

І.Є.Булах, Л.П. Войтенко, Л.О. Кухар

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ФАРМАЦІЇ



За редакцією І.Є. Булах

МЕДИЦИНА

ББК 5с. я722

І76

УДК 621.391; 615.1

Автори: Булах І.Є., Войтенко Л.П., Кухар Л.О., Мруга М.Р., Шило І.М.

Підручник створено відповідно до програми з курсу “Інформаційні технології у фармації”. Викладено загальні поняття інформаційних технологій та основні напрямки їх використання у фармації. Розглянуто приклади оброблення фармацевтичних даних у середовищі електронних таблиць, технології апроксимації та прогнозування статистичних даних за допомогою електронного процесора Excel. Сформульовано основні поняття баз даних, систем керування ними, задач оптимізації, матричних моделей фармацевтичних розрахунків. Значну увагу приділено інформаційним системам із застосуванням мережевих технологій, засобам використання глобальної мережі Internet.

Для студентів, аспірантів і викладачів вищого фармацевтичного навчального закладу і фармацевтичних факультетів вищих медичних навчальних закладів, а також для всіх, хто самостійно опрацьовує курс інформаційних систем і технологій.

Рецензенти: *Онищенко С.М.* — доктор фізико-математичних наук, провідний науковий співробітник Інституту математики НАН України; *Марценюк В.П.* — доктор технічних наук, професор, перший проректор ТДМУ ім. І.Я. Горбачевського

© І.Є. Булах, Л.П. Войтенко, Л.О. Кухар,
М.Р. Мруга, І.М. Шило, 2008

© Видавництво “Медицина”, 2008

ISBN 978-966-8144-96-7

ЗМІСТ

Список скорочень.....	6
Розділ 1. СИСТЕМА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	7
Інформація як ресурс. Терміни і визначення.....	7
Інформація і повідомлення. Поняття про “шум”	7
Види та властивості інформації.....	10
Інформаційні процеси.....	14
Система фармацевтичної інформації в Україні	15
Поняття інформаційної технології	17
Етапи розвитку інформаційних технологій.....	18
Складові інформаційної технології.....	21
Види сучасних інформаційних технологій.....	23
Інформаційна технологія оброблення даних.....	23
Інформаційна технологія управління.....	25
Інформаційна технологія підтримки прийняття рішень.....	26
Інформаційна технологія експертних систем	28
Проблеми і перспективи використання інформаційних технологій	30
Старіння інформаційної технології	30
Методологія використання інформаційної технології.....	31
Вибір варіантів упровадження інформаційних технологій на фармацевтичному підприємстві	33
Питання для самоконтролю.....	34
 Розділ 2. ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ФАРМАЦІЇ	 36
Автоматизація роботи з документами	36
Документи паперові й електронні.....	38
Пристрої оцифровування зображення.....	39
Комп'ютерне розпізнавання текстів	41
Комунікації	42
Технічне забезпечення комунікацій.....	43
Управління технологією виробництва.....	44
Автоматизація бухгалтерського обліку і планування	44

Організація обліку лікарських засобів в аптеці за системою штрихового кодування	45
Технічні засоби для роботи зі ШК	48
Автоматизація розрахункових операцій	49
Створення АРМ	50
Технічні засоби реалізації інформаційних технологій	51
Організації єдиної комп'ютерної системи підприємства	51
Роль локальних мереж в інформатизації роботи фармацевтичних підприємств	54
Питання для самоконтролю	56
 Розділ 3. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗВ'ЯЗАННЯ ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ЗАДАЧ	
Основи побудови інформаційних технологій розв'язання фармацевтичних задач	58
Поняття системи	58
Поняття моделі. Типи моделей	62
Математичне моделювання	71
Приклади математичних моделей	76
Основні етапи розв'язування задач фармації за допомогою комп'ютера	89
Інформаційні системи в середовищі табличного процесора	91
Інформаційні системи: загальна характеристика	91
Таблиці даних	93
Фільтрація таблиці даних	99
Створення фармацевтичних БД	103
Основні поняття та категорії БД	104
Реляційна модель даних (модель даних "сутність — зв'язок")	110
Реляційний підхід	113
Приклад побудови БД "Склад — аптека"	119
Матричні моделі фармацевтичних розрахунків	131
Модель розрахунку приготування суміші	131
Технологія проведення розрахунків на основі матричної моделі	132
Оптимізаційні задачі у фармації	136
Історія розвитку теорії оптимізації	136
Постановка задачі оптимізації. Основні поняття	139
Задача про оптимальний план виробництва продукції	140
Транспортна задача	141
Задача про призначення	142
Задача про раціон	142
Задача про сплав	143

<i>Розв'язування задач оптимізації за допомогою табличного процесора</i>	144
Системи підтримки прийняття рішень у середовищі табличного процесора	148
<i>Основні поняття алгебри логіки</i>	148
<i>Логічні операції і таблиці істинності</i>	151
<i>Логічні функції в середовищі табличного процесора</i>	156
<i>Логічна функція ЕСЛИ</i>	156
Інформаційні технології апроксимації та прогнозування статистичних даних	168
<i>Поняття апроксимації статистичних даних</i>	168
<i>Апроксимація експериментальних даних у табличному процесорі</i>	171
<i>Побудова графіків функціональних залежностей</i>	174
Питання для самоконтролю	177
Розділ 4. ФАРМАЦЕВТИЧНІ ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ	181
Історія виникнення мережі Internet	183
Ключові принципи мережі Internet	185
Служби мережі Internet	186
Український сегмент мережі Internet	187
Ідентифікація комп'ютерів у мережі. Адресація в Internet	190
Технічні засоби пошуку інформації	197
Методика пошуку інформації в мережі Internet	199
Методи інформаційного пошуку	202
Технологія пошуку з використанням пошукових машин	204
Аналіз ресурсів і збирання інформації	208
Проблеми, що виникають у процесі пошуку інформації	208
Мета-засоби пошуку	209
Пошукові машини	210
<i>Rambler</i>	210
<i>Aport!</i>	211
<i>Російська машина пошуку</i>	211
<i>Yandex-Web</i>	211
Практичні приклади і рекомендації з пошуку інформації	212
<i>Формування запиту</i>	212
<i>Обмеження зони пошуку</i>	216
<i>Практичні рекомендації користувачеві</i>	216
Питання для самоконтролю	218
Список літератури	220

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

- АРМ — автоматизоване робоче місце
БД — база даних
ЕОМ — електронно-обчислювальна машина
ІС — інформаційна система
КТ — комп'ютерна технологія
ПК — персональний комп'ютер
СУБД — система управління БД
ЦМОДІ — центри машинного оброблення ділової інформації
ШК — штрих-код

Розділ 1. СИСТЕМА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інформація як ресурс. Терміни і визначення

Сучасне суспільство — це інформаційне суспільство. Саме тому сьогодні важливим елементом діяльності фармацевтичної галузі є інформаційне забезпечення, що полягає в збиранні й обробленні інформації, потрібної для прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Інформація і повідомлення. Поняття про “шум”

Поняття інформації (від лат. *informatio* — виклад, обізнаність, роз’яснення якого-небудь факту, події, явища) є одним з фундаментальних у сучасній науці. Інформацію нарівні з речовиною та енергією розглядають як найважливішу складову світу, у якому ми живемо.

У звичайному розумінні з терміном “інформація” асоціюються деякі відомості, дані, знання тощо. Особливість цього поняття полягає в можливості використовувати його в усіх без винятку сферах: філософії, природничих і гуманітарних науках, біології, фармації, медицині і психології, фізіології людини і тварин, соціології, техніці, економіці, повсякденному житті. Тому конкретне тлумачення поняття “інформація” залежить від методів, мети дослідження, конкретної ситуації, моменту часу або просто від життєвого досвіду людини.

Саме тому вчені в галузі інформації і теорії управління дають найрізноманітніші визначення цьому поняттю. *Норберт Вінер*, засновник кібернетики, визначає інформацію як зміст повідомлення, що отримується системою (організмом, машиною) від зовнішнього світу (він розглядав питання пристосування таких систем до умов зовнішнього світу). Філософ і лінгвіст *Бріллюен*, розвиваючи наукову концепцію Н. Вінера, визначає інформацію як міру зменшення ентропії (ентропія — міра невизначеності). Інформація ви-

стуває певним засобом внесення визначеності, упорядкованості, організації. *Клод Шеннон*, засновник теорії інформації, трактує інформацію як особливим чином закодовані сигнали (передані по каналах зв'язку). Творець перших "розумних" кібернетичних машин *Вільям Росс Ешбі* визначає інформацію як засіб обмеження розмаїття. Французький дослідник у галузі кібернетики, мистецтвознавства і проблем масових комунікацій *Абраам Моль* трактує інформацію як міру оригінальності або міру складності (оскільки таке визначення зручне для аналізу творів мистецтва).

