстів структурованих, напівструктурованих і неструктурованих завдань.* Розум людини та інформація, що генерується комп'ютером, становлять одне ціле для прийняття рішень.
2. *СППР підтримує і посилює (але не замінює і не відмінює) міркування та оцінки керівника.* Контроль лишається за людиною. Користувач «почуває



себе комфортно», використовуючи систему, завдяки зручному інтерфейсу, і не боїться працювати з нею.

3. *СППР підвищує, головню, ефективність прийнятих рішень (а не лише продуктивність ОПР).* На відміну від адміністративних інформаційних систем, в яких акцент робиться на максимальній продуктивності аналітичного процесу, у СППР значно вагомішою є ефективність процесу прийняття рішень та самих рішень.

4. *СППР інтегрує моделі та аналітичні методи зі стандартним доступом до даних і вибіркою даних.* Для надання допомоги у прийнятті рішень активізуються одна чи кілька моделей (математичних, статистичних, імітаційних, кількісних, якісних або комбінованих). Зміст баз та сховищ даних охоплює історію поточних і попередніх операцій (сильна сторона типової АІС), а також інформацію внутрішнього характеру та інформацію про середовище.

5. *СППР проста у використанні навіть для осіб, які не набули значного досвіду спілкування з ЕОМ.* Системи є «дружніми» для користувачів, не потребують практично ніяких глибоких знань з обчислювальної техніки і забезпечують просте пересування системою, діалогову документацію, умонтовані засоби навчання та інші атрибути програмних інтерфейсних систем.

6. *СППР побудована за принципом інтерактивного розв'язування завдань.* Користувач має змогу підтримувати діалог із СППР у безперервному режимі, а не обмежуватися введенням окремих команд з наступним очікуванням результатів.

7. *СППР зорієнтована на гнучкість та адаптивність для пристосування до змін у середовищі чи в підходах до розв'язування задач, які обирає користувач.* Керівник має пристосуватися до змінюваних умов сам і відповідно підготувати систему. Еволюція та адаптація системи мають бути поєднані з її життєвим циклом.

8. *СППР не мусить нав'язувати користувачеві певного процесу прийняття рішень.* Користувач повинен мати низку можливостей, щоб обирати їх у формі та послідовності, які відповідають стилю його пізнавальної діяльності — стилю «уявлених моделей».

Ця традиційна характеристика систем підтримки прийняття рішень останнім часом доповнилася новими можливостями за рахунок «інтелектуалізації», зокрема:

1. СППР включає модуль знань, який описує деякі аспекти світогляду творців рішень, описує, як завершити різні завдання, зазначає, які висновки

мають силу за різних обставин тощо.

2. СППР має здатність набувати й підтримувати дискриптивні знання (ведення записів, реєстрацію) і також інші види знань (зберігання процедур, правил тощо).

3. СППР має здатність подавати знання на даний випадок (ad an hoc) у різний спосіб, а також у стандартизованих звітах.

4. СППР здатна вибрати будь-яку бажану частину збережених знань для презентації або отримання нового знання засобами розпізнавання і/або розв'язування проблем.

### *Підсистеми програмного забезпечення СППР*

Як уже зазначалося, в системах підтримки прийняття рішень виключне значення мають дані та інформація. У базу даних вводяться дані про середовище фірми. База даних також містить дані, що забезпечуються інформаційною системою менеджменту. Вона використовується трьома підсистемами програмної підтримки.

- **Програмне забезпечення підготовки звітів (Report-writing software)** формує як періодичні, так і спеціальні звіти. Періодичні звіти складаються відповідно до календарного плану, і, зазвичай, вони підготовляються програмним продуктом, який кодується в таких процедурних мовах як COBOL або PL/1. Спеціальні звіти готуються як відповіді на непередбачувані інформаційні потреби і набувають форму запитів користувачів до бази даних, які використовують мови запиту СКБД або мови четвертого покоління.

- **Математичні моделі** формують інформацію згідно з моделлю, яка містить один або більше компонентів фізичної системи фірми або аспекти її операцій. Математичні моделі можуть бути описані будь-якою процедурною мовою програмування. Однак, спеціальні мови моделювання, наприклад фінансового моделювання, полегшують завдання і мають потенціал для кращого його виконання.

- **Групове забезпечення (Groupware)** надає можливість багатьом розв'язувачам проблеми працювати разом, як одна група, щоб отримати розв'язок. У цій специфічній ситуації використовується термін «ГСППР» — групова система підтримки прийняття рішень. Розв'язувачі проблеми можуть являти собою комітет або команду проекту. Члени групи спілкуються один з одним як безпосередньо, так і за допомогою засобів

групового забезпечення.

Програмне забезпечення звітування і математичні моделі завжди були необхідними інгредієнтами СППР. Оскільки концепція СППР була розширена до забезпечення підтримки двох або більше учасників розроблення рішень разом, як команди або комітету, то ідея спеціально орієнтованого на групову підтримку програмного забезпечення (groupware) стала реальністю. Протягом минулого десятиріччя більшість зусиль щодо розвитку СППР була націлена на відпрацювання концепції групової системи підтримки прийняття рішень.

## **1.2 Сфери та приклади застосування СППР**

### *Галузі застосування СППР*

Системи підтримки прийняття рішень набули широкого застосування в економіках передових країн світу, причому їх кількість постійно зростає. На рівні стратегічного управління використовується ряд СППР, зокрема, для довго-, середньо- і короткострокового, а також для фінансового планування, включаючи систему для розподілу капіталовкладень. Орієнтовані на операційне управління СППР застосовуються в маркетингу (для прогнозування та аналізу збуту, дослідження ринку і цін), за виконання науково-дослідних та конструкторських робіт, в управлінні кадрами. Операційно-інформаційні застосування пов'язані з виробництвом, придбанням та обліком товарноматеріальних запасів, їх фізичним розподілом та бухгалтерським обліком. Узагальнені СППР можуть поєднувати дві чи більше з названих функцій.

У США 1984 року було проаналізовано 131 тип СППР і завдяки цьому виявлено пріоритетні галузі їх використання. До них належать такі: виробничий сектор; гірничорудна справа; будівництво; транспорт; фінанси; урядова діяльність. Частка комп'ютерної підтримки різних функцій за допомогою СППР була такою: в операційному менеджменті — 30 %; у довгостроковому плануванні — 40 %; за розподілу ресурсів — 15 %; у розрахунках річного бюджету — 12 %. Хоча з часу проведення досліджень пройшло багато років і сфери застосування СППР суттєво розширилися, проте є підстави вважати, що виявлені тенденції загалом зберігаються.

## Приклади застосування СППР

Наведені нижче приклади використання СППР свідчать про широкий діапазон їх застосування. Головні риси, що мають СППР, використовуються аналітиками для виконання багатьох завдань, включаючи ціноутворення і вибір маршруту. Багато компаній придбавають СППР з метою допомоги їм у стратегічному плануванні й прогнозуванні. Спеціалісти часто використовують ті СППР, які містять переважно фінансові та імітаційні моделі, і уможливають оцінювання інвестицій і підтримку загального зростання фірм. СППР містять функції, котрі допомагають у ціноутворенні та рекламуванні. Комівояжери використовують кишенькові комп'ютери для підтримки рішень щодо вибору оптимального маршруту.

Багато промислових компаній використовують програмне забезпечення СППР для планування промислових ресурсів (MRP). Цей специфічний операційний рівень СППР підтримує головну галузь виробництва щодо планування, придбання та складання вимог на матеріали. Пізніші системи MRP підтримують аналіз типу «а що..., коли...?» і уможливають імітацію. Корпорації США *Monsanto*, *FedEx* і більшість транспортних компаній використовують СППР для планування товарообміну, руху аеропланів і кораблів. Компанія «Coast Guard» використовує СППР для розв'язування проблем щодо придбання. Компанії, подібні до *Wal-Mart*, мають великі сховища даних і використовують програмне забезпечення для добування даних. Ділова інформація і системи управління знаннями стали загальнодоступними. В Інтернеті можна знайти СППР, що допомагають за вибору маршрутів, управляти портфелями акцій, вибирати акціонерний капітал, планувати подорожі і пропонувати дарунки. СППР підтримують розподілені оброблення рішень, використовуючи групове програмне забезпечення (groupware) і корпоративний Інтранет.

Перелік найвідоміших «комерційних» СППР містить сотні назв. Наприклад, на початку 2000 року кількість фірм-постачальників програмного забезпечення СППР у США досягала сотні, а різних СППР налічувалося більше 270 ([www.uky.edu/BusinessEconomics/dssakba/insmat.htm](http://www.uky.edu/BusinessEconomics/dssakba/insmat.htm)). Загальний обсяг продажу перевищував мільярд доларів. Пропонувалося 29 типів СППР, які охоплювали різні сфери діяльності людей. З них були призначені для розв'язування питань щодо: кар'єри — 20 систем; отримання освіти — 16; фінансових рішень — 14; здоров'я — 24; трудових ресурсів — 3; вибору інформаційних технологій — 8; страхової справи — 9; інвестиційних рішень —

30; підтримки легальності (законності) рішень — 6; побуту — 10; управління природними ресурсами — 8; придбання товарів — 12; оцінювання нерухомого майна — 22; переселення, переміщення, перебазування — 7; пенсій — 7; доставляння, відправлення — 5; оподаткування — 2; фінансового і податкового планування — 1; вибору подорожей і відпочинку — 35; автотранспортних засобів — 9 та ін. Детальнішу інформацію про названі типи СППР можна знайти в літературі [34], а також на відповідних сайтах фірм-виробників СППР. Зрозуміло, що наведений перелік не охоплює всіх використовуваних СППР. Опишемо деякі порівняно нові або модифіковані СППР.

### *СППР Marketing Expert*

Російськомовна СППР *Marketing Expert* створена компанією «Pro-Invest Consulting». Вона забезпечує підтримку прийняття рішень на всіх етапах розроблення стратегічного й тактичного планів маркетингу і контролю за їх реалізацією. Система призначена для розв'язування двох основних завдань:

- 1) *проведення аудиту маркетингу*: оцінювання реального становища компанії на ринку, порівняння з конкурентами, виявлення сильних і слабких сторін збутової структури, цінової політики;
- 2) *планування маркетингу*: вироблення оптимальної стратегії і тактики компанії на ринку з використанням відомих аналітичних методик (GAP-аналізу, сегментного аналізу, SWOT-аналізу, Portfolio-аналізу та ін.).

У процесі виконання цих завдань користувач отримує можливість: визначати рентабельність продукції за окремими товарами й товарними групами, а також дохідність і прибутковість окремих сегментів ринку; розраховувати загальний обсяг ринку за товарами і темпи його зростання; розраховувати ціни на товари, виходячи із заданого рівня рентабельності підприємства; оптимально розподіляти продукцію за каналами збуту.

Графічною основою програми є «карта ринку», яку конструює користувач за допомогою спеціального інструмента — препроцесора. Карта ринку схематично відбиває компанію, її підрозділи, території, на яких вона діє, товари, групи споживачів, конкурентів тощо. Усі об'єкти у певний спосіб ув'язуються і докладно описуються (відповідна інформація може бути введена за активування об'єкта). Отже, *Marketing Expert* дає змогу «проробляти» кожний істотний елемент у життєдіяльності компанії, утримуючи перед очима загальну картину.

Крім кількісних методик *Marketing Expert* містить засоби якісного аналізу (експертні листи і засоби їх редагування). Програма уможливорює перегляд

результатів у табличному або графічному вигляді, безпосереднє їх роздруковування або експортування для подальшого редагування в *Microsoft Word*.

Нині СППР виходить у двох версіях: *Marketing Expert* і *Marketing Expert Professional*. У постачання версії *Marketing Expert Prof* входить додатковий модуль «Extrapolation», який надає користувачам додаткові можливості: побудувати прогноз продажу з обчисленням того, що контролюється (витрат на рекламу, цін на свою продукцію, прибутку та ін.), а також чинників зовнішнього середовища (цін конкурентів, що не контролюються, прибутків населення, курсів валют тощо); спрогнозувати попит на продукти і розрахувати коефіцієнти еластичності попиту.

Версія *Prof* містить функції передавання даних у відому програму для інвестиційного менеджменту *Project Expert 6*. Модуль обміну програми *Project* дає змогу імпортувати дані про продукти, умови їх реалізації та ін., підготовлені в системі *Marketing Expert Prof*, в операційний план поточного проекту *Project Expert 6*. Отже, *Marketing Expert*, виступаючи як самостійна програма, може водночас бути і доповненням до *Project Expert 6* як засіб детального опрацювання плану маркетингу для інвестиційних проектів.

*Marketing Expert* функціонує під Windows 3x, 95, 98 і NT. Мінімальні вимоги до комп'ютера — процесор 486DX, 8Mb оперативної пам'яті, 16Mb вільного місця на диску.

### *СППР Decision Grid*

*СППР Decision Grid* являє собою програмну оболонку для автоматизації процесу зіставлення дискретних альтернатив за багатьма критеріями. Виробником системи є компанія «Softkit Technologies Inc». У *Decision Grid* інформація для прийняття рішень вводиться в порівняльну таблицю, стовпці якої відповідають альтернативам, а рядки — критеріям їх оцінювання. На перетині рядків і стовпців розміщується оцінка альтернативи за певним критерієм. *Decision Grid* має багато функціональних можливостей, які створюють зручні умови для кращого оцінювання та порівняння альтернатив і, отже, підвищують якість процесу прийняття рішень.

*Визначення ваги критеріїв.* Ваги виражають важливість критеріїв і набувають значень від 0 до 100 (за замовчування — 50). Більшій важливості відповідає більша вага. Коефіцієнт відносної важливості критерію, використовуваний системою *Decision Grid* за зіставлення альтернатив, дорівнює

його вазі, поділений на суму ваг усіх критеріїв даного рівня ієрархії в таблиці.

*Використання невизначених оцінок.* Із критерієм може бути асоційована невизначеність у разі застосування варіації до всіх оцінок цього критерію або введення діапазонів допустимих значень для окремих оцінок.

*Визначення значень добору.* Можливість добору за певним значенням критерію дає змогу відфільтрувати альтернативи, що не задовольняють певні вимоги, і усунути їх з порівняння.

*Використання порогів переваги.* Для описання стандартних ступенів переваги відповідно до різниці між двома альтернативами в *Decision Grid* можна встановити три пороги переваги: Indifference, Preference, Veto. Наприклад, коли бажано, щоб різниця у витратах пального щодо двох автомобілів, менша за 1 галон пального на милю, зовсім не впливала на результати зіставлення, можна встановити поріг порівняння Indifference = 1 для критерію витрат пального.

*Виконання аналізу чутливості.* Для всіх оцінок у таблиці може бути виконаний аналіз чутливості з метою точного визначення факторів, що найбільше впливають на ранжування альтернатив. *Decision Grid* враховує для кожної оцінки окремо варіацію, яку визначає користувач, і перераховує остаточне ранжування. Варіація чутливості виражається у відсотках від діапазону шкали допустимих значень критерію. *Decision Grid* показує оцінки, що змінюють ранжування, у контрастних кольорах.

*Множинні сценарії.* За допомогою *Decision Grid* є можливість аналізу і зіставлення багатьох поглядів, поданих одним або кількома користувачами. Кожний погляд можна описати окремим сценарієм. У різних сценаріях використовуються ті самі альтернативи і критерії, але можна задавати інші оцінки, значення ваг критеріїв, фактори невизначеності та рівні порогів. Коли всі сценарії описані, можна агрегувати результати для знаходження середнього ранжування.

*Графічний перегляд результатів.* Результати порівняння альтернатив можуть бути подані в графічному вигляді, що дає змогу краще оцінити інтервал між кожною альтернативою та її конкурентами. *Decision Grid* формує чотири види звітів, що подають результати під різним кутом зору.

*Інтеграція Decision Grid з іншими додатками та програмування.* Існує можливість вставляння таблиці порівняння *Decision Grid* в інший документ (текстовий або в електронну таблицю).

*Decision Grid* підтримує програмний інтерфейс *OLE Automation*. Використовуючи цей інтерфейс, програміст дістає доступ до моделі об'єктів *Decision Grid* і може у такий спосіб реалізувати програмний обмін інформацією

з іншими прикладними програмами, такими як база даних, табличний процесор або браузер Інтернету.

*Використання шаблонів.* До складу *Decision Grid* входить набір з 20 готових для використання шаблонів із різних сфер людської діяльності (бізнес, суспільний сектор, особисте життя), які можуть бути використані для швидкої побудови таблиць порівняння.

### **СППР RealPlan**

*RealPlan* — це СППР з інвестування в нерухоме майно. Система виконує велику кількість типових дій, які необхідні для придбання нерухомого майна, удосконалення його і рішень щодо відмовлення від участі. Ці операції включають деталізовані розрахунки прибутку, витрат і планування оплати готівкою. Адміністратор портфеля створює таблицю потенційних застосувань для кожної одиниці нерухомості. *RealPlan* потім використовує алгоритм пошуку, щоб оцінити найвигідніший вибір і узгодити в часі дії щодо умов оплати готівкою.

### **СППР TAX ADVISOR**

**TAX ADVISOR** (консультант з питань оподаткування) допомагає повіреному з питань оподаткування і планування майна для клієнтів з великою власністю (за вартістю більшою, ніж \$175 000). Система збирає дані клієнта і робить висновки щодо дій, які клієнтам потрібно виконати, щоб оцінити їхню фінансову структуру, включаючи купівлю страхового поліса, рішення щодо вилучення з обігу (списання), передавання матеріальних цінностей, зміну контракту щодо дарування і умов заповіту. *TAX ADVISOR* використовує основу на правилах схему подання знань, яка контролюється зворотною послідовністю міркувань.

### **СППР Advanced Scout**

IBM має прототип програмного забезпечення, щоб допомагати командам національної баскетбольної асоціації (NBA) і службовим особам ліги обчислювати й інтерпретувати дані, які збираються в перебігу кожної гри.



Розроблене програмне забезпечення, що називається «Advanced Scout», застосовується, щоб підготуватися до гри. Команда може швидко переглянути незліченні ситуації: кидки, які намагалися зробити баскетболісти; блокувані кидки; асистування; персональні помилки гравців. *Advanced Scout* може також виявити шаблони в цій статистиці, про які команді невідомо. Програмне забезпечення *Advanced Scout* уможливорює легкий і обдуманий шлях оброблення інформації. Застосування системи не потребує спеціальної комп'ютерної підготовки. Шаблони елементів гри, які виявлені в процесі аналізу, поєднуються з відеозображенням гри. Команди можуть дивитися кліпи, які їх цікавлять.

### **Система бізнесової інформації (Business Intelligence) FedEx**

СППР *FedEx* (скорочено від Federal Express), що базується в Memphis, Tenn., дає змогу оглядати можливості ділових повідомлень з глобальної бази 700 кінцевих користувачів. *FedEx* містить централізоване, інтегроване відкрите сховище даних та забезпечує оснований на Web доступ у реальному режимі часу до фінансової і логістичної інформації, необхідної для планування і прийняття рішень. Дані зберігаються в базі даних *Oracle*, а аналітичні запити виконуються за допомогою окремого сервера засобами OLAP. Найбільший доступ забезпечується системами корпоративних Інтранет, поєднаними з деякими стандартними засобами клієнта/сервера, використовуючи електронні таблиці Excel.

### **СППР ShopKo**

1997 року розроблена система *ShopKo* — «Сховище даних щодо товарів». *ShopKo* зберігає дані про 200 000 наявних одиниць товарів. У результаті маємо великі масиви даних. Кожного дня збирається і зберігається у сховищі даних статистика щодо збуту по кожному наявному елементу, яка завжди наготові. Це центральне сховище даних використовується під час аналізу запитів і прийняття рішень. Головна стратегія розроблення інструментального засобу цієї СППР полягала в тому, щоб дати змогу користувачам *ShopKo* робити запити до загального бізнесового сховища для виявлення й аналізу ділових можливостей і особливих ситуацій. Завдяки цій стратегії є можливість здійснювати раціональні переміщення товарів у потрібний час і в необхідне місце, ураховуючи поточні

запити про зміни залежно від сезону, тенденції тощо. Важливою метою цього проекту було: удосконалення аналізу збуту, створення раціональних рівнів запасів, визначення напрямів ринкової діяльності й підвищення рекламної ефективності. Ця система розширила можливості СППР стосовно доступу до пунктів зберігання товарів за допомогою використання Web-базованої СППР.

### 1.3 СППР Visual IFPS/Plus

#### Загальне описання Visual IFPS/Plus

Інтерактивна система планування фінансів — *Interactive Financial Planning System* (скорочено IFPS) — була оригінально розроблена на початку 70-х років XX ст. професором Г. Вагнером (Gerald R. Wagner) і його студентами в університеті штату Техас. Створена також мова універсального планування фінансів, що особливо зручна в користуванні. Система *IFPS* набула надзвичайного поширення. Ще 1982 року вона експлуатувалася майже в 1000 великих фірм. З того часу система під назвою

«Visual IFPS/Plus» постійно вдосконалювалася. Пізніше вона була куплена компанією «COMSHARE», що її розповсюджувала, і набула поширення як у промисловості, так і в університетах.

Опишемо стисло основні можливості, функції та приклади застосування СППР *Visual IFPS/Plus*. Повне описання даної системи можна знайти в навчальному виданні [69], а також у керівництві для користувачів, яке надається компанією

«COMSHARE».

Вираз «Visual IFPS/Plus» означає:

- *Visual*: інтерактивна діалогова система в середовищі Windows;
- *IFPS*: Interactive Financial Planning System (інтерактивного фінансового планування);
- *Plus*: прив'язка до зовнішніх банків даних.

*IFPS/ Plus* виробляється в трьох головних версіях:

(система

1. Комерційна версія клієнт-сервер, яка діє в середовищі Windows/NT.
2. Комерційна mainframe версія (для великої ЕОМ).
3. Версія для студентів, яка діє на ПЕОМ під Windows 3.1 або Windows

3.11.

Студентська версія *Visual IFPS/Plus* є загальнодоступним програмним продуктом, який можна отримати безкоштовно через Інтернет за адресою: <http://www.mis.cmich.edu/IFPSplus.htm>. Вона має низку обмежень, зокрема, розмір електронної таблиці не перевищує 120 змінних та 60 стовпців, база даних має максимум

500 рядків і 40 полів на кожне відношення; універсальна консолідація може бути виконана максимально на трьох рівнях і не більше, ніж на 15 вузлах.

Система *Visual IFPS/Plus* підтримує процеси розв'язування проблем, будуючи зрозумілі ділові ситуації. Основні моделі *IFPS*, завдяки яким система стала корисним інструментом для керівників, містять мову моделювання і структуру команд, які дають змогу описувати проблеми звичною для людини мовою (англійською або іншою мовою з латинськими літерами) й діставати розв'язки у табличному вигляді. *IFPS* здатна виражати співвідношення між клітинками таблиці, інтерпретація значень яких цілком перебуває в розпорядженні користувачів. На рисунку 4.5 подано модель нарахування простих процентів і результатну таблицю, а на рисунку 4.6 зображено загальний екран *Visual IFPS/Plus*, на якому показана створена користувачем модель.