У цих визначеннях немає протиріч. Усі вони певною мірою характеризують багатогранне поняття інформації.

Існують два підходи до визначення природи інформації — *атрибутивний* та *функціональний*. Прихильники першого підходу розглядають інформацію як об'єктивну властивість усіх матеріальних об'єктів (інформація — атрибут матерії). Прихильники другого стверджують, що інформація є умовою та результатом спрямованої активності, тому вона виникає тільки на соціально-свідомому рівні. Не викликає сумнівів той факт, що інформація, якою обмінюються члени суспільства, неодмінно пов'язана з відтворенням реальності. Ще *Н. Вінер* розумів під інформацією відомості, які одержує людина із зовнішнього світу в процесі адаптації. При цьому слід зазначити відмінність між людиною та комп'ютером у пошуку й опрацюванні інформації. Комп'ютер, безперечно, швидше опрацює інформацію, ніж людина, але це стосується тільки замкнутої системи. Із зовнішнім світом людина працює набагато ефективніше.

Отже:

- інформація — складова процесу передачі знань, сигналу чи повідомлення;
- інформацією можуть виступати поточні дані про величини в деяких сферах діяльності, систематизовані відомості про основні причинно-наслідкові зв'язки, які входять до структури знання як поняття загального класу, стосовно якого інформація є підлеглою;
- інформація — це знання (дані), передані будь-якою особою іншій чи набуті шляхом власного дослідження або вивчення;
- інформацією є знання про якусь особу, подію, випадок тощо.

Якщо систематизувати різні підходи до визначення поняття інформації, то можна відзначити три найпоширеніших трактування:

1) інформація (концепція К. Шеннона) — міра невизначеності (ентропія) події. Кількість інформації в тому чи іншому разі залежить від імовірності її одержання: що ймовірнішим є повідомлення, то менше інформації міститься в ньому;

2) інформація — це властивість (атрибут) матерії. Інформацію містять будь-які повідомлення, що можуть бути сприйняті людиною чи приладами;

3) інформація — це та складова знань, що використовується для орієнтування, активної дії, управління і самоврядування. Іншими словами, інформація — це діюча, корисна, “працююча” складова знань.

З’ясуємо відмінність між поняттями “інформація” та “повідомлення”. Під *повідомленням* розуміють вплив на нервову систему живого організму деякої сукупності сигналів і подразників, які можуть бути передані в різний спосіб залежно від систем, що їх продукують та сприймають.

Інформацію передають за допомогою повідомлень. Повідомлення передають за допомогою послідовності сигналів від джерела до одержувача інформації. Середовище, через яке здійснюється передавання сигналів від джерела до одержувача, називають *каналом зв’язку* (мал. 1).

Певну увагу привертає відсутність взаємно однозначної відповідності між інформацією та повідомленням: *одну й ту саму*



Мал. 1. Загальна схема передачі інформації

інформацію можна передати за допомогою різних повідомлень. І навпаки, одне й те саме повідомлення може нести різну інформацію залежно від того, як інтерпретують (тлумачать) повідомлення різні люди чи одні й ті самі люди за різних обставин, які властивості того чи іншого об'єкта (явище природи) досліджуються суб'єктом (людина).

Для тлумачення поняття “шуму” використовують низку положень:

- якщо повідомлення не несе корисної інформації, тоді воно несе “шум”;
- інформація може перетворюватися на “шум”, і навпаки, “шум” може перетворюватися на інформацію.

Наприклад. Досить часто різні розповіді про лікарські засоби та відповідні рекламні ролики не привертають увагу споживача і не містять корисної для нього інформації, тобто несуть “шум”. Однак може статися так, що багато разів бачене оголошення чи опис раптом зацікавлює споживача і він знаходить у ньому корисну інформацію, яку і використовує (інформація про ліки, які застосовують при певних захворюваннях). У такий спосіб “шум” перетворюється на інформацію. Якщо споживач втрачає інтерес до повідомлення, воно вже не несе в собі корисну для нього інформацію, то інформація знову перетворюється на “шум”.

Види та властивості інформації

Інформацію класифікують за:

- *галузями знань* — наукова, технічна, економічна, біологічна, медична, фармацевтична інформація тощо.

Детальніше розглянемо два види інформації: медичну, оскільки фармація — це галузь медицини, та фармацевтичну.

Медична інформація відтворює дані та результати медичних наукових досліджень і медичної практики. З одного боку, вона відображає процеси та явища в системі охорони здоров'я (тобто є засобом, який використовують лікарі під час медичної практики), з іншого — є результатом роботи інформаційно-обчислювальних центрів, фахівців оргметодвідділів тощо.

Під фармацевтичною інформацією розуміють суть фактів, явищ, процесів, ідей, наукових теорій, подану у вигляді, зручно-

му для використання людиною чи персональним комп'ютером (ПК), і спрямовану на усунення невизначеності у фармації;

— *типом сприйняття* — зорова, слухова, смакова інформація тощо.

Інформацію з навколишнього середовища людина сприймає органами чуття. Відповідно, зорова інформація сприймається органом зору (світле, темне, жовте, яскраве тощо), слухова — органом слуху (окремі звуки, голос людини, шум вітру тощо), інформацію про смакові якості тих чи інших речовин (гірке, кисле, солодке, солоне тощо) людина одержує через орган смаку тощо;

— *структурно-метричними властивостями* — параметрична, топологічна, абстрактна інформація.

До параметричної інформації належать набори числових значень будь-яких параметрів, одержаних під час дослідження, аналізу, контролю та обліку. До топологічної інформації відносять геометричні образи, карти місцевості, різні плоскі та об'ємні зображення. Абстрактна інформація базується на абстракціях, узагальненнях і символізації.

Людині властиве суб'єктивне сприйняття інформації через певний набір її *властивостей*. Усі види інформації мають спільні властивості та закономірності:

- інформація має цінність, яка визначається її актуальністю;
- інформація може бути об'єктивною або суб'єктивною;
- інформація нематеріальна, але не може існувати без матеріального носія (фізичне середовище, у якому поширюється чи фіксується інформація, називається носієм інформації);
- інформація *неадитивна* (від англ. *to add* — додавати), тобто окремі повідомлення неможливо алгебраїчно додавати, від цього спотворюється зміст інформації;
- інформація *некомутативна*, тобто окремі повідомлення неможливо переставляти місцями, від цього спотворюється зміст інформації.

Людина здатна не лише сприймати інформацію за допомогою органів чуття при безпосередньому контакті з об'єктами зовнішнього світу, а й зберігати, опрацьовувати її, одержуючи в результаті нові знання, нову інформацію, і передавати її за допомогою

повідомлень. При цьому особливо важливо, щоб інформація, яку несуть повідомлення, сприяла прийняттю на її основі правильних рішень за рахунок таких її властивостей, як вірогідність, повнота, актуальність, корисність, зрозумілість.

Однією з найважливіших властивостей повідомлень є їхня вірогідність: повідомлення вважається вірогідним, якщо воно не суперечить реальній дійсності, правильно її відтворює і підтверджується нею.

Так, наприклад, з давніх-давен відомо, що листя підбілу (матий-мачухи) містять гіркі глікозиди (до 2,63 %), флавоноїди (до 160 мг%), ситостерин, сапоніни, каротиноїди, кислоти органічні, речовини дубильні, вітамін С (до 250 мг%), дають відхаркувальний ефект, відновлюють активність вільного епітелію трахеї і бронхів, справляють протизапальну, пом'якшувальну, слабку потогінну і спазмолітичну дію. Знання, отримані людиною про підбіл, на практиці підтверджуються сучасними лабораторними дослідженнями.

Для підвищення надійності і вірогідності повідомлень та інформації, яку вони несуть, їх дублюють, передають різними способами і в різних формах, перевіряють, звертаючись до різних джерел. Для того щоб дійти правильних висновків (здобути інформацію, що має практичну цінність), набір повідомлень (показників, характеристик, ознак) має бути, з одного боку, якомога повнішим і вичерпним, а з іншого — містити якомога менше зайвих, необов'язкових повідомлень (фактів, ознак, проявів досліджуваного явища), тобто "шуму", оскільки такий шум може спотворити висновки і зумовити прийняття на основі хибних висновків неправильних рішень.

Наприклад, потрібно встановити, про яку тварину йде мова, якщо сказано лише, що тварина ловить мишей. Для однозначного висновку наявних повідомлень явно недостатньо, оскільки мишей ловить і кішка, і лисиця, і їжак. Якщо ж додати, що тварина має чотири лапи, ніс, очі, вуха, зуби, то таке додаткове повідомлення несе лише "шум".