а) модель

**MODEL INTERESTCOLUMNS 1.. 6**

**BALANCE = PRINCIPAL+ INTEREST**

**PRINCIPAL = 1000,**

**PREVIOUS**

**BALANCE**

**INTEREST =**

**PRINCIPAL\* INTEREST**

**RATE**

**INTEREST RATE = 0.**

**0525/4**

б) звіт

|        | 1        | 3        | 4        | 5        | 6 |
|--------|----------|----------|----------|----------|---|
| BA     | 1013. 13 | 1026. 43 | 1039. 89 | 1053. 54 |   |
| LANCE  | 1067.37  | 1081.38  |          |          |   |
| PRI    | 1000. 00 | 1013. 13 | 1026. 43 | 1039. 89 |   |
| NCIPAL | 1053.54  | 1067. 37 |          |          |   |

|       |     |        |        |        |        |     |
|-------|-----|--------|--------|--------|--------|-----|
|       | INT | 13. 13 | 13. 30 | 13. 46 | 13. 65 | 13. |
| EREST | 83  | 14 .01 |        |        |        |     |
|       | INT | . 0131 | . 0131 | . 0131 | . 0131 |     |
| EREST |     | .0131  | .0131  |        |        |     |
| RA    |     |        |        |        |        |     |
| TE    |     |        |        |        |        |     |

Рис. 1.5. Модель нарахування простих процентів у *Visual IFPS/Plus*

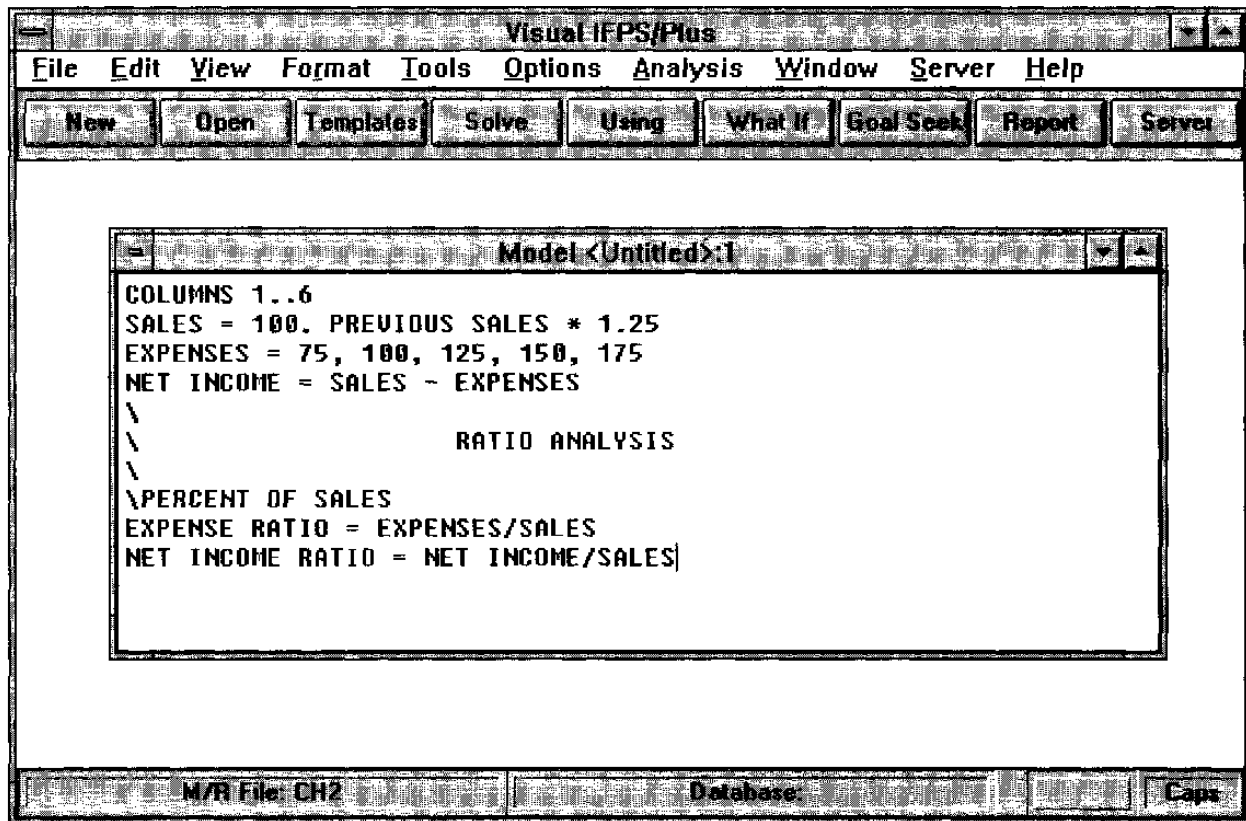


Рис. 1.6. Модель на екрані *Visual IFPS/Plus*

Робота із системою починається з описування потрібної моделі мовою моделювання, яке супроводжується вводом послідовності положень, що визначають джерела даних для рядків і стовпців, а також співвідношень для обчислення значень розв'язків. При цьому користувач може викликати різні програми, вносити коментарі, визначати логічні умови, обмеження та сфери використання даних, виконувати процедури, пов'язані з аналізом ризику, та деякі інші функції. Система не лише передбачає створення власних моделей, а й забезпечує користувачів шаблонами, підпрограмами і вбудованими функціями

(фінансовими, прогнозними, математичними), даючи змогу проводити аналіз типу «Що ..., якщо...?» та імітацію за методом Монте-Карло для аналізу ризику. *IFPS/Plus* містить кілька додатків зі сфери штучного інтелекту, зокрема, використання таблиці правил для підтримки прийняття рішень, а також засоби пояснення результатів моделювання.

Система дає змогу розв'язувати досить широкий спектр задач: добір балансових підсумків, розподіл прибутку за статтями доходів, передбачення змін валютних курсів, прогнозування, аналіз ризику, розроблення стратегії збуту продукції, відбір науково-дослідних проектів, стратегічне планування, планування прибутку і бюджету, вибір між стратегіями закупівлі або виготовлення власними силами продукції тощо. СППР *Visual IFPS/Plus* має широке застосування у фінансах, статистиці та управлінні виробництвом.

### *Короткий огляд Visual IFPS/Plus*

*Visual IFPS/Plus* забезпечує користувача завершеною мовою моделювання, різнобічність якої базується на багатьох вбудованих властивостях. Характеристики, які відрізняють *IFPS/Plus* від звичайних електронних таблиць, позначаються символом (\*).

**АРИФМЕТИЧНІ ОПЕРАЦІЇ.** *IFPS/Plus* використовує символи

+, -, \*, / та \*\* для позначення арифметичних операцій відповідно додавання, віднімання, множення, ділення та піднесення до степеня. Ці операції мають єрархічне підпорядкування. Тобто, показникова функція знаходиться першою. Множення та ділення виконується перед сумуванням та відніманням. Операції одного рівня виконуються зліва направо. Якщо виникає невпевненість у порядку виконання операцій, то використовуються дужки.

Операції в дужках виконуються першими. Наприклад, вираз  $X = (3 + 4) / (5 - - 2 * 2)$  дорівнює 7.

**\*РОЗМОВНА МОВА.** Ви пишете (латинськими буквами) відношення у моделі *Visual IFPS/Plus* у такому ж вигляді, як ви думаєте або кажете про них. Наприклад, ви могли б написати: `VARIABLE COST = VOLUME*UNIT COST` (ЦІНА ПРОДУКЦІЇ

= ОБ'ЄМ\* ЦІНА ОДИНИЦІ) або `TOTAL INVENTORY COST = HOLDING COST + ORDER COST + SHORTAGE COST — SALV AGE COST` (СУМАРНА ВАРТІСТЬ ЗАПАСУ = ВАРТІСТЬ ЗБЕРІГ АННЯ + ВАРТІСТЬ ЗАМОВЛЕННЯ + ВИТРАТИ ЧЕРЕЗ ДЕФІЦИТ — ЛІКВІДАЦІЙНА ВАРТІСТЬ), тобто, ви можете

звернутися до змінних у моделі під тими ж іменами, які ви використовуєте в щоденній мові (в англійській або будь-якій іншій мові). Ця властивість розмовної мови дає можливість легко описувати допустимі значення і зв'язки.

*\*НІЯКИХ ОБМЕЖЕНЬ НА ПОСЛІДОВНІСТЬ ПОДАННЯ.* Ви

можете описати модель для обчислень у будь-якому порядку. На відміну цього, у стандартних машинних мовах, як наприклад BASIC або FORTRAN, послідовність є важливою умовою. Наприклад, якщо задана модель:

INVENTORY COST = HOLDING COST + ORDER COST  
ORDER COST = 200 HOLDING COST = 1000,

то система обчислить вартість товарно-матеріальних запасів і відповіддю буде 1200. Цей же результат отримаємо, якщо поміняємо послідовність рядків у моделі. Коротше кажучи, у *Visual IFPS/Plus* створені умови подання тверджень у зручному для користувача порядку. Єдине, що необхідно зробити, — це переконатися, що кожна змінна (як наприклад, вартість зберігання), яка з'являється справа від знака рівності, також визначається одного разу на лівій стороні від знака рівності. Отже, мова фінансового моделювання є непроцедурною. Перевагами непроцедурних мов є «дружність» до користувачів і легкість використання; проте потрібна більша комп'ютерна пам'ять, щоб розв'язати певну проблему.

*РОЗВ'ЯЗОК ЗАДАЧІ У ВИГЛЯДІ ЕЛЕКТРОННОЇ ТАБЛИЦІ.*

У *Visual IFPS/Plus* пишуть серію рядків (що називається *моделлю*), яка описує проблему, і СППР створює електронну таблицю (або *матрицю*). Наприклад, якщо вводиться модель:

COLUMNS 1997.. 2000  
SALES =1000, 1100, 1200, 1300  
COST OF  
GOODS = .8\* SALES  
PROFIT = SALES – COST OF GOODS,

то система після відповідної команди (Solve) видає розв'язок у формі таблиці (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

**ПРИКЛАД РОЗВ'ЯЗКУ ЗАДАЧІ СППР VISUAL IFPS/PLUS**

|                                       | 1997     | 1998    | 1999     | 2000     |
|---------------------------------------|----------|---------|----------|----------|
| SALES (збут)                          | 1,000.00 | 1,100.0 | 1,200.00 | 1,300.00 |
| COST OF GOODS<br>(вартість<br>товару) | 800.00   | 880.00  | 960.00   | 1,040.00 |
| PROFIT (прибуток)                     | 200.00   | 220.00  | 240.00   | 260.00   |

*А ЩО..., КОЛИ...? (WHAT IF).* Спроможність *Visual IFPS/Plus* як інструментального засобу підтримки рішень визначається вбудованою процедурою аналізу «а що..., коли (якщо)...?». При заданій множині припущень є завжди потреба в дослідженні того, що стається за зміни умов. А що, коли збут, можливо, подвоїться? А що буде, коли він зменшиться наполовину? Аналіз типу

«А що..., коли...?» дає змогу дослідити те, що стається тоді, коли будь-яке припущення або комбінація припущень змінюються.

**ПОШУК ШЛЯХІВ ДОСЯГНЕННЯ МЕТИ.** Часто керівництво встановлює мету і ваша проблема — визначити те, що необхідно виготовити, щоб її досягти. Наприклад, ви можете мати таку мету: «NET PROFIT AFTER TAX = 60000 (ЧИСТИЙ ПРИБУТОК

ПІСЛЯ ПОДАТКУ = 60 000)» і ви хочете знайти потрібний обсяг виробництва (VOLUME), щоб досягнути цю мету. Пошук шляхів її досягнення вбудовується *Visual IFPS/Plus*.

**\*КОНСОЛІДАЦІЯ.** Більшість фірм мають кілька виробничих відділень, а багато з них мають різні відгалуження. Вимога, з якою часто зустрічаються, полягає в необхідності консолідування двох або більше окремих звітів в один у стандартному форматі компанії. *Visual IFPS/Plus* містить команди, які роблять такі консолідації простими. Це також потребує оброблення файлів з відповідними даними і спроможності генерувати звіти на основі використання великих обсягів даних і потрібного форматування.