Повідомлення, яке несе певну інформацію, має бути своєчасним, щоб інформація мала практичну цінність. Одне й те саме повідомлення "29 грудня аптека працюватиме до 17:00", одержане

о 16-й годині, несе зовсім іншу інформацію, ніж отримане о 18-й годині.

Якщо людині розповідають щось, до сприйняття чого вона ще не готова (наприклад, звертаються англійською мовою раніше, ніж людина вивчила цю мову), то вона це повідомлення сприйме інакше (повідомлення є для такої людини незрозумілим), ніж якби вона була підготовленою до його сприйняття (попередньо вивчила англійську мову).

Слід пам'ятати, що надто велика кількість повідомлень чи їх несвоєчасність так само обеззброює, як і відсутність повідомлень.

Для прийняття правильних рішень повідомлення має бути повним. Зайві (надлишкові) повідомлення (зайва інформація, тобто "шум") відволікають увагу і заважають швидко і вчасно знайти правильне рішення і навіть можуть стати причиною хибності висновків і прийняття неправильних рішень. Неповні повідомлення так само можуть спричинити або хибність висновків, або їх несвоєчасність, оскільки доведеться витрачати час на пошуки уточнюючої інформації.

Об'єктивну інформацію можна одержувати за допомогою нормально працюючих датчиків, вимірювальних приладів. Повідомлення об'єктивне, якщо воно не залежить від судження будь-якого суб'єкта.

Окрім загальних властивостей кожен з видів інформації має характерні, притаманні лише йому особливості. Наприклад, такими особливостями для *медико-біологічної інформації* є безперервне формування, оновлення та передавання від покоління до покоління спадкових ознак (спадкова інформація), а також зберігання й передавання інформації в живих організмах на молекулярному рівні.

З передачею, зберіганням і обробленням інформації пов'язані дії будь-якого автоматичного пристрою, поведінка живої істоти і саме життя. Накопичення великої кількості інформації в певній галузі людської діяльності спричинює виникнення суттєвих проблем у сфері її сприйняття та оброблення.

Так, стрімкий розвиток фармацевтичної галузі сприяє значному зростанню обсягу фармацевтичної інформації. Протиріччя між обмеженими можливостями людини і зростаючим потоком

інформації можна усунути за допомогою комп'ютерних технологій (КТ). Їх застосування полегшує процес аналізування зібраної інформації, і, зрештою, визначає прогрес у розвитку фармацевтичної галузі.

Інформаційні процеси

Потрібно визначити суть поняття “дані” та процесу перетворення даних на інформацію і навпаки.

Дані¹ — результат спостережень навколишнього світу за допомогою органів чуття або приладів. Інтерпретована форма даних є **інформацією** — важливими і корисними фактами, отриманими з даних. Інформація може бути подана у вигляді даних. Якщо інформація — це результат взаємодії, що реально використовується в певний момент часу, то дані — це вже зареєстровані сигнали (при цьому фізичний метод реєстрації може бути довільним): повідомлення, спостереження, які не використовуються, а тільки зберігаються. Якщо з'являється можливість використати їх для розширення обсягу знань про будь-що, то вони перетворюються на інформацію. Щойно ця взаємодія припиняється, ми знову маємо справу з даними, але представленими вже в іншій формі. У цьому разі йдеться про **інформаційний процес** — цикл утворення інформації і збереження її у вигляді нових даних. Інформаційний процес триває стільки, скільки існують носії інформації.

До основних інформаційних процесів належать: пошук → зберігання → транспортування → опрацювання → використання → захист даних.

Пошук даних передбачає їх накопичення відповідно до поставленої мети. Наприклад, щоб встановити правильний діагноз захворювання та призначити коректне лікування, хворого розпитують, оглядають, здійснюють аускультацию, проводять аналізи і дослідження (вимірюють артеріальний тиск, пульс, виконують кардіографію, томографію, зондування тощо).

Опрацювання даних включає наступні операції:

— *формалізацію даних* — зведення даних, одержаних з різних джерел, до однієї форми;

¹ Дані (*data*) — інформація, подана у вигляді, придатному для опрацювання автоматичними засобами за можливою участю людини.

- *фільтрацію даних* — відкидання зайвих даних, які не потрібні для прийняття рішення;
- *сортування даних* — упорядкування даних за певною ознакою;
- *групування даних* — об'єднання даних за певною ознакою. Ця операція забезпечує зручність при застосуванні даних;
- *архівацію даних* — збереження даних у зручній та легкодоступній формі, як правило, в економнішому форматі;
- *перетворення даних* — переведення даних з однієї форми (або структури) в іншу.

Транспортування даних полягає в одержанні даних від одних учасників інформаційного процесу та передачі їх іншим.

Розвиток промислового виробництва привів до розширення обсягу знань. Водночас виникла потреба у приховуванні частини таких знань від конкурентів, їх захисті. Інформація сьогодні стала продуктом і товаром, який можна купувати, продавати, обмінювати.

Захистом даних називають забезпечення неможливості:

- доступу до інформації сторонніх осіб (несанкціонований, нелегальний доступ);
- незумисного або недозволеного використання, зміни чи руйнування інформації.

Секретність (privacy), конфіденційність (confidentiality), захист (security) та цілісність даних (data integrity) — основні поняття, що стосуються даних та інформації.

Секретність — це право індивідуума керувати зберіганням, використанням та розкриттям особистої інформації.

Конфіденційність — інструмент захисту секретності, тобто обмеження доступу до інформації.

Захист — це способи і методи запобігання випадковому чи зумисному розкриттю інформації стороннім особам, а також деструктивним діям і втратам.

Цілісність даних — способи і методи утримання інформації в завершеному вигляді.

Система фармацевтичної інформації в Україні

До сьогодні система фармацевтичної інформації в Україні на державному рівні, включаючи регіональні центри, кабінети фармацевтичної інформації, ефективно функціонувала. Теоретичні за-

сади, методи оброблення інформації про лікарські засоби, побудова відповідних баз даних (БД) були предметом численних досліджень, у тому числі дисертацій, монографій, навчальних посібників.

Сьогодні у зв'язку із жорсткою конкуренцією на фармацевтичному ринку України інформацію як про нові, так і про класичні лікарські препарати переважно постачають численні профільні медичні і фармацевтичні журнали. Безсумнівно, такі інформаційні повідомлення мають, насамперед, рекламний характер та ініціюються виробниками фармпродукції. Безпосереднє поінформовування працівників амбулаторно-поліклінічних і стаціонарних лікувальних закладів та аптек здійснюють медичні представники фірм, що виготовляють відповідні ліки або спеціалізуються на їх продажу. Усе це відбувається на тлі систематичного розширення арсеналу лікарських засобів у країні і наближення України до вирішення проблеми, актуальної для країн Заходу, — наявності занадто великої кількості лікарських засобів з аналогічною дією, серед яких важко вибрати оптимальний препарат для конкретного хворого. При вирішенні цієї проблеми слід орієнтуватися на доказову медицину, методологію фармекономічного аналізу.

Перспективу фармацевтичної інформації можна розглянути в плані впровадження в Україні "Державної програми забезпечення населення лікарськими засобами на 2004—2010 роки" (далі — Програма). Програма передбачає розроблення Національного переліку основних (життєво необхідних) лікарських засобів і виробів медичного призначення з одночасним упровадженням у практику лікувально-профілактичних закладів формулярів, розроблених МОЗ України на основі стандартів лікування.

За визначенням вищезгаданий Національний перелік міститиме сукупність лікарських засобів, що застосовуються для профілактики, діагностики й лікування населення. Інакше кажучи, мова йде про часто використовувані лікарські засоби, які переважно призначаються лікарями загальної практики, сімейними лікарями, педіатрами, кардіологами та ін.

Створення незалежної державної системи поінформовування про найпоширеніші лікарські засоби сприятиме раціональному їх використанню і збереженню здоров'я населення.

Поняття інформаційної технології

Одним із фундаментальних понять курсу є поняття інформаційної технології.

Технологія — це сукупність методів, засобів і прийомів, що використовуються людьми для реалізації конкретного складного процесу шляхом поділу його на систему послідовних взаємопов'язаних процедур і операцій, які виконуються більшою або меншою мірою однозначно і мають на меті досягнення високої ефективності.

Існує ще одне визначення цього поняття: технологія — це комплекс наукових та інженерних знань, реалізованих у сукупності матеріальних, технічних, енергетичних, трудових факторів виробництва, способах їхнього об'єднання для створення продукту або послуги, що відповідає певним вимогам. Тому технологія нерозривно пов'язана з машинізацією виробничого або невиробничого, насамперед управлінського процесу. Управлінські технології ґрунтуються на застосуванні комп'ютерів і телекомунікаційної техніки. Відповідно до визначення, прийнятого ЮНЕСКО, **інформаційна технологія** — це комплекс взаємозалежних, наукових, технологічних, інженерних дисциплін, що вивчають методи ефективної організації праці людей, зайнятих обробленням і зберіганням інформації; обчислювальну техніку, методи організації поводження з виробничим устаткуванням, їхні практичні додатки, а також пов'язані з усім цим соціальні, економічні та культурні проблеми.

Інформаційна технологія — це сукупність методів, засобів і прийомів, що використовуються для пошуку, накопичення, опрацювання, зберігання, подання, передавання інформації (даних і знань) за допомогою засобів обчислювальної техніки і зв'язку, а також способів їх раціонального поєднання з безмашинними процесами опрацювання інформації.

Для будь-якої діяльності можуть бути виділені мета, предмет, методи і засоби:

— метою використання інформаційно-комунікаційних технологій є якісне формування і використання інформаційного продукту відповідно до потреб користувача;

- методами інформаційно-комунікаційних технологій є методи опрацювання даних;
- засобами інформаційно-комунікаційних технологій виступають математичні, технічні, програмні, інформаційні засоби тощо.

Оскільки засоби і методи опрацювання даних можуть мати різне практичне застосування, то доцільно виділити глобальні, базові і конкретні інформаційні технології: 1) *глобальні інформаційні технології* включають моделі, методи і засоби формування і використання інформаційних ресурсів у суспільстві; 2) *базові інформаційні технології* орієнтуються на певну галузь застосування (виробництво, наукові дослідження, проектування, навчання); 3) *конкретні інформаційні технології* задають опрацювання даних у реальних задачах користувача.

На всіх етапах розвитку суспільства інформаційні технології використовувалися для забезпечення обміну інформацією між людьми, відтворювали відповідні рівень і можливості використаних систем реєстрації, зберігання, опрацювання і передавання інформації і, по суті, були синтезом методів оперування людини інформацією в інтересах своєї діяльності.

Самі інформаційні технології вимагають відповідної підготовки. Їх введення слід розпочинати зі створення математичного забезпечення, формування інформаційних потоків у системах підготовки фахівців.

Етапи розвитку інформаційних технологій

Існує кілька точок зору на розвиток інформаційних технологій з використанням комп'ютерів, які визначаються різними ознаками розподілу. Загальним для всіх викладених нижче підходів є те, що в еру ПК зародився новий етап розвитку інформаційної технології. Основною метою стає задоволення персональних інформаційних потреб людини як у професійній сфері, так і в побуті.

Ознака розподілу — вид завдань і процесів оброблення інформації. В основу систематизації покладено вид завдань і процесів оброблення інформації:

- 1-й етап (60—70-і роки ХХ століття) — оброблення даних в обчислювальних центрах у режимі колективного користування. Основним напрямком розвитку інформаційної технології була автоматизація операційних рутинних дій людини;
- 2-й етап (з 80-х років) — створення інформаційних технологій, спрямованих на вирішення стратегічних завдань.

Ознака розподілу — проблеми, що стоять на шляху інформатизації суспільства. Відповідно до цих проблем виділяють такі етапи:

- 1-й етап (до кінця 60-х років). Проблеми цього етапу — оброблення зростаючих обсягів даних в умовах обмежених можливостей апаратних засобів;
- 2-й етап (до кінця 70-х років) пов'язаний з поширенням електронних обчислювальних машин (ЕОМ) серії IBM/360. Проблема цього етапу — відставання програмного забезпечення від рівня розвитку апаратних засобів;
- 3-й етап (з початку 80-х років) — комп'ютер стає інструментом непрофесійного користувача, а інформаційні системи — засобом підтримки прийняття його рішень. Проблема 3-го етапу — максимально задовольнити потреби користувача і створити відповідний інтерфейс роботи в комп'ютерному середовищі;
- 4-й етап (з початку 90-х років) — створення сучасної технології міжорганізаційних зв'язків та інформаційних систем. Серед найістотніших проблем цього етапу виділяють:
 - вироблення угод і встановлення стандартів, протоколів для комп'ютерного зв'язку;
 - організація доступу до стратегічної інформації;
 - організація захисту і безпеки інформації.

Ознака розподілу — переваги комп'ютерних технологій (КТ):

- 1-й етап (з початку 60-х років). Починається ефективне оброблення інформації при виконанні рутинних операцій з орієнтацією на централізоване колективне використання ресурсів обчислювальних центрів. Основним критерієм оцінки ефективності створюваних інформаційних систем була різниця між витраченими на розроблення та зекономленими в результаті впровадження засобами. Основна про-

блема цього етапу — погана взаємодія користувачів, для яких створювалися інформаційні системи, із розроблювачами через розбіжності в їхніх поглядах і розумінні вирішуваних проблем. Як наслідок, створювалися системи, які користувачі погано сприймали і, незважаючи на можливості, не використали повною мірою;

- 2-й етап (із середини 70-х років) пов'язаний з появою ПК. Змінився підхід до створення інформаційних систем — відбувається переорієнтація на індивідуального користувача для підтримки прийнятих ним рішень. Користувач зацікавлений у проведеному розробленні, налагоджує контакт із розроблювачем. Встановлюється взаєморозуміння обох груп фахівців. На цьому етапі використовується як централізоване оброблення даних, характерне для першого етапу, так і децентралізоване, засноване на вирішенні локальних завдань і роботі з локальними БД на робочому місці користувача;
- 3-й етап (з початку 90-х років) пов'язаний з появою аналізу стратегічних переваг у бізнесі і заснований на досягненнях телекомунікаційної технології розподіленого оброблення інформації. Мета впровадження інформаційних систем — підвищення ефективності оброблення даних і допомога керівникові організації вистояти в конкурентній боротьбі й одержати перевагу.

Ознака розподілу — види інструментарію технології:

- 1-й етап (до другої половини XIX століття) — “ручна” інформаційна технологія, інструментарій якої становили: перо, чорнильниця, книга. Комунікації здійснювалися ручним способом шляхом переправляння поштою аркушів, пакетів, депеш. Основна мета технології — подання інформації в потрібній формі;
- 2-й етап (з кінця XIX століття) — “механічна” технологія, інструментарій якої становили: друкарська машинка, телефон, диктофон, оснащена більшою кількістю засобів доставки пошта. Основна мета технології — подання інформації в потрібній формі зручнішими засобами;
- 3-й етап (40—60-і роки XX століття) — “електрична” технологія, інструментарій якої становили: великі ЕОМ і від-

повідне програмне забезпечення, електричні друкарські машинки, ксерокси, портативні диктофони. Змінюється мета технології. Акцент в інформаційній технології зміщується з форми викладу інформації на формування її змісту;

— 4-й етап (з початку 70-х років) — “електронна” технологія, основним інструментарієм якої стають великі ЕОМ і створювані на їхній базі автоматизовані системи управління та інформаційно-пошукові системи, оснащені широким спектром базових і спеціалізованих програмних комплексів. Акценти ще більшою мірою зміщуються на формування змістовності інформації для управлінського середовища різних сфер громадського життя, особливо на організацію аналітичної роботи. Безліч об’єктивних і суб’єктивних факторів не дали змогу вирішити поставлені перед новою концепцією інформаційної технології завдання. Однак було набуто досвіду формування змістовності управлінської інформації і підготовлено професійну, психологічну й соціальну базу для переходу на новий етап розвитку технології;

— 5-й етап (із середини 80-х років) — “комп’ютерна” (“нова”) технологія, основним інструментарієм якої є ПК із широким спектром стандартних програмних продуктів різного призначення. На цьому етапі відбувається процес персоналізації АСУ, що проявляється створенням систем підтримки прийняття рішень певними фахівцями. Подібні системи містять вбудовані елементи аналізу й інтелекту для різних рівнів управління, реалізуються на ПК і використовують телекомунікації. У зв’язку з переходом на мікропроцесорну базу істотних змін зазнають і технічні засоби побутового, культурного й іншого призначення. Починають широко використовуватися в різних галузях глобальні і локальні комп’ютерні мережі.

Складові інформаційної технології

Технологічні поняття, що використовуються у виробничій сфері, такі як норма, норматив, технологічний процес, технологічна операція тощо, можуть застосовуватись і в інформаційній

технології. Перш ніж розробляти ці поняття в будь-якій технології, у тому числі і в інформаційній, завжди варто визначити мету. Потім варто спробувати провести структурування всіх передбачуваних дій та обрати відповідний програмний інструментарій.