**ВБУДОВАНІ ФУНКЦІЇ.** *Visual IFPS/Plus* містить велику кількість фінансових, статистичних і математичних функцій, які виконують стандартні обчислення. Наприклад, фінансові функції дають змогу визначати чисту теперішню вартість, внутрішній коефіцієнт окупності, амортизацію і містять ряд

опції щодо знецінення. Функції прогнозування уможливають одержання зміни індексів курсів валют, екстраполяції трендів і проведення регресійного аналізу.

**\*ПОПЕРЕДНЄ (PREVIOUS) і МАЙБУТНЄ (FUTURE).** У будь-який момент за допомогою *Visual IFPS/Plus* можна звернутися до подій, які сталися в попередніх періодах або відбудуться в майбутньому. Наприклад, ви могли б сказати:  $SALES = 1000$ ,  $PREVIOUS\ SALES * 1.06$ , щоб моделювати початкове значення 1000 та 6 %-е зростання збуту від періоду до періоду, або ви могли б сказати:  $ESTIMATED\ TAX\ PAYMENT = .2 * FUTURE$

$PROFIT$  (ОЦІНКА ПЛАТЕЖУ ПОДАТКУ =  $.2 * МАЙБУТНІЙ ПРИБУТОК$  ). Зверніть увагу, що тут оцінена сума податку залежить від значення змінної величини, а саме майбутнього прибутку.

**ЗВІТИ І ФАЙЛИ ДАНИХ.** Щоб зробити *Visual IFPS/Plus* корисним інструментальним засобом управління для великих проблем, він містить вбудовані можливості для створення звітів і файлів даних. За допомогою конкретизації звітнього формату ви можете одержати виведення даних у будь-якому вигляді, який ви бажаєте на додаток до формату електронної таблиці, що забезпечується автоматично.

**КОНФІГУРАЦІЯ (PROFILE).** Ви можете самі вибирати значення за замовчування, що містить *Visual IFPS/Plus*, які відповідають вашим власним побажанням і потребам. Це такі значення, для яких параметри (як, наприклад, ряд десяткових позицій, які використовуються) встановлені тоді, коли ви інсталуєте *Visual IFPS/Plus* у ваш комп'ютер. Значення за замовчування формують параметр, який ви можете індивідуалізувати.

**\*КОМАНДНІ ФАЙЛИ.** Можна створити командні файли, які дадуть вам змогу автоматизувати повторювані процедури, як наприклад, виконання звітів або створення подання до керівництва. З командними файлами люди, які не знають *Visual IFPS/Plus*, можуть одержати попередні звіти. Командні файли є доступними під опцією *Server*.

Інтерфейс користувача має низку опцій, котрі надають можливість користувачу виконувати багато функцій простим натискуванням кнопок. Мова моделювання має деякі вбудовані можливості, які полегшують розв'язання задачі.

Розв'язання задач  
за моделями у *Visual IFPS/Plus*



СППР Visual IFPS/Plus має деякі корисні властивості, що вбудовані в мову моделювання з метою полегшення

розв'язання задачі. Це такі властивості:

1. Створення запитань та рішень (команди типу What If (що..., коли...?), Goal Seek (шукати мету) та Variance (розбіжність)).
2. Створення графіків на виході.
3. Пояснення, чому результати виявилися такими.
4. Використання множини файлів даних для розв'язання задачі.
5. Створення звітів для комунікації з менеджерами.

### **Використання *IFPS/Plus* для створення запитань про модель**

Аналізуючи розв'язки задач за моделями, часто виникає запитання «Що станеться, якщо вхідні умови будуть відмінними від тих, що планувалися раніше? Прикладами таких запитань можуть бути:

«Що буде, якщо обсяг продажу буде меншим, ніж спрогнозований відділом маркетингу?»

«Який вплив має зміна обсягу продажу на 1 % на прибуток?»

«Наскільки фактичне виконання різниться від прогнозованого?»

*Visual IFPS/Plus* має три команди, які дають змогу отримати докладну відповідь на ці запитання: What If; Goal Seek; Variance. Команди What If та Goal Seek доступні у вигляді кнопок на екрані *Visual IFPS/Plus*. Вони допомагають зрозуміти ефект змін у вхідних припущеннях на вимір ефективності моделі. Команда *Variance*, яка показує різницю між двома розв'язками, також доступна у вигляді кнопки. Однак, оскільки ці можливості використовують розв'язки за моделлю, то перш ніж їх використати, треба розв'язати задачу.

### ***Забезпечення графічного виведення***

*Visual IFPS/Plus* має цілий ряд можливостей для побудови графіків. Графіки можуть будуватися на базі однієї таблиці розв'язку. Вікно діалогу Graph Types показує дев'ять типів можливих графіків (стовпчикові діаграми, гістограми,

лінійні графіки та ін.), кожен з яких обирається клацанням миші. Після вашого вибору на екрані з'явиться графік обраного виду. Користувачеві надана можливість форматування зовнішнього вигляду графіка та друкування його.

## **Пояснення, чому отримали саме такі результати**

IFPS/Plus надає три команди пояснення — Explain, Analyze, Outline, що базуються на засобах штучного інтелекту. Ці команди використовують евристичні бізнес-повідомлення, щоб подати відповіді у вигляді простих англійських речень — пояснень, які змінні найважливіші для отриманого варіанта відповіді.

Команда Explain використовується для знаходження відповіді на запитання: «Чому певна клітинка має таке

значення?». Ця команда допомагає вам зрозуміти як модель отримала певну вихідну величину. Якщо команда Explain концентрується на одній клітинці та на поясненні, як вона отримана, то команда Analyze вивчає фактори, що впливають на визначену змінну. Команда Outline дає змогу відслідковувати змінні (не їх значення), що впливають на певну змінну.

## **Використання файлів даних у разі розв'язування задач за моделями**

Якщо ви бажаєте застосувати модель для різних варіантів вхідних умов (наприклад, модель для різних підрозділів), чи якщо ви маєте великий обсяг вхідних даних (наприклад, 24 історичні періоди), то вам буде зручніше помістити вхідні дані у файл даних, а не зберігати їх усередині моделі. В IFPS/Plus файли даних можна створювати двома способами: ввівши з клавіатури дані прямо у файл даних; або створивши реляційну базу даних.

## **Створення звітів**

Мова фінансового моделювання IFPS/Plus, як і багато інших мов програмування, діє за принципом, що формат звіту

відокремлений від моделі та її розв'язку. Отже, той самий розв'язок може бути поданий у багатьох форматах, і навпаки, певний формат звіту може бути використаний для відображення розв'язків за різними моделями. Цей підхід, наприклад, дає змогу використовувати той самий формат для відображення певної кількості випадків What If.

Як тільки розв'язок за моделлю є коректним та вас задовольняє, ви готові

до створення вашого власного звіту. Ви починаєте з натиснення кнопки «New». Отримавши діалогові вікна New, за допомогою простих засобів форматування ви створюєте звіт про результати модельних розрахунків у бажаному вигляді.

### ***Властивості мови IFPS***

#### **Шаблони**

Творці *IFPS/Plus* мали на меті створити таку мову фінансового моделювання, щоб нею можна було описувати будь-які моделі. Тому вони помістили великий ряд функцій, виразів тощо в мову для зручного їх використання. Щоб спростити створення моделі і наглядно подати елементи мови, *IFPS/ Plus* містить великий ряд шаблонів. Ці шаблони доступні за допомогою екрана, щоб нагадати про формат, який вимагається для кожного шаблонного елемента. Користувач може копіювати шаблонні засоби у свою модель, уникаючи у такий спосіб помилок за друкування і зберігаючи час.

Використання шаблонів здійснюється двома шляхами: за допомогою натиснення клавіші *Template* після того, як відкрили модель, або за допомогою вибору шаблону з інструментальних засобів у меню Windows. Коли використовується блок діалогу стосовно шаблонів, то з'являється меню шаблонів, показане на рис. 1.7. Шаблони, які стають доступними користувачу, залежать від того, де він працює в *IFPS/Plus*, тобто вони чутливі до контексту. Ряд шаблонів поділяється на такі групи: функції (Functions), підпрограми (Subroutines), твердження (Statements), вирази (Expression), кожна з яких містить відповідні їй специфічні види шаблонів. Так, наприклад, щодо функцій, показаних на рис. 1.7, то ця група охоплює розподіли ймовірностей (як наприклад, нормальний розподіл), фінансові, прогнозні, математичні, інформаційно-довідкові, статистичні, ланцюжкові функції.

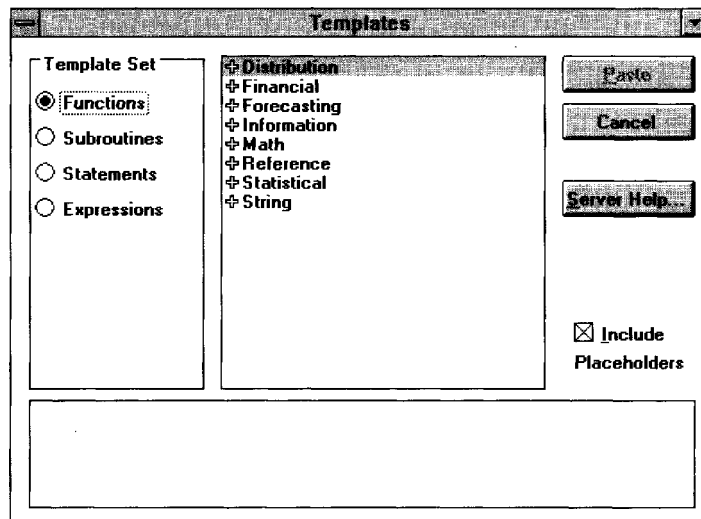


Рис. 1.7. Діалогове вікно **Templates** (Шаблони)

### **Вбудовані функції (фінансові, прогностні, математичні)**

*IFPS/Plus* містить три типи стандартних функцій: *фінансові*; *статистичні*, включаючи функції прогнозування; *математичні*. Щоб використовувати специфічну функцію, необхідно спершу вибрати її ім'я, потім конкретизувати значення її параметрів, які використовуються в обчисленні величини. Наприклад, щоб обчислити чисту теперішню вартість протягом кожного періоду, необхідно ввести передбачувані покриття (тобто,

приплив капіталу), обліковий процент і суму інвестиції (тобто, прямі платежі) у вираз NPVC (RETURN, DISCOUNT RATE, INVESTMENT). Для всіх функцій необхідно забезпечити введення значень точно в заданій послідовності. Їх не можна міняти місцями. Якщо помістити значення облікового процента першим у функції NPVC, то буде отримана неправильна відповідь. Хоч за функціями виконують велику кількість обчислювальних робіт, необхідно знати правила і дотримуватися їх.

### **Фінансові функції**

При проведенні будь-яких фінансових операцій, зокрема, інвестицій, проводиться оцінювання їх ефективності за різними критеріями. Різні заходи (критерії) можуть привести до різних висновків про те, схвалювати чи відхиляти конкретне інвестування.

СППР *IFPS/Plus* дає змогу обчислити показники щодо фінансових рішень, включаючи:

- ✓ *net present value* (NPVC) — чиста (зведена) теперішня вартість (у деяких літературних джерелах позначається як NPV),
- ✓ *net terminal value* (NTV) — чиста кінцева вартість,
- ✓ *internal rate of return* (IRR) — внутрішня нормарентабельності або внутрішній коефіцієнт окупності),
- ✓ *benefit/cost ratio* (відношення доходу/витрати)
- ✓ *growth rate* (темп зростання). Функції

визначаються в такому форматі:

1. *NET PRESENT VALUE*: NPVC (RETURN, DISCOUNT RATE, INVESTMENT)
2. *NET TERMINAL VALUE*: NTV (RETURN, DISCOUNT RATE, INVESTMENT)
3. *INTERNAL RATE OF RETURN*: IRR (RETURN, INVESTMENT)
4. *GROWTHRATE*: GROWTHRATE (VARIABLE) чи GROWTHRATE (VARIABLE, COLUMN)

### Статистичні функції і функції прогнозування

*IFPS/Plus* забезпечує обчислення як за елементарними статистичними, так і елементарними функціями прогнозування. Статистичними функціями є: MEAN (середнє значення), MEDIAN (медіана), STDDEV (середнє квадратичне відхилення). До функцій прогнозування належать: MOVA VG (метод ковзучого середнього значення), TREND (для екстраполяції тренду), POLYFIT (для підгонки даних до лінійних і квадратних функцій).