Щоб освоїти інформаційну технологію, слід оволодіти набором елементарних операцій, кількість яких обмежена. Із цієї обмеженої кількості елементарних операцій у різних комбінаціях складається дія, а з дій, також у різних комбінаціях, складаються операції, які визначають той або інший технологічний етап. Сукупність технологічних етапів формує технологічний процес (технологію), який може починатися з будь-якого рівня і не включати, наприклад, етапи або операції, а складатися тільки з дій. Для реалізації етапів технологічного процесу можуть використовуватися різні програмні середовища.

Інформаційна технологія, як і будь-яка інша, повинна відповідати таким вимогам:

- забезпечувати високий ступінь розчленовування всього процесу оброблення інформації на етапи (фази), операції, дії;
- включати весь набір елементів, потрібних для досягнення поставленої мети;
- мати регулярний характер.

Етапи, дії, операції технологічного процесу можуть бути стандартизованими й уніфікованими, що дасть змогу ефективніше здійснювати цілеспрямоване управління інформаційними процесами.

Інструментарій інформаційної технології. Реалізація технологічного процесу матеріального виробництва здійснюється за допомогою різних технічних засобів, до яких належать устаткування, верстати, інструменти, конвеєрні лінії тощо.

Технічними засобами виробництва інформації є апаратне, програмне і математичне забезпечення цього процесу. З їх допомогою відбувається перероблення первинної інформації в інформацію нової якості. Виділимо окремо серед цих засобів програмні продукти і назовемо їх інструментарієм, або програмним інструментарієм інформаційної технології.

Інструментарій інформаційної технології — один або кілька взаємозалежних програмних продуктів для певного типу комп'ютера, технологія роботи в якому дає можливість досягти поставленої користувачем мети.

Як інструментарій можна використовувати найпоширеніші види програмних продуктів для ПК, такі як текстовий процесор (редактор), настільні видавничі системи, електронні таблиці, системи управління БД, електронні записні книжки, електронні календарі, інформаційні системи функціонального призначення (фінансові, бухгалтерські, для маркетингу та ін.), експертні системи тощо.

Види сучасних інформаційних технологій

Серед інформаційних технологій розрізняють інформаційні технології оброблення даних, управління, автоматизованого офісу, підтримки прийняття рішень, експертних систем.

Інформаційна технологія оброблення даних

Інформаційна технологія оброблення даних призначена для розв'язання добре структурованих задач, включає вхідні дані, відомі алгоритми та інші стандартні процедури їх оброблення. Ця технологія розрахована на персонал невисокої кваліфікації, який займається операційною (виконавчою) діяльністю, і розроблена з метою автоматизувати деякі рутинні, постійно повторювані операції, здійснювані керівною особою. Тому впровадження інформаційних технологій і систем на цьому рівні істотно підвищить продуктивність праці персоналу, звільнить його від виконання рутинних операцій, можливо, навіть приведе до скорочення штатів.

На рівні операційної діяльності вирішують такі завдання:

- оброблення даних про операції, реалізовані фірмою;
- створення періодичних контрольних звітів про стан справ на підприємстві;
- одержання відповідей на поточні запити й оформлення їх у вигляді паперових документів або звітів.

Прикладом може служити щоденний звіт про надходження і продаж лікарських засобів аптекою, сформований з метою здійснити контроль за балансом наявних лікарських засобів, або ж запит до БД щодо кадрів, що дає змогу одержати дані про вимоги, які висуваються до кандидатів на заняття певної посади.

Існує кілька особливостей, пов'язаних з обробленням даних, що відрізняють цю технологію від усіх інших:

- виконання необхідних підприємству завдань з оброблення даних. Кожному підприємству запропоновано законом мати і зберігати дані про свою діяльність, які можна використати як засіб забезпечення та підтримання контролю на підприємстві. Тому будь-яке підприємство обов'язково має бути оснащене інформаційною системою оброблення даних і відповідною інформаційною технологією;
- розв'язання тільки добре структурованих завдань, для яких можна розробити алгоритм виконання стандартних процедур оброблення. Існуючі стандарти визначають типові процедури оброблення даних і пропонують їх дотримання організаціями всіх видів; виконання основного обсягу робіт в автоматичному режимі з мінімальною участю людини;
- використання деталізованих даних. Записи про діяльність підприємства мають детальний (докладний) характер, що допускає проведення ревізій. У процесі ревізії діяльність підприємства перевіряється хронологічно від початку періоду до його завершення і від завершення до початку;
- акцентування на хронології подій;
- прийняття мінімальної допомоги в розв'язанні проблем від фахівців інших рівнів.

Багато даних на рівні операційної діяльності слід зберігати для наступного використання або тут само, або на іншому рівні. Для їх зберігання створюють БД.

В інформаційній технології оброблення даних створюються документи для керівних осіб і співробітників підприємства, а також для зовнішніх партнерів як за запитом або у зв'язку із проведеною підприємством операцією, так і періодично наприкінці кожного місяця, кварталу або року.

Інформаційна технологія управління

Метою інформаційної технології управління є задоволення інформаційних потреб усіх без винятку співробітників підприємства, які мають справу із прийняттям рішень. Вона може бути корисна на будь-якому рівні управління.

Ця технологія орієнтована на роботу в середовищі інформаційної системи управління і використовується при неналежній структурованості розв'язуваних завдань, якщо їх порівнювати із завданнями, що вирішуються за допомогою інформаційної технології оброблення даних.

Інформаційна технологія управління ідеально підходить для задоволення подібних інформаційних потреб працівників різних функціональних підсистем (підрозділів). Інформація, що постається ними, містить відомості про минуле, про сьогоднішній стан та ймовірне майбутнє підприємства. Ця інформація має вигляд регулярних або спеціальних управлінських звітів.

Для прийняття рішень на рівні управлінського контролю інформація має бути представлена так, щоб проглядалися тенденції зміни даних, причини виниклих відхилень і можливі рішення.

На цьому етапі вирішуються такі завдання оброблення даних:

- оцінка стану об'єкта управління, який планується;
- оцінка відхилень від планованого стану;
- виявлення причин відхилень;
- аналіз можливих рішень і дій.

Інформаційна технологія управління спрямована на створення різних видів звітів. Регулярні звіти створюються відповідно до встановленого графіка, що визначає час їх створення, наприклад, місячний аналіз продажів аптеки. Спеціальні звіти створюються за запитами керівників. У підсумкових звітах дані об'єднано в окремі групи, відсортовано і представлено у вигляді проміжних та остаточних підсумків по окремих полях. Порівняльні звіти містять дані, отримані з різних джерел або класифіковані за різними ознаками.

Використання звітів для підтримання управління особливо ефективно при реалізації так званого управління за відхиленнями. Управління за відхиленнями припускає, що головним зміс-

том одержуваних менеджером даних мають бути відхилення стану господарської діяльності підприємства від деяких установлених стандартів (наприклад, від запланованого стану). При використанні на підприємстві принципів управління за відхиленнями до створюваних звітів висуваються певні вимоги:

- звіт має створюватися тільки за наявності відхилення;
- відомості у звіті мають бути відсортовані за значенням критичного для відхилення показника;
- усі відхилення бажано показати разом, щоб менеджер міг встановити існуючий між ними зв'язок;
- у звіті слід вказати кількісне відхилення від норми.

Вхідна інформація для звіту надходить із систем операційного рівня. Вихідна інформація формується у вигляді управлінських звітів у зручному для ухвалення рішення вигляді. Зміст БД за допомогою відповідного програмного забезпечення перетворюється на періодичні і спеціальні звіти, що надходять до фахівців організації, які приймають рішення. БД, використана для одержання зазначеної інформації, має складатися з двох елементів, таких як:

- дані, що накопичуються в результаті аналізу операцій, проведених підприємством;
- плани, стандарти, бюджети й інші нормативні документи, що визначають планований стан об'єкта управління (підрозділу підприємства).

Інформаційна технологія підтримки прийняття рішень

Ефективність і гнучкість інформаційної технології багато в чому залежать від характеристик інтерфейсу системи підтримки прийняття рішень. Інтерфейс визначається:

- мовою користувача;
- мовою повідомлень комп'ютера, що виводяться у вигляді діалогу на екран дисплея;
- знаннями користувача.

Мова користувача — це дії користувача відносно системи шляхом використання можливостей клавіатури, джойстика, миші, голосових команд тощо. Найпростішою формою мови користувача є створення форм вхідних і вихідних документів. При одержанні вхідної форми (документа) користувач заповнює її,

вносячи необхідні дані, і вводить у комп'ютер. Система підтримки прийняття рішень здійснює аналіз і видає результати у вигляді вихідного документа встановленої форми.

Мова повідомлень — це дані, які користувач бачить на екрані дисплея (символи, графіка, кольори), дані, отримані на принтері, звукові вихідні сигнали тощо. Важливим показником ефективності інтерфейсу, що використовується, є обрана форма діалогу між користувачем і системою. Сьогодні поширеними є такі форми діалогу:

- запитально-відповідний режим;
- командний режим;
- режим меню;
- режим заповнення пропусків у виразах, пропонованих комп'ютером.

Кожна форма, залежно від типу завдання, особливостей користувача й прийнятого рішення, може мати свої переваги і недоліки. Тривалий час єдиною реалізацією мови повідомлень був надрукований або виведений на екран дисплея звіт чи повідомлення. Тепер з'явилася нова можливість подання вихідних даних — машинна графіка. Вона дає можливість створювати на екрані і папері кольорові графічні зображення в тривимірному вигляді. Використання машинної графіки значно збільшило наочність і можливість інтерпретувати вихідні дані.

Знання користувача — це інформація, яку користувач повинен знати, працюючи із системою. До них відносять не тільки план дій, що перебуває в голові користувача, а й підручники, інструкції, довідкові дані, видані комп'ютером.

Удосконалювання інтерфейсу системи підтримки прийняття рішень визначається успіхами в розвитку кожного із трьох зазначених компонентів. Інтерфейс характеризується такими можливостями:

- маніпулювання різними формами діалогу, зміна їх у процесі ухвалення рішення на вибір користувача;
- передавання даних системі різними способами;
- одержання даних від різних пристроїв системи в різному форматі;
- гнучке підтримання (надання допомоги за запитом, підказки) знань користувача.

Інформаційна технологія експертних систем

Характеристика і призначення. Найбільший прогрес серед комп'ютерних інформаційних систем відзначається у сфері розроблення експертних систем. Експертні системи дають можливість менеджерів або фахівцям одержувати консультації експертів з будь-яких проблем, про які цими системами накопичено знання.

Розв'язання спеціальних завдань вимагає спеціальних знань. Однак не кожна компанія може собі дозволити тримати у своєму штаті експертів з усіх пов'язаних з її діяльністю проблем або навіть запрошувати їх щоразу при виникненні таких проблем. Головна ідея використання технології експертних систем полягає в тому, щоб одержати від експерта його знання і, завантаживши їх у комп'ютер, використовувати щоразу, коли в цьому виникне потреба. Усе це уможливорює використання технології експертних систем як систем-порадників.

Подібність інформаційних технологій, що використовуються в експертних системах і системах підтримки прийняття рішень, полягає в тому, що обидві вони забезпечують високий рівень підтримки прийняття рішень. Однак є три істотні відмінності.

По-перше, вирішення проблеми в рамках систем підтримки прийняття рішень відтворює рівень її розуміння користувачем та його можливості одержати й осмислити рішення. Технологія експертних систем, навпаки, пропонує користувачеві прийняти рішення, що перевіряє його можливості.

По-друге, відмінність зазначених технологій проявляється здатністю експертних систем пояснювати свої міркування в процесі одержання рішення. Дуже часто ці пояснення виявляються важливішими для користувачів, ніж саме рішення.

По-третє, відмінність пов'язана з використанням нового компонента інформаційної технології — знань.

Основними компонентами інформаційної технології, що використовується в експертній системі, є:

- інтерфейс користувача;
- база знань;
- інтерпретатор;
- модуль створення системи.

Інтерфейс користувача. Менеджер (фахівець) використовує інтерфейс для введення інформації і команд в експертну систему й одержання вихідної інформації від неї. Команди містять у собі параметри, що скеровують процес оброблення знань. Інформація звичайно видається у формі значень, що привласнюються певним змінним.

Технологія експертних систем передбачає можливість одержувати як вихідну інформацію не тільки рішення, а й необхідні пояснення до цих рішень.

Розрізняють два види пояснень:

- пояснення, що видаються за запитом користувача;
- пояснення отриманого вирішення проблеми.

Після одержання результату користувач може зажадати пояснень того, як було вирішено проблему. Система має пояснити кожен крок своїх міркувань, що ведуть до вирішення завдання. Хоча технологія роботи з експертною системою не проста, інтерфейс користувача цих систем зазвичай не становить труднощів при веденні діалогу.

База знань містить факти, що описують проблемну сферу, а також логічний взаємозв'язок цих фактів. Центральне місце в базі знань належить правилам. *Правило* визначає, що варто робити в даній конкретній ситуації, і складається з двох частин:

- умови, що може виконуватися чи ні;
- дії, яку варто зробити, якщо умова виконується.

Усі правила, що використовуються в експертній системі, утворюють систему правил, яка навіть для порівняно простої системи може включати кілька тисяч правил.

Інтерпретатор — це частина експертної системи, що в певному порядку обробляє знання (мислення), які перебувають у базі знань. Технологія функціонування інтерпретатора полягає в послідовному розгляді сукупності правил (правило за правилом). Якщо умова, яка міститься в правилі, дотримується, то виконується певна дія і користувачеві надається варіант рішення його проблеми.

Окрім того, в багатьох експертних системах вводяться додаткові блоки:

- БД;

- блок розрахунку;
- блок введення і коригування даних.

Блок розрахунку необхідний у ситуаціях, пов'язаних із прийняттям управлінських рішень. При цьому важливу роль відіграє БД, яка включає планові, фізичні, розрахункові, звітні й інші постійні або оперативні показники. Блок введення і коригування даних використовується для оперативного і своєчасного відтворення поточних змін у БД.

Модуль створення системи служить для створення набору (ієрархії) правил. Існують два підходи, які можуть бути покладені в основу модуля створення системи:

- використання алгоритмічних мов програмування;
- використання оболонок експертних систем.

Для подання бази знань спеціально розроблено мови Лісп і Пролог, хоча можна використати й будь-яку відому алгоритмічну мову.

Оболонка експертних систем — це готове програмне середовище, що може бути пристосоване до вирішення певної проблеми шляхом створення відповідної бази знань. Здебільшого використання оболонок дає змогу створювати експертні системи швидше і простіше порівняно з програмуванням.

Проблеми і перспективи використання інформаційних технологій

Старіння інформаційної технології

Для інформаційних технологій цілком природним явищем є їх моральне зношування: вони старішають і замінюються новими. Так, наприклад, на зміну технології пакетного оброблення програм на великих ЕОМ в обчислювальному центрі прийшла технологія роботи на ПК на робочому місці користувача. Телеграф передав усі свої функції телефону. Телефон поступово витісняється службою експрес-доставки. Телекс передав більшість своїх функцій факсу й електронній пошті.

При впровадженні нової інформаційної технології в організації слід оцінити ризик відставання від конкурентів у результаті

її неминучого старіння згодом, тому що інформаційні продукти, як ніякі інші види матеріальних товарів, мають надзвичайно високу швидкість замінюваності новими видами або версіями. Періоди замінюваності коливаються від кількох місяців до одного року. Якщо в процесі впровадження нової інформаційної технології цьому фактору не приділяти належну увагу, то до моменту завершення переведення підприємства на нову інформаційну технологію вона вже може виявитися застарілою і доведеться вживати заходів щодо її модернізації. Такі невдачі з упровадженням інформаційної технології звичайно пов'язують із недосконалістю технічних засобів, тоді як основною причиною невдач є відсутність або неналежне напрацювання методології використання інформаційної технології.

Методологія використання інформаційної технології

Централізоване оброблення інформації на ЕОМ обчислювальних центрів була першою історично сформованою технологією. Створювалися великі обчислювальні центри колективного користування, оснащені великими ЕОМ. Застосування таких ЕОМ давало змогу обробляти більші масиви вхідної інформації та одержувати різні види інформаційної продукції, що потім передавалася користувачам. Такий технологічний процес був зумовлений недостатнім оснащенням обчислювальною технікою підприємств й організацій у 60—70-і роки ХХ століття.

Переваги методології централізованої технології:

- можливість використання великих масивів інформації у вигляді БД та інформаційної продукції широкої номенклатури;
- відносна простота впровадження методологічних рішень з розвитку й удосконалення інформаційної технології завдяки централізованому їх прийняттю.

Недоліки такої методології очевидні:

- обмежена відповідальність нижчого персоналу, що не сприяє оперативному одержанню інформації користувачем, тим самим перешкоджаючи правильності вироблення управлінських рішень;
- обмеження можливостей користувача в процесі одержання й використання інформації.

Децентралізоване оброблення інформації пов'язане з появою у 80-х роках ПК і розвитком засобів телекомунікацій. Ця технологія практично витіснила попередню, оскільки дала користувачеві широкі можливості в роботі з інформацією без обмеження його ініціатив. Перевагами такої методології є:

- гнучкість структури, що забезпечує простір ініціативі користувача;
- посилення відповідальності нижчої ланки співробітників;
- зменшення потреби у використанні центрального комп'ютера і відповідно в контролі з боку обчислювального центра;
- повніша реалізація творчого потенціалу користувача завдяки використанню засобів комп'ютерного зв'язку.