### Математичні функції

Подібно до BASIC (Бейсику) та інших мов комп'ютерного програмування *IFPS/Plus* містить ряд вбудованих математичних функцій. Їх поділяють на три групи:

1. Функції однієї змінної (натуральний логарифм, десятковий логарифм, експонента, квадратний корінь, абсолютна величина та ін.).
2. Функції двох або більше змінних (піднесення до степеня, максимум, мінімум).
3. Табличні пошукові функції (степенева функція, інтерполяція).

## **Підпрограми (DEPRECIATION — ЗНЕЦІНЕННЯ, AMORTIZATION — АМОРТИЗАЦІЯ)**

Обчислення знецінення і амортизації виконуються, використовуючи підпрограми. Підпрограми подібні до функцій, але відрізняються від них тим, що вони:

- 1) не мають лівої сторони і знака дорівнює та займають лише один рядок у моделі;
- 2) можуть формувати три або більше рядків для скорішого виведення даних;

Загальний вираз підпрограми такий: subroutine (input list; output list) — підпрограма (список введення; список виведення). Система містить шість підпрограм, які використовуються залежно від методу обчислення амортизації та знецінення.

### **Додаткові обчислювальні можливості**

У багатьох моделях значення компонентів підраховуються окремо (наприклад, експлуатаційні витрати або доходи), а потім додаються. Тобто, виникає потреба отримувати загальні або субзагальні характеристики всередині стовпця або рядка. Тому скоріше, ніж виписувати імена всіх змінних, можна просто використовувати функцію SUM (сума). Ця функція додає всі конкретизовані змінні і видає загальний результат. Наприклад, REAL ESTATE COSTS = SUM (LEASES, DEPRECIATION). Функція SUM може використовуватися як у стовпцях, так і в рядках.

У мові *IFPS/Plus*, як і в мовах програмування BASIC або C, можна виконувати операції за допомогою оператора *IF*, коли результат залежить від умови, наприклад, податкова ставка може залежати від обсягу річного прибутку. В системі також передбачені інші можливості маніпулювання матрицями та векторами числових даних.

### *База даних IFPS/Plus(Відношення та запити)*

Коли створювався пакет *IFPS/Plus*, як одна з оригінальних мов четвертого покоління, то вона замислювалась як мова моделювання для менеджерів та

керівного персоналу. Через те, що розмір моделей збільшувався, ставало очевидним, що *IFPS/Plus* має взаємодіяти з корпоративними базами даних. У результаті був поданий продукт *IFPS/DATASP AN*, який давав змогу брати дані з інших систем для створення файлів даних *IFPS/Plus*. Ця реляційна система керування базами даних та інші можливості використання баз даних в управлінні через зв'язки та запити забезпечують моделювання та створення звітів. СКБД *IFPS/Plus* уможливорює створення будь-якої кількості полів тексту чи даних. Як і будь-яка реляційна СКБД вона має гнучкі ключі, які організовують доступ до даних. В *IFPS/Plus* розроблена ефективна система створення запитів (Query) до БД, а також інші засоби управління даними.

### *Приклади галузей застосування IFPS/Plus*

СППР *Visual IFPS/Plus* спочатку планувалася для застосування у сфері фінансових розрахунків, проте можливості системи виходять за рамки фінансового моделювання і вона може використовуватися також в інших галузях, зокрема, у статистиці і в управлінні виробництвом (операційному менеджменті). При цьому *IFPS/Plus* є не тільки обчислювальним інструментальним засобом, але також і засобом повідомлення про зміст моделей. Зупинимося стисло на цих додатках.

### **Додатки щодо фінансових розрахунків**

Система *IFPS/Plus* широко застосовується для розв'язування проблем корпоративних фінансів. Саме фінансові проблеми, особливо фінансові прогнози, спонукали до створення *IFPS*. *IFPS/Plus* має багато вбудованих можливостей, які роблять фінансові обчислення простими, включаючи вбудовані функції для визначення чистої теперішньої вартості, внутрішнього коефіцієнта окупності й обчислень стосовно знецінення.

***Чиста теперішня вартість.*** Принцип теперішньої вартості є головним у фінансах. Допускається, що для індивіда або фірми значення грошової одиниці сьогодні більше, ніж завтра. До того ж кількісна оцінка зменшуючого значення вартості між сьогоднішніми і майбутніми грошима виражається в терміні **дисконт-фактора**, котрий визначається як:

$$\text{DISCOUNT FACTOR} = 1 / (1 + r),$$

де  $r$  — коефіцієнт окупності (норма прибутку), тобто винагорода, яку

інвестори вимагають для покриття простроченого платежу.

Узагалі за здійснення фінансових заходів заінтересовані в серії інвестицій, котрі з часом окуповуються. Зазвичай, вони відбуваються з проміжками, що дорівнюють одному року, з припущенням, що інвестиції відбуваються на початку року, а доходи від них отримують в кінці року. Загальна формула для обчислення теперішньої чистої вартості має вигляд:

$$NPV = \sum CF_t / (1 + r)^t,$$

де NPV — чиста теперішня вартість,  $CF_t$  — грошовий потік (надходження) у момент  $t$ .

У цій формулі додатний знак встановлюється для надходжень і від'ємний — для витрат на інвестиції. *IFPS/Plus* містить три вбудовані доступні функції чистої теперішньої вартості:

NPVC (RETURN, DISCOUNT RATE, INVESTMENT);

NPV (YEARLY RETURN, DISCOUNT RATE, LIFE, INVESTMENT);

NTV (RETURN, DISCOUNT RATE, INVESTMENT).

За функцією **NPVC** обчислюють чисту теперішню вартість на кожний рік для всіх інвестицій і надходжень, створених на даний момент. Функція **NPV** використовується для спеціального випадку щорічної ренти, тобто єдина початкова інвестиція породжує фіксовані надходження для фіксованого ряду років (що називається строком служби щорічної ренти). Функція **NTV** визначає чисту кінцеву вартість. Вона обчислюється аналогічно функції NPVC, крім урахування майбутніх вартостей сьогоднішніх грошей. Так, NTV може використовуватися, щоб знайти рівновагу в рахунках збережень, якщо гроші вкладені сьогодні і залишаються там протягом певного періоду. Якщо угоди не щорічні, а періодичні (тобто, щомісячні, щоквартальні), то потрібно використовувати оператор PERIODS для урахування даного випадку.

### ***Теперішня вартість облігацій (Bonds) і акцій (Stocks).***

***ТЕПЕРІШНІЙ ДОХІД ОБЛІГАЦІЙ ДО ПОГАШЕННЯ.*** Коли ви

купуєте облігацію і утримуєте її до погашення, то отримуєте періодичні виплати процентів і номінальну вартість облігації в кінці терміну. Якщо процентна ставка, що пропонується, є меншою, ніж теперішня ринкова процентна ставка, то облігації продаються за меншою ціною, ніж номінальна вартість. Тобто, ціна знижується. Інвестор хоче визначити теперішню вартість облігації, тобто суму грошей, яку він має сплатити за неї. Система *IFPS/Plus* передбачає можливість таких розрахунків.



**ВАРТІСТЬ ЗВИЧАЙНОЇ АКЦІЇ.** Визначення вартості звичайної акції є трошки складнішим, ніж обчислення вартості облігації, через те, що вона має два види надходжень: дивіденди і приріст вартості. До того ж, як дивіденди так і приріст вартості можуть змінюватися з часом, і акція має нескінченний термін користування. В системі *IFPS/Plus* відповідні розрахунки здійснюються досить просто.

**Альтернативні критерії для інвестиційних рішень.** Для оцінювання інвестиційних рішень використовуються різні альтернативні критерії. Таких критеріїв у *IFPS/Plus* є п'ять: *чиста (зведена) теперішня вартість*; *період окупності (PP)*; *середній обсяг надходжень у балансову вартість*; *внутрішній показник окупності (внутрішня норма рентабельності — IRR)*; *індекс прибутковості (PI)*. Кожний із цих критеріїв може бути застосований відносно простим шляхом в *IFPS/Plus*. Усі ці критерії використовуються на практиці. У багатьох випадках вибір альтернативного критерію всередині конкретної фірми базувався скоріше на історичній, ніж на іншій причині; тобто вдале використання критерію повторювалося.

**Середнє і дисперсія надходжень від портфеля двох акціонерних капіталів.** Найпростіший портфель складається з двох активів, як наприклад акцій. *IFPS/Plus* забезпечує обчислення середнього значення і дисперсії такого портфеля. У цьому обчисленні допускається, що різна кількість капіталу інвестована в кожний актив, і що кожний актив має різну норму прибутку (коефіцієнт окупності) і різне середнє квадратичне відхилення коефіцієнта окупності, що асоціюється з цим. Формули, безпосередньо написані в стилі *IFPS/Plus*, є стандартними формулами для сподіваного середнього значення і дисперсії.

**Цінова модель капітальних активів.** Цінова модель капітальних активів є простою моделлю, яка встановлює співвідношення між ризиком і надходженнями, що асоціюються з інвестиціями. Ключовою величиною в цій моделі є *бета* — міра чутливості прибутку щодо інвестицій на ринку. Бета є відношенням середнього квадратичного відхилення багатодиверсифікованого портфеля активів до середнього квадратичного відхилення ринкового портфеля. Принцип бети пов'язаний з принципом преміювання за ризик, тобто, з додатковою винагородою, яка має пропонуватися інвесторам, щоб спонукати їх брати на себе ризик, який асоціюється з даною інвестицією. Ризики виражаються в термінах щорічних коефіцієнтів окупності.

Мова фінансового моделювання *IFPS* дає змогу створювати моделі для визначення необхідного коефіцієнта окупності інвестиції та бети за іншими

величинами. В ній передбачені можливості розширення принципу бети до регульованих інвестицій, тобто, інвестицій, в яких дробова частина капіталу одержується за допомогою позики.

**Аналіз фінансового стану.** Моделі *IFPS* містять більшість уживаних для аналізу фінансового стану відношень, зокрема, три типи показників: *показники лівериджу* (leverage), тобто впливу, *ліквідності та ефективності*.

**Модель управління готівкою.** Управління балансом готівки на фірмі може моделюватися в термінах теорії запасів. Фірми взагалі дотримуються правила, щоб мати мінімальну кількість готівки наготові з метою виконання повсякденних справ. Ця кількість інколи визначається вимогами, нав'язаними фірмам банками. Існує також обмеження щодо максимально бажаної кількості готівки. Цей максимум відображає компроміс між вкладенням грошей у ліквідні інвестиції, як наприклад у федеральні скарбничі векселі, і вартістю втрачених процентів через те, що готівка не вкладається в справу. Можна вважати, що готівка подібна до будь-якого іншого ресурсу, який компанія тримає в товарно-матеріальних запасах.

В *IFPS/ Plus* для обчислення раціональної кількості готівки застосовується модель Міллера—Орра (Miller—Orr). Модель допускає, що ви знаєте мінімально потрібний касовий баланс, дисперсію щоденних оплат готівкою, щоденну процентну ставку і вартість транзакції для кожного продажу або купівлі цінних паперів.

**Формальні моделі фінансового прогнозування.** В *IFPS* міститься узагальнена фінансова модель прогнозування, яка дає змогу створювати прогнози *про доходи (прибутки і збитки); про джерела надходження і використання грошових фондів; балансових звітів* на таку кількість років, яку ви бажаєте.

### Додатки щодо статистики

Статистичні методи потрібні для розв'язування багатьох проблем: у фінансах, торгівлі, обліку, економіці й інших сферах. У системі *IFPS/Plus* через здатність подавати інформацію в матричному вигляді і можливість проведення аналізу типу «ЩО..., ЯКЩО...?» легко можна здійснювати різні статистичні обчислення і аналізи, зокрема, обчислювати середню величину, дисперсію, середнє квадратичне відхилення, медіану та інші параметри розсіювання, довірчі інтервали, оцінювати розподіли ймовірностей, аналізувати часові ряди, здійснювати прогнозування тощо.

## **Додатки стосовно виробництва і оперативного управління**

Засоби *IFPS/Plus* можна продуктивно застосовувати до проблем у виробництві та оперативному управлінні (В/ОУ). Сфери виробництва і управління виробництвом стали виключно важливими в останні роки у всьому світі, оскільки конкуренція робить удосконалення стосовно продуктивності необхідними для виживання. Велика кількість методів управління включає фінансовий аналіз і тому В/ОУ може бути добре модельованим в *IFPS/Plus*, зокрема, щодо завдань аналізу беззбитковості, створення агрегованих календарних планів, управління товарно-виробничими запасами тощо.

*Імітаційне моделювання  
(аналіз ризику) у Visual IFPS/Plus*

### **Загальний опис і концепція**

У створюваних засобами *IFPS/Plus* моделях, уважалось, що всі початкові дані і всі зв'язки точно відомі. Такі моделі називають *детермінованими*. Хоч це часто (але не завжди) буває так, але маючи статистичну інформацію, наприклад результати бухгалтерського обліку, ставиться завдання зробити оцінювання майбутнього за допомогою цих моделей. Майбутнє є сумнівним і тому ризикованим з бізнесового погляду. За створення ділових рішень ці ризики мають бути оціненими. Інакше кажучи, виникає проблема прийняття рішень за умов ризику, коли параметри і змінні задачі є випадковими величинами (наприклад, собівартість продукції, частку ринку, загальний збут у майбутніх періодах не можна визначити точно). Якщо це так, то чи буде ризикований захід прибутковим? У СППР Visual IFPS/Plus є три шляхи дослідження аспектів ризикованості (невпевненості).

*Перший шлях* полягає у використанні аналітичних можливостей *IFPS/Plus*: WHAT IF (Що..., Якщо...?), GOAL SEEKING (Пошук Меті) і VARIANCE (Коливання). Ці опції дають змогу дослідити альтернативні ситуації за допомогою модифікування моделі й визначити впливи змін. Хоч такий підхід і придатний для дослідження впливів змін однієї чи двох змінних або отримання специфічної відповіді, що базується на припущеннях вищого керівництва, ці три

можливості не є найефективнішими для аналізу ризику.

*Другий шлях* — зробити оцінювання найкращого і найгіршого випадків. За цього підходу оцінки створюються з урахуванням сприятливіших і найнесприятливіших умов, які кожна вхідна змінна могла б мати. Для найкращого випадку встановлюють оптимістичні значення, а для найгіршого — песимістичні. У реальному світі не всі змінні одночасно набувають своїх найкращих значень, як і найгірших. Хоч дослідження критичних ситуацій дуже корисне, але цей підхід не виводить на сукупність ситуацій, які можуть реально очікуватися.

*Третій шлях* — використовувати *імітаційне моделювання* (машинну *імітацію*) або, як це названо в *IFPS/Plus*, *симуляцію Монте-Карло* (*Simulation Monte Carlo*). Зауважимо, що в україномовній літературі з дослідження операцій частіше застосовується синонім терміна «симуляція» — *імітація*.

Користувачі даної СППР мають зрозуміти відмінність між поняттями «**моделювання**» (**Modeling**) і «**симуляція**» (**Simulation**). Моделювання і симуляція (або імітація) відрізняються бо:

- *моделювання* — це аналітичне дослідження, яке включає формування ситуації у вигляді математичних відношень;
- *імітація* — експериментальне дослідження, оскільки воно включає виконання вибірових машинних експериментів на моделі ситуації.

Ключовими словами в цьому визначенні імітації є «*вибіркові експерименти*». У вибіровому експерименті створюється великий ряд випробувань. Через наявність невпевненості наслідок кожного випробування може відрізнитися від наслідків інших випробувань. За імітації вибіркові експерименти виконуються на комп'ютерній моделі, даючи змогу в такий спосіб зробити багато випробувань з незначними матеріальними витратами (на відміну від проведення натурних експериментів).

Розв'язуючи задачу, яка містить одну або більше випадкових змінних, необхідно мати правило для вирішення того, яких значень набуватиме кожна випадкова змінна. Найефективніший шлях для цього — присвоїти значення відповідно до розподілу ймовірностей і вважати їх значеннями, що нібито насправді мали місце. Оскільки за імітації реалізується вибіровий експеримент, то цей процес повторюється багато разів (наприклад, 1000 разів). Кожного разу, коли звертаємося до випадкової змінної, то вибираємо значення з розподілу ймовірностей і використовуємо його для визначення наслідку, тобто вибираємо значення випадкової змінної так, щоб частота входження окремих значень була пов'язана з розподілом ймовірностей.

Процедура імітації в короткому викладі складається з таких кроків:

1. Побудуйте імітаційну модель, яка визначає невпевненість і ризики.
2. Виконайте вибіркові експерименти на комп'ютері, повторюючи розв'язання за моделлю велику кількість разів. Кожного разу отримаєте один можливий сценарій.
3. Проведіть статистичні аналізи наслідків експериментів.
4. Використовуйте одержані статистичні результати для прийняття рішення.

Після дослідження результатів можна провести додаткові розв'язування задачі за моделлю, щоб краще підсилити статистичну точність результатів, або зупинитися на певному досягнутому результаті, прийнявши потрібні рішення, ґрунтуючись на отриманих результатах. Докладнішу інформацію щодо імітаційного моделювання можна знайти в навчальному посібнику: *Ситник В. Ф., Орленко Н. С. Імітаційне моделювання.*

— К.: КНЕУ, 1998. — 232 с.

### **Підходи до імітації в IFPS/Plus**

IFPS/Plus забезпечує можливість виконання імітації за методом Монте-Карло. При цьому потрібно описати розподіл ймовірностей кожної випадкової величини. Коли викликається команда MONTE CARLO, то система IFPS/Plus розв'язує задачу за моделлю багато разів з різними комбінаціями значень величин, що кожного разу вибираються з відповідних розподілів ймовірностей, які перед цим були конкретизовані. Результати цих експериментів статистично аналізуються в СППР і на виході отримуємо статистичні результати. Ці результати можна інтерпретувати як ризики, включені у рішення. Наприклад, можна дізнатися, що є шанс на 10 %, що внутрішній коефіцієнт окупності перевищить 25 %, або з імовірністю 0,9 можна запевняти, що він перевищить 14 %.

Якщо в IFPS/Plus досліджували детерміновану модель і дійшли висновку, що необхідно змінити основну структуру моделі, щоб включити аналіз ризику, то потрібно лише задати специфічні параметри з їх імовірностями, а не окремі точкові значення. IFPS/Plus містить чотири розподіли ймовірностей, а також можна імітувати будь-який нагромаджений розподіл. До того ж IFPS/Plus здатна генерувати сценарії, що ґрунтуються на присвоєнні високого, низького, середнього і найімовірнішого значень випадкових змінних.

## Вбудовані розподіли ймовірностей

В IFPS/Plus вбудовані такі розподіли ймовірностей:

1. Однорідний (рівномірний) розподіл UNIRAND.
2. Трикутний розподіл TRIRAND.
3. T1090RAND — альтернативний вид трикутного розподілу.
4. Нормальний розподіл NORRAND.

Крім того система дає змогу моделювати будь-який розподіл за допомогою операторів GENRAND і CUMRAND.

Для кожного з цих розподілів ймовірностей потрібно конкретизувати його ім'я та два або більше їх параметрів. Наприклад, UNIRAND (10,30) означає рівномірно розподілені ймовірності на інтервалі значень змінної від 10 до 30. Щоб генерувати в IFPS/Plus довільні значення цього розподілу, потрібно написати, наприклад, COST=UNIRAND (10,30).

У разі моделювання з багатьма повтореннями кожного разу IFPS/Plus вибирає довільне значення між 10 і 30. Узагалі, розподіл UNIRAND конкретизується двома параметрами: верхнім і нижнім значеннями змінної.

Отримання *рівномірно розподіленої на відрізку  $[0,1]$  величини* RANDOM NUMBER (яка в зазначеному вище посібнику позначена символом  $x$ ) відбувається за допомогою твердження: RANDOM NUMBER = UNIRAND (0,1). Випадкова величина RANDOM NUMBER може використовуватися для генерування довільного розподілу ймовірностей. Наприклад, імітація RANDOM INTEGER

— випадкових рівномірно розподілених чисел 0, 1, ..., 9 виконується за допомогою виразу: RANDOM INTEGER=TRUNCA TE(10\* RANDOM NUMBER), де TRUN-CATE

— вбудована в IFPS/Plus математична функція взяття цілої частини числа.

У разі імітації задач з масового обслуговування часто використовується експоненціальний розподіл. Генерування випадкової, експоненціально розподіленої величини EXPRANDON, математичне сподівання якої дорівнює  $M$ , відбувається за допомогою такого виразу: EXPRANDON = -  $M \cdot NA$  TLOG(RANDOM NUMBER), де NA TLOG — вбудована в IFPS/Plus математична функція обчислення натурального логарифма.

Трикутний розподіл ймовірностей (TRIRAND і T1090RAND) є особливо корисним у разі імітації ризику. Для його застосування необхідно задати три параметри: нижню межу; найімовірніше значення (максимальне значення щільності розподілу в цій точці); верхню межу (висота трикутника вибирається з

умови, що його площа дорівнює одиниці). Трикутний розподіл є зручною апроксимацією розподілів, коли область можливих значень (наприклад, верхні й нижні обмеження) відома і розподіл має єдиний пік. Це також надає можливість виразити ідею, що ризик симетрично не розподіляється навколо певного значення. Певним значенням трикутного розподілу є мода, а не середнє значення величини.

Альтернативний шлях конкретизації трикутного розподілу — використовувати функцію T1090RAND. Якщо ви не знаєте точно найменше і найбільше значення, які може набувати певна змінна, то ви можете оцінити десяти- і дев'яносто процентні точки на розподілі. Щоб генерувати нормально розподілену випадкову змінну, необхідно конкретизувати її середнє значення і середнє квадратичне відхилення. Наприклад, N0RRAND(100,10) створює нормальний розподіл змінної з середнім значенням 100 і середнім квадратичним відхиленням 10. У мові фінансового моделювання IFPS/Plus в основу вбудованого нормального розподілу N0R-RAND покладений стандартний підхід, що ґрунтується на використанні центральної граничної теореми [37].

### **Визначення власних розподілів імовірностей**

Хоч багато бізнесових ситуацій можуть бути описані з використанням вбудованих розподілів імовірностей, проте можуть бути випадки, де потрібно імітувати деякий інший розподіл. У такому разі можна визначати або функцію щільності GENRAND або нагромаджений розподіл (інтегральну функцію розподілу) CUMRAND.

### **Застосування імітаційної моделі**

Реалізація імітаційної моделі передбачає багатократне її застосування, використовуючи різні комбінації довільно вибраних значень за допомогою розподілів імовірностей. Мета полягає в отриманні інформації не тільки щодо середньої величини (наприклад, яка очікується) наслідку, але також стосовно розподілу ймовірностей можливих результатів (щоб знати ризики).

Щоб почати процес пошуку розв'язку задачі, використовується команда Monte Carlo замість команди Solve. Ця команда має вираз: Monte Carlo number, де «number» означає кількість виконуваних ітерацій. Якщо ви пропускаєте number, то IFPS/Plus виконає 100 ітерацій (за замовчування).