Однак ця методологія має і свої недоліки:

- складність стандартизації у зв'язку з великою кількістю унікальних розробок; психологічне неприйняття користувачами стандартів у готових програмних продуктах; що рекомендуються обчислювальним центром;
- нерівномірність розвитку рівня інформаційної технології локально, на місцях, що в першу чергу визначається рівнем кваліфікації конкретного працівника.

Описані переваги і недоліки централізованої та децентралізованої інформаційної технології зумовили потребу в дотриманні лінії розумного застосування як першого, так і другого підходу. Такий підхід назвемо раціональною методологією і покажемо, як у цьому разі розподілятимуться обов'язки:

- обчислювальний центр відповідає за розроблення загальної стратегії використання інформаційної технології, допомагає користувачам як у роботі, так і в навчанні, встановлює стандарт і визначає політику застосування програмних і технічних засобів;
- персонал, який використовує інформаційну технологію, повинен дотримуватися вказівок обчислювального центра, здійснювати розроблення своїх локальних систем і технологій відповідно до загального плану організації.

Раціональна методологія використання інформаційної технології дасть змогу досягти більшої гнучкості, підтримати загальні стандарти, сумістити інформаційні локальні продукти, знизити дублювання діяльності тощо.

Вибір варіантів упровадження інформаційних технологій на фармацевтичному підприємстві

При впровадженні інформаційної технології на підприємстві слід обрати одну з двох основних концепцій, що відтворюють сформовану точку зору на існуючу структуру організації та роль у ній комп'ютерного оброблення інформації.

Перша концепція орієнтується на існуючу структуру підприємства. Інформаційна технологія пристосовується до організаційної структури, і відбувається лише модернізація методів роботи. Комунікації розвинені слабо, раціоналізуються тільки робочі місця. Відбувається розподіл функцій між технічними працівниками і фахівцями. Ступінь ризику від упровадження нової інформаційної технології мінімальний, тому що витрати незначні й організаційна структура підприємства не змінюється.

Основний недолік такої стратегії — потреба в безперервних змінах форми подання інформації, пристосованої до конкретних технологічних методів і технічних засобів. Будь-яке оперативне рішення “зависає” на різних етапах інформаційної технології. До переваг стратегії можна віднести мінімальні ступінь ризику і витрати.

Друга концепція орієнтується на майбутню структуру підприємства. Існуючу структуру буде модернізовано.

Ця стратегія припускає максимальний розвиток комунікацій і розроблення нових організаційних взаємозв'язків. Продуктивність організаційної структури підприємства зростає, тому що раціонально розподіляються архіви даних, знижується обсяг циркулюючої системними каналами інформації і досягається збалансованість між розв'язуваними завданнями. До основних її недоліків варто віднести:

- істотні витрати на першому етапі, пов'язаному з розробленням загальної концепції та обстеженням усіх підрозділів підприємства;
- наявність психологічного напруження, спричиненого передбачуваними змінами структури підприємства і, як наслідок, змінами штатного розкладу і посадових обов'язків.

Перевагами стратегії є:

- раціоналізація організаційної структури підприємства;

- максимальна зайнятість усіх працівників, їхній високий професійний рівень;
- інтеграція професійних функцій за рахунок використання комп'ютерних мереж.

Нова інформаційна технологія на підприємстві має бути такою, щоб рівні інформації та підсистеми, які її обробляють, були пов'язані між собою єдиним масивом інформації. При цьому висуваяться дві вимоги. По-перше, структура системи перероблення інформації має відповідати розподілу повноважень на підприємстві. По-друге, інформація всередині системи має функціонувати так, щоб досить повно віддзеркалювати рівні управління.

Питання для самоконтролю

1. Як ви розумієте поняття інформації?
2. Перерахуйте підходи до визначення поняття інформації.
3. Назвіть і охарактеризуйте види інформації.
4. Охарактеризуйте властивості інформації.
5. Поясніть суть поняття ентропії інформації.
6. У чому полягає відмінність між поняттями інформація та повідомлення?
7. Опишіть схему передачі інформації.
8. Дайте пояснення поняттю “шум”.
9. Чи можливе перетворення інформації на “шум” і навпаки? Відповідь обґрунтуйте.
10. Назвіть види інформації за галузями знань.
11. Розкрийте суть поняття “фармацевтична інформація”.
12. Визначте співвідношення понять “повідомлення”, “дані”, “знання”, “шум”.
13. Охарактеризуйте види інформації за структурно-метричними властивостями.
14. Наведіть класифікацію носіїв повідомлень.
15. Визначте властивості інформації. Наведіть приклади.
16. Поясніть характерні особливості медико-біологічної інформації.
17. Назвіть основні інформаційні процеси.

18. Які операції включає процес опрацювання даних?
19. Що розуміють під захистом інформації?
20. У чому полягає інформаційне забезпечення фармацевтичної галузі?
21. Визначте поняття технології.
22. Розкрийте суть поняття інформаційних технологій у фармації.
23. Наведіть класифікацію інформаційних технологій.
24. Визначте мету, предмет, методи і засоби інформаційних технологій у фармації.
25. Опишіть етапи розвитку інформаційних технологій за видом завдань і процесів оброблення інформації.
26. Охарактеризуйте етапи розвитку інформаційних технологій за проблемами інформатизації суспільства.
27. Виділіть основні етапи розвитку інформаційних технологій за перевагами комп'ютерної технології.
28. Яким вимогам має відповідати інформаційна технологія?
29. Назвіть складові інформаційних технологій.
30. Визначте інструментарій інформаційної технології. Наведіть приклади.
31. Перерахуйте види сучасних інформаційних технологій.
32. Яке призначення інформаційної технології оброблення даних?
33. Охарактеризуйте інформаційну технологію управління.
34. Опишіть інформаційну технологію підтримки прийняття рішень.
35. Розкрийте суть інформаційної технології експертних систем.
36. Назвіть основні компоненти інформаційної технології експертних систем.
37. Виділіть проблеми і перспективи використання інформаційних технологій.
38. У чому полягає методологія використання інформаційної технології?
39. Назвіть критерії вибору варіантів упровадження інформаційних технологій на фармацевтичному підприємстві.

Розділ 2.

ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ФАРМАЦІЇ

Серед основних напрямків використання інформаційних технологій у фармацевтичній галузі можна виділити такі, як:

- автоматизація роботи з документами;
- комунікації;
- управління технологією фармацевтичного виробництва;
- автоматизація бухгалтерського обліку і планування;
- розроблення систем прийняття рішень;
- автоматизація розрахункових операцій;
- створення автоматизованих робочих місць (АРМ) співробітників.

Автоматизація роботи з документами

Упровадження систем автоматизації роботи з документами породжує виникнення концепції “електронного документа” та “безпаперової” технології. Такі документи існують тільки в електронному вигляді, тобто створюються, опрацьовуються¹, відтворюються² і пересилаються за допомогою комп’ютерів. При цьому можна створити так звану тверду копію, тобто друкувати документ на папері.

“Безпаперова” технологія передбачає ведення повного опрацювання і відтворення документів в електронному вигляді, тобто повна відмова від використання фізичного носія інформації — паперу. Ведення документації за цією схемою надає певні переваги:

- мінімальні витрати на канцелярські засоби (бланки, папір, канцелярське приладдя тощо);

¹ Опрацювання тексту — змістовне впорядкування тексту, виконання потрібних обчислень у таблицях, складання змісту, редагування даних.

² Відтворення тексту — сканне форматування тексту, встановлення параметрів друкування.

- зникає потреба у використанні високовартісних засобів захисту від несанкціонованого доступу (наприклад, сейфів), оскільки використання КТ реалізує можливість надання доступу до документа обмеженому колу осіб;
- зникає потреба у виділенні спеціальних приміщень (архівів) і спеціальних меблів, громіздких папок тощо;
- прискорюється процес пошуку потрібного документа;
- з'являється можливість організувати спільну роботу декількох осіб або навіть відділів над одним документом;
- прискорюється процес створення документів за рахунок можливості включення в нього фрагментів з інших документів і редагування вже існуючого тексту.

Останнім часом набувають популярності електронні документи, засновані на "гіпертексті", що означає включення в документ посилань на інші документи, за допомогою яких можна миттєво звернутися до документа, на який посилаються.