Як тільки система перейшла в режим імітаційного моделювання, потрібно вибрати та ввести в систему:

- змінні, які ви хочете зробити аналізованими;
- формат, який ви бажаєте для виведення даних (наприклад, гістограма, частотний розподіл);
- стовпці (тобто, періоди), для яких ви хочете отримати надруковані результати.

Якщо при введенні опцій моделі Монте-Карло в систему допущена помилка, то система передбачає певні варіанти її виправлення.

### **Інтерпретація результатів імітаційного моделювання**

Результати застосування моделі Monte-Carlo друкуються у форматі, який відрізняється від звичайного виведення даних IFPS/Plus. Команда Solve закінчується електронною таблицею, яка надає окреме значення для кожного ряду і стовпця, конкретизованих в опціях Solve. Опції моделі Monte-Carlo закінчуються одним або більше розподілами ймовірностей для кожної змінної і певними стовпцями. Вихід Monte-Carlo організовується в такій послідовності: таблиця нормальної апроксимації, частотна таблиця, описова статистика (середнє значення, середнє квадратичне відхилення, асиметрія, крутизна та ін.), гістограма.

Після роздруковування результатів за необхідності можна здійснити додаткові ітерації імітаційної моделі, використовуючи спеціальну команду POOL. Наприклад, за командою POOL 100 IFPS/Plus виконає 100 додаткових ітерацій і потім надрукує результат для об'єднаних даних після всіх виконаних ітерацій.

### **Приклад імітаційної моделі**

Нехай середня за розміром хімічна фірма бажає інвестувати 10 млн дол. у програму удосконалення головного підприємства, сподіваючись, що ця програма матиме життєвий цикл, який дорівнює десяти рокам [69]. Керівництво фірми визначило, що ключовими факторами при аналізованні прибутковості цього запропонованого капіталовкладення є: обсяг ринку (Market size); реалізаційна ціна (Selling price); частка ринку компанії (The company's market share); загальні інвестиції (Total investment); обсяг страхування інвестицій (Salvage value of the investment); змінні (експлуатаційні) витрати (Operating costs); постійні витрати



(Fixed costs).

У ці ці показники пов'язані з невпевненістю, яка моделюється розподілами ймовірностей, описаними у табл. 1.3. Дані таблиці свідчать про велику міру невпевненості, з якою можна зустрітися. Формулюючи прогноз, компанія знає, що має намір закрити об'єкт, якщо реалізаційна ціна буденижчою, ніж змінні витрати на одиницю продукції. У такому разі необхідно сплатити постійні (фіксовані) витрати.

Таблиця 1.3

*ФУНКЦІЇ РОЗПОДІЛУ ЙМОВІРНОСТЕЙ ВИТРАТИ  
НАДХОДЖЕНЬ ХІМІЧНОЇ ФІРМИ*

| Показник                                                      | Розподіл   | Значення параметрів      |
|---------------------------------------------------------------|------------|--------------------------|
| Початковий обсяг ринку (Initial Market)                       | трикутний  | 100 000, 250 000, 34 000 |
| Ринкове зростання (Market Growth)                             | трикутний  | 1, 1. 03, 1. 06          |
| Реалізаційна ціна (Selling Price)                             | трикутний  | 385, 510, 575            |
| Частка ринку (Market Share)                                   | однорідний | 12 % до 17 %             |
| Інвестиція (Investment), млн дол.                             | трикутний  | 7, 9. 5, 10. 5           |
| Змінні витрати на одиницю продукції (Operating Cost per unit) | трикутний  | 370, 435, 545            |
| Постійні витрати (Fixed Cost), \$ тисячі                      | трикутний  | 250, 300, 375            |
| Обсяг страхування (Salvage Value)                             | трикутний  | 3. 5, 4. 5, 5            |

На рис. 1.8 показана імітаційна модель IFPS/Plus для цієї ситуації. Різні розподіли ймовірностей, наведені в табл. 1.3, були вписані в модель. Запрограмовані також умови припинення роботи. Умова зупинення виробництва виражається за допомогою використання вбудованої функції **MAXIMUM** для визначення доходу. Якщо реалізаційна ціна нижча від експлуатаційних витрат, то дохід дорівнює 0; якщо вища, то дохід визначається множенням обсягу збуту на різницю між реалізаційною ціною і змінними (експлуатаційними) витратами.

**MODEL RISK VERSION OF 03/06/95 13:41**  
**COLUMNS 1..10**

**MARKET = TRIRAND (100 000, 250 000, 340 000), PREVIOUS \***

**TRIRAND**

**(1,1.03,1.06)**

**SELLING PRICE = TRIRAND(385,510,575)**

**MARKET SHARE = UNIRAND(.12,.17)**

**SALES VOLUME = MARKET \* MARKET SHARE**

**INVESTMENT = TRIRAND(7, 9.5, 10.5) 1000000,0**

**LIFE = 10**

**OPERATING COST = TRIRAND(370,435,545) FIXED**

**COST = TRIRAND(250, 300, 375) 1000**

**REVENUE = MAXIMUM(0,(SELLING PRICE – OPERATING  
COST)**

**SALES VOLUME)**

**NET INCOME = REVENUE - FIXED COST**

**SALVAGE VALUE = 0 FOR 9,TRIRAND (3.5,4.5,5) 1 000 000**

**RATE OF RETURN = IRR (NET INCOME + SALVAGE VALUE,  
INVESTMENT)**

Рис. 1.8. Імітаційна модель дослідження ризику інвестування

Багато цінної інформації одержується тоді, коли за допомогою команди  
MONTE CARLO 200 :

**ENTER SOLVE OPTIONS**

**? monte carlo 200**

**ENTER MONTE CARLO OPTIONS**

**? hist net income**

**ENTER MONTE CARLO OPTIONS**

**? none**

система IFPS/Plus виконує 200 прогонів (ітерацій) імітаційної моделі й видає результати у вигляді таблиці частот (рис. 4.9), статистичних характеристик (рис. 4. 10), гістограми розподілу чистого прибутку — **NET INCOME** (рис. 4.11) і коефіцієнта окупності або норми прибутку — **RATE OF RETURN** (рис. 4.12).

**FREQUENCY TABLE**

**PROBABILITY OF VALUE BEING GREATER THAN INDICATED 90**

**80 70 60 50 40 30 20 10**

**NET INCOME**

**10 -315 -286 166 657 1213 1847 2698 3556 4951**

| RATE OF RETURN |       |       |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| 10             | -.120 | -.110 | -.57 | .077 | .075 | .145 | .226 | .315 | .429 |

## SAMPLE STATISTICS

10 2 1 1  
1772393 056882 9 .9 586225 958560

|    |       |      |   |    |     |    |      |
|----|-------|------|---|----|-----|----|------|
| 10 | .1144 | 2128 | 6 | .4 | 951 | .0 | 1336 |
|----|-------|------|---|----|-----|----|------|

| HISTOGRAM FOR COLUMN |    |           |   |   |   |      |   |   |   | 10 OF NET INCOME |   |   |   |                  |   |   |  |          |  |  |  |
|----------------------|----|-----------|---|---|---|------|---|---|---|------------------|---|---|---|------------------|---|---|--|----------|--|--|--|
| 61-                  | 65 | *         |   |   |   |      |   |   |   |                  |   |   |   |                  |   |   |  |          |  |  |  |
| 56-                  | 60 | *         |   |   |   |      |   |   |   |                  |   |   |   |                  |   |   |  |          |  |  |  |
| 51-                  | 55 | *         |   |   |   |      |   |   |   |                  |   |   |   |                  |   |   |  |          |  |  |  |
| 46-                  | 50 | *         |   |   |   |      |   |   |   |                  |   |   |   |                  |   |   |  |          |  |  |  |
| 41-                  | 45 | *         |   |   |   |      |   |   |   |                  |   |   |   |                  |   |   |  |          |  |  |  |
| 36-                  | 40 | *         |   |   |   |      |   |   |   |                  |   |   |   |                  |   |   |  |          |  |  |  |
| 31-                  | 35 | *         |   |   |   |      |   |   |   |                  |   |   |   |                  |   |   |  |          |  |  |  |
| 26-                  | 30 | *         |   |   |   |      |   |   |   |                  |   |   |   |                  |   |   |  |          |  |  |  |
| 21-                  | 25 | *         | * | * |   |      |   |   |   |                  |   |   |   |                  |   |   |  |          |  |  |  |
| 16-                  | 20 | *         | * | * | * |      |   | * |   |                  |   |   |   |                  |   |   |  |          |  |  |  |
| 11-                  | 15 | *         | * | * | * | *    | * | * |   |                  |   |   |   |                  |   |   |  |          |  |  |  |
| 6-                   | 10 | *         | * | * | * | *    | * | * | * | *                | * | * |   | *                |   |   |  |          |  |  |  |
| 1-                   | 5  | *         | * | * | * | *    | * | * | * | *                | * | * | * | *                | * | * |  | *        |  |  |  |
| -----                |    |           |   |   |   |      |   |   |   |                  |   |   |   |                  |   |   |  |          |  |  |  |
|                      |    |           |   | 1 |   |      | 3 |   |   | 5                |   |   |   | 7                |   |   |  |          |  |  |  |
|                      |    |           |   | 7 |   |      | 5 |   |   | 2                |   |   |   | 0                |   |   |  |          |  |  |  |
|                      | 6  |           |   | 1 |   |      | 0 |   |   | 8                |   |   |   | 7                |   |   |  |          |  |  |  |
|                      | 9  |           |   | 6 |   |      | 2 |   |   | 8                |   |   |   | 4                |   |   |  |          |  |  |  |
|                      | 3  |           |   | 6 |   |      | 6 |   |   | 6                |   |   |   | 6                |   |   |  |          |  |  |  |
|                      | 3  |           |   | 6 |   |      | 6 |   |   | 6                |   |   |   | 6                |   |   |  |          |  |  |  |
|                      | 3  |           |   | 7 |   |      | 7 |   |   | 7                |   |   |   | 7                |   |   |  |          |  |  |  |
| START                |    | -367000.0 |   |   |   | STOP |   |   |   | 8563000          |   |   |   | SIZE OF INTERVAL |   |   |  | 595333.3 |  |  |  |

Аналізуючи результати імітаційного моделювання, можна зазначити, що навіть 10-го року чистий дохід може сильно коливатися (між збитками понад 300 тис. дол. і прибутком понад 4 млн дол.). До того ж, коефіцієнт окупності змінюється відповідно до

цих показників інвестиції від  $-12,0\%$  до  $42,9\%$  і тільки з меншою ймовірністю ніж  $0,4$  він може перевищити  $15\%$ .

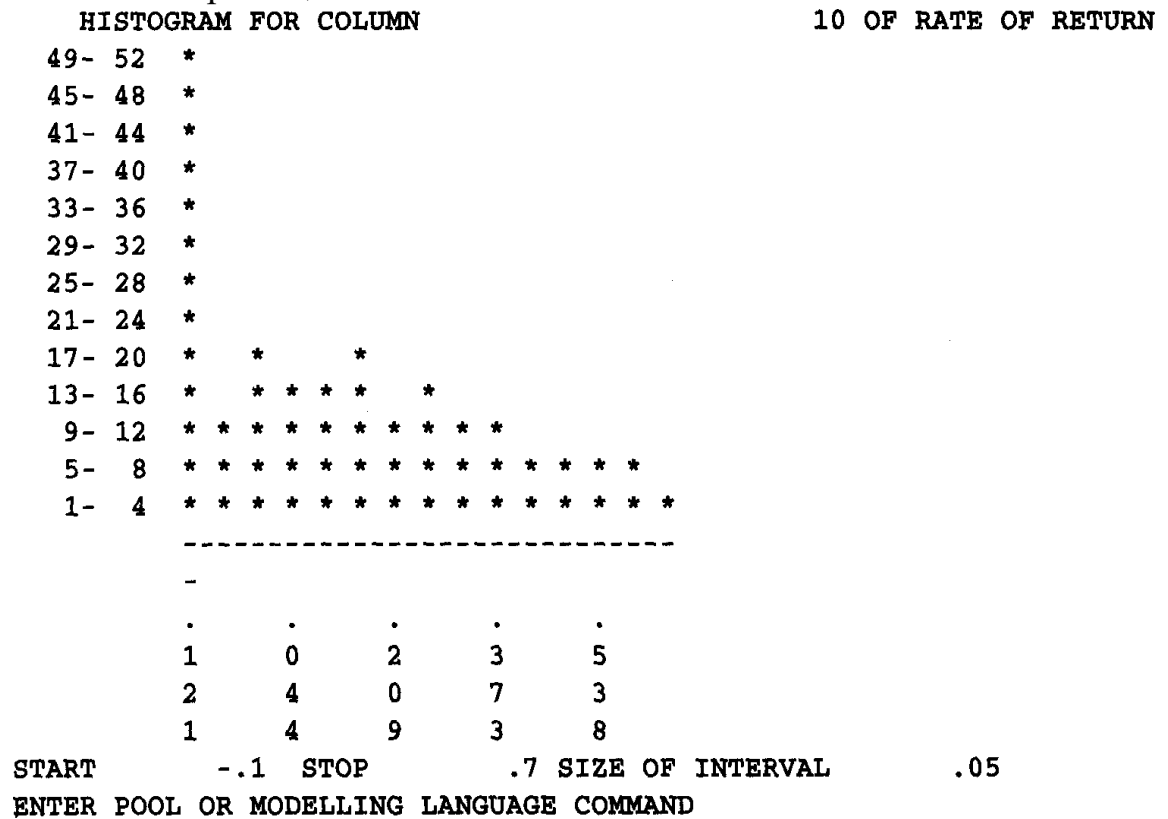


Рис. 1.12. Гістограма розподілу коефіцієнта окупності

Гістограми показують (перші стовпці гістограм найвищі з від'ємними значеннями), що суттєві ризики втратити інвестиційні кошти виникають тоді, коли змінні (експлуатаційні) витрати перевищують реалізаційну ціну. Якщо ви менеджер цього проекту, то вам необхідно уважно розглянути проблеми, які можуть з'явитися, інакше ризикований захід завершиться невдало. Є певний резон відмовитися від цього проекту, якщо ви не хочете ризикувати, навіть за умови, що очікувана прибутковість проекту перевищує  $10\%$  (фактично вона становить  $11,44\%$ ). На даній імітаційній моделі можна дослідити й інші варіанти інвестування, вводячи в неї необхідні умови.

## **1.4 Система підтримки прийняття рішень PLEXSYS**

### **Загальне описання ГСППР PLEXSYS**

Одним із найперспективніших напрямів розвитку СППР є створення групових систем підтримки прийняття рішень (ГСППР). Дослідження галузі ГСППР дають змогу переглядати ролі й обов'язки в групових діях, пов'язаних із оцінюванням ситуації, виявленням і генеруванням ідей, діалектикою обговорення, а також розв'язанням інших завдань, які приводять до прийняття групових рішень. ГСППР об'єднують комунікації, обчислення і технологію підтримки рішень з тим, щоб допомогти деякій групі ОПР розв'язати низку відносно неструктурованих задач. У цьому розумінні завдання до звичайного програмного забезпечення СППР слід додати технічні засоби у вигляді електронних кімнат для нарад, локальні мережі та засоби підтримки телекомунікацій і групової роботи. Надаючи групі ОПР можливість прискорити розроблення рішення, змінити його зміст чи модифікувати напрямок руху повідомлень, технологія ГСППР у такий спосіб розрахована на підвищення якості результатів нарад.

Детальне описання групових систем підтримки прийняття рішень буде подано в розділі 11 даної книги. Тут доцільно коротко зупинитися на одній з перших групових систем підтримки прийняття рішень PLEXSYS — розробці університету штату Арізона (США), яка послужила прообразом найчастіше застосовуваної в даний час групової системи підтримки прийняття рішень GroupSystems, описаної в розділі 11.

В університеті Арізона була створена спеціальна лабораторія з розроблення рішень. Вона використовувалася відповідальними керівниками, менеджерами та іншими професіоналами для розв'язання складних неструктурованих завдань. Лабораторії з розроблення рішень належить кімната рішень, кілька кімнат для відпочинку та кімната для обслуговуючого персоналу. В кімнаті рішень поставлений П-подібний стіл, на якому встановлено 15 об'єднаних у мережу персональних комп'ютерів, а також великий екран і проектуюча система, що підключена до ПЕОМ. У кімнатах відпочинку також установлені ПЕОМ, з'єднані з мережею. Для підтримки процесу прийняття рішень створена СППР PLEXSYS.

PLEXSYS — це інтегрована комп'ютерна система для планування (для її розроблення був узагальнений досвід планування більш ніж 40 різних

організацій), моделювання і прийняття рішень. СППР може використовуватись в індивідуальному чи груповому режимах для виконання таких функцій:

- 1) пошуку даних у внутрішніх та зовнішніх джерелах інформації;
- 2) аналізу цих даних на базі застосування широкого діапазону кількісних і якісних моделей;
- 3) генерування критеріїв, результатів і передумов, на яких ґрунтуються результати;
- 4) зв'язування передумов з рішеннями і запам'ятовування цих конструкцій на майбутнє.

Процес обдумування в PLEXSYS здійснюється за допомогою двох підсистем: EBS — електронного мозкового штурму і SIAA — аналізу передумов і ідентифікації власників рішень.

Засоби EBS дають змогу учасникам наради за допомогою мережі мікрокомп'ютерів анонімно обмінюватися коментарями щодо питань, які розглядаються. Система будується на методі пулу записок, за якого кожен член групи пише свої коментарі на аркуші паперу, котрий потім переміщується в центр стола для прочитання іншими членами. Цей процес продовжується, доки група не вичерпає весь запас коментарів на дану тему. За допомогою EBS метод пулу записок автоматизований.

Кожний учасник вводить коментар щодо поставленого питання на екран свого комп'ютера і посилає через мережу іншим учасникам. Усі учасники проглядають наявні коментарі, вводять додаткові й повертають файл коментарів у мережу. Порядок роботи учасників розроблення рішень довільний, процес здійснюється паралельно і безперервно протягом приблизно 45 хв. Після закінчення сеансу коментарі всіх учасників збираються, проводиться їх аналіз для виділення загальних питань, оцінок і зв'язків між ними.

Засіб SIAA використовується для: виділення власників рішень, що відносяться до пропонованого плану; реєстрації припущень (передбачень) чи сподівань цих власників рішень; ранжування припущень власників рішень за важливістю для самого власника і для пропонованого плану.

*Власники рішень* — це ті люди або групи людей, від дій яких залежить організація, чи на яких покладається організація при виконанні своїх завдань, чи ті, що впливають на запропонований план або хід дій. Процес ідентифікації власників рішень і допущень, які задовольняють модель, складається із п'яти кроків: формування групи; виділення припущень і власників рішень; внутрігрупова діалектика; міжгрупова діалектика; аналіз і синтез.

Окремі особи і групи плановиків взаємодіють із системою за допомогою якісних і кількісних моделей, що зберігаються в централізованій базі моделей. Доступ до моделей контролюється системою управління сеансом, яка шляхом взаємодії з централізованою системою управління знаннями передає в робочу зону для швидкого доступу відповідні для даного сеансу стратегічного планування моделі і дані.

Підсистема управління сеансами надає доступ до специфічної для даного сеансу інформації, включаючи входи сеансу, і до моделі, яка знаходиться в базі знань. Крім того, програмні засоби допомагають користувачеві проводити аналіз і зберігати планову інформацію для конкретного сеансу планування. Підсистема включає чотири типи інтерактивних програмних засобів: мову баз знань, опис сценаріїв, монітор сеансів, засіб управління зв'язками.

Важливою проблемою, яку розв'язано за реалізації системи планування PLEXSYS, є розроблення механізму для подання і зберігання знань про моделювання і процеси планування. Знання про моделювання і процеси планування подаються і зберігаються за допомогою комбінованого методу подання знань, який є поєднанням семантичних мереж успадкування і фреймів, що уможливили поліпшення ефективності системи і забезпечення необхідної потужності подання (метод описаний у розділі 9 книги). Підсистема керування базами знань СППР PLEXSYS містить чотири редактори для створення баз знань: редактор термінів; редактор виразів; середній редактор та редактор прикладів.

Система керування базою моделей (СКБМ) підтримує широкий діапазон моделей з прийняття рішень і планування. Формування моделей починається з описування загальної структури моделей, яка потім послідовно розгортається до рівня докладного описування.

## **Основні результати та практичні рекомендації**

Система планування PLEXSYS є прикладом інтелектуальної СППР, яка інтегрує керування даними, моделями і процесами в середовищі групового прийняття рішень і планування на всіх рівнях організації. Її дослідження дало змогу сформулювати ряд цінних висновків та рекомендацій.

1. Анонімність є позитивним фактором, який сприяє широкій дискусії. Вона особливо важлива у разі розгляду питань, які піддаються сильному впливу авторитетів, тому що це дає змогу активізувати роботу всіх членів групи незалежно від їхнього статусу.

2. Дослідження показали, що характеристики кімнати рішень (освітлення, меблі, шпалери, акустика тощо) — дуже важливі. Особливо велика роль естетики. Лабораторія рішень повинна бути багатоцільовою і мати здатність легко перебудовуватися з тим, щоб задовольняти вимоги різних груп, які відрізняються чисельністю і характером завдань.

3. Порядок денний сеансу планування має включати пленарні засідання і наради невеликих груп, а також електронні та звичайні усні засідання. Таке змішування типів діяльності важливе для підтримки інтересу і стимулювання творчої роботи членів групи.

4. Проведені дослідження показали, що для ефективної роботи потрібно кілька (а не один) великих настінних екранів для відображення різної загальної інформації.

5. Максимально допустимий для користувачів час очікування результату 1—2 с. Опитування показало, що користувачі хотіли б мати час для реагування не більше 0,5 с.

6. Із системою працювали групи різної чисельності — від 3 до 22 осіб. Ступінь задоволеності групи зростав з її збільшенням. Комп'ютерна система сприяє досягненню консенсусу. Електронний мозковий штурм для групи з чотирьох і менше членів неефективний. Систему PLEXSYS доцільно використовувати для груп чисельністю від 8 до 22 осіб.

7. Ефективні засоби керування моделями і процесами планування мають працювати за умов неповноти і несумісності. Інформація, генерована в процесі групового «обдумування», часто виявляється неповною і суперечливою. Це типова ситуація для випадку, коли мають місце кілька джерел інформації і кілька її інтерпретацій. Групові процеси повинні обробляти і використовувати всю інформацію незалежно від її повноти. В СКБМ ця вимога реалізована шляхом застосування багатовимірних зв'язків.

8. Модель можна описати за допомогою відповідного діалогу, який, у свою чергу, має розроблятися так, щоб можна було легко звертатися до моделей і використовувати їх. Об'єкти і зв'язки часто виступають у ролі графічних характеристик, які в людино- машинному діалозі подаються у вигляді зображень. Семантика моделі проявляється як форма діалогу. Моделями можна маніпулювати під час діалогу за допомогою табличних, графічних і текстових форм. Діалогові форми мають бути взаємозамінними з метою адаптації до окремих типів користувачів.

9. У системі PLEXSYS застосований метод робочого місця, що



означає надання користувачеві на його робочому місці доступу до всіх моделей із бази знань, які можуть знадобитися в процесі роботи, тобто реалізований підхід гнучкого вибору різних моделей і інструментарію. Це потребує встановлення стандартів для введення нових моделей у систему.

Протягом дослідження групової системи підтримки прийняття рішень PLEXSYS отримані й інші корисні рекомендації, які були враховані за створення нових поколінь СППР. Докладнішу інформацію про цю СППР можна знайти в [35].