Основною проблемою переходу на "безпаперову" технологію є авторизація електронних документів. Для авторизації паперових документів сьогодні використовують печатки організації та підпис посадових осіб, що однозначно визначають належність документа. Електронні документи, належність яких ідентифікувати складно внаслідок можливості відтворити копію, що не відрізняється від оригіналу, сьогодні як звітні, фінансові документи не використовуються. Рішенням цієї проблеми є розроблення єдиного стандарту "електронного підпису", за допомогою якого можна буде однозначно ідентифікувати автора документа й захистити документ від внесення змін сторонніми особами.

Важливим завданням сьогодення є забезпечення конфіденційності¹ електронних документів. Працівники, яким офіційно дозволено користуватися тією чи іншою інформацією, повинні мати легкий і оперативний доступ до відповідних даних, закладених у комп'ютері. З іншого боку, ці дані мають бути недоступними для інших користувачів.

Для забезпечення конфіденційності інформації вживають таких заходів:

¹ Конфіденційність — інструмент захисту секретності, завдання якого — обмежити доступ до інформації.

- присвоєння буквено-цифрових паролів (за допомогою комп'ютерного алгоритму). Користувач може в будь-який час одержати новий пароль. Кожен пароль змінюється раз у шість місяців. Керівник чи його заступник видає паролі і визначає рівень повноважень. Усіх користувачів повідомляють про те, що пароль прирівнюється до офіційного підпису і що ні за яких обставин і нікому його не можна розголошувати;
- збереження в пам'яті комп'ютерної системи кожного випадку доступу до інформації, з фіксацією особистості, професійної належності, місця, типу отриманої інформації, дати і часу;
- блокування доступу до інформації в разі введення нелегального пароля кілька разів;
- електронні документи можуть бути зашифровані, що усуває можливості конкурентів одержати інформацію, яка становить виробничу і комерційну таємницю.

Документи паперові й електронні

У будь-якій галузі доводиться мати справу з великою кількістю документів. Це різноманітні договори, акти, звіти, рецепти, довідки тощо. Історично склалося, що більшість документів подаються в паперовому вигляді. Тому в кожній, навіть комп'ютеризованій установі, доводиться мати справу з паперовими документами.

Недоліком паперових документів є незручність їхнього редагування. Наприклад, аптека отримала від фармацевтичного заводу проект договору про реалізацію лікарських засобів, у який потрібно внести зауваження і надалі відправити на подальше узгодження. Це було б легко зробити, якби документ існував в електронній формі (наприклад, був переданий електронною поштою), однак переважно використовується папір.

У цьому разі маємо кілька варіантів. По-перше, можна зробити виправлення в паперовому оригіналі і повернути його партнерам у такому вигляді. По-друге, можна вручну ввести весь текст документа в комп'ютер, використовуючи текстовий редактор або текстовий процесор. Це досить трудомісткий процес, який до того ж включає людський фактор і пов'язані з ним можливі друкарські та інші помилки.

Якщо завдання полягає саме в точному відтворенні оригіналу, краще скористатися автоматичними електронними засобами. Ці засоби дають змогу *відсканувати* документ, тобто перетворити його з паперового оригіналу в набір електронних зображень, що відповідають окремим сторінкам, *розпізнати* його, тобто перетворити зображення (“фотографію”) на реальний текст і, в разі потреби, *перекласти* з іноземної мови на українську.

Усі ці процедури здійснюють завдяки використанню відповідних апаратних і програмних засобів. Сканування і розпізнавання звичайно розглядається як єдина операція, що перетворює вихідний текстовий документ на електронну форму. Автоматичний переклад можна застосовувати щодо будь-яких документів, незалежно від їх походження.

Таке автоматичне оброблення документів може значно заощадити час на їх опрацюванні і полегшити роботу з будь-якими документами.

Пристрої оцифровування зображення

Першим кроком у перетворенні паперового документа на електронний є його запис у вигляді електронного файлу зображення. Така операція тотожна фотографуванню та, як і фотографування, вимагає спеціального пристрою. Тривалий час для цього використовувалися тільки сканери. Однак останнім часом багато комп’ютерів оснащуються цифровими камерами і цифровими відеокамерами, які також можна використовувати для “фотографування” документів. Найприйнятнішим пристроєм для оцифровування паперового документа, що може мати будь-який формат, і сьогодні залишаються сканери.

Види сканерів. Сучасні універсальні сканери бувають *ручними, листовими та планшетними*. Окрім них існують ще спеціалізовані сканери, орієнтовані на особливі види робіт. До таких належать *сканери штрих-кодів*, які вже сьогодні використовуються в аптеках, а також сканери бланків, що використовуються для оброблення великої кількості однотипних документів.

Усі сканери забезпечені такими основними механізмами:

- перший складається з джерела світла (переважно лазерного) і світлочутливої головки, що сприймає світло, відбите

від документа. Яскравість світла змінюється залежно від того, який саме елемент зображення висвітлюється, що дає змогу одержати картину розподілу відтінків (і кольорів у кольорових сканерах) елементів зображення, яка перетворюється на електронну фотографію документа;

- другий механізм управляє переміщенням світлочутливого елемента (блоку, що включає джерело і приймач) або самого документа. Завдяки цьому промінь висвітлює різні елементи документа, даючи можливість, таким чином, одержати повну картину. Саме ця частина пристрою влаштована по-різному в різних видах сканерів.

Найпростішим видом універсальних сканерів, найдешевшим і найкомпактнішим, є ручні сканери. Вони вирізняються обмеженою смугою сканування і невисокою якістю одержуваних зображень. Справа в тому, що як механізм переміщення світлочутливого блоку використовується рука користувача: сканер вручну протягують над поверхнею документа. Труднощі протягання сканера з постійною швидкістю і можливим тремтінням руки призводять до погіршення якості одержуваного зображення. Ручні сканери придатні для сканування тільки чистих текстів, без будь-яких ілюстрацій. Додаткові труднощі виникають у зв'язку з потребою "склеювати" фрагменти зображення, які скануються окремо через вузькість смуги сканування.

Листові сканери. Зручніше працювати з листовими сканерами. Світлочутливий блок розташовується нерухомо, а аркуш документа, що сканується, протягується спеціальними валиками-барабанами. Перевагою листового сканера є висока швидкість сканування і висока якість зображення. Крім того, зображення сторінки документа відразу відтворюється цілком, а не збирається із відсканованих окремо фрагментів.

З іншого боку, валики протягують тільки окремий аркуш. Це унеможливорює сканування книг і брошур без їхньої попередньої розброшування. Застосування листових сканерів тривалий час було продиктовано їх низькою вартістю порівняно з планшетними сканерами.

Планшетні сканери — найпопулярніший на сьогодні тип сканерів. Планшетний сканер — це корпус, усередині якого роз-

ташовується світлочутливий елемент. У верхній частині корпусу розміщене прозоре вікно, на яке зображенням униз кладуть документ, що потрібно відсканувати. Розмір вікна відповідає максимально допустимому розміру сторінки, що сканується.

При скануванні світлочутливий елемент переміщується всередині корпусу, автоматично скануючи документ або по всій ширині аркуша, або як послідовність вузьких смуг, які автоматично об'єднуються. Планшетний сканер здатний сканувати і сторінки книги, покладені на вікно текстом вниз.

Комп'ютерне розпізнавання текстів

У результаті сканування паперовий документ перетворюється на файл зображення, який все ще не є текстовим документом. Для того щоб завершити перетворення, потрібно розпізнати символи, зображення яких наявні в документі, тобто перетворити набір сірих або різнокольорових точок, з яких складається відскановане зображення, на послідовність реальних символів, що утворюють текстовий документ.

Проблема розпізнавання друкованого тексту та ще складніша проблема розпізнавання рукописного тексту були висунуті досить давно. Якщо раніше розпізнавання тексту було досить ресурсно-містким завданням, то потужність КТ, розроблених в останні десять років, дала змогу якісно по-новому вирішити цю проблему, напрацювавши новий клас алгоритмів для її реалізації.

В історичному аспекті це завдання вирішували шляхом порівняння фрагментів зображення із заздалегідь заданим накресленням символів алфавіту. Автори програм вибирали й задавали критерій цієї подібності. Термін OCR (optical character recognition — оптичне розпізнавання символів) належить саме до такого роду програм і сьогодні застосовується рідко. Подібні програми вимагали, щоб документ використовував чітко визначене спеціально сконструйоване накреслення шрифту, що забезпечує достатні відмінності між символами та дає змогу застосовувати цей алгоритм. Застосування будь-якого іншого, тим паче складного або вигадливого шрифту могло привести до непередбачених результатів.

Сучасний підхід, у якому не застосовується порівняння зображень символів “у лоб”, докорінно змінив уявлення про розпізна-

вання символів. Нові алгоритми дають змогу одержувати очікувані результати на практично будь-яких шрифтах.

Сьогодні розроблено чимало програм, орієнтованих на розпізнавання тексту українською, а також іноземними мовами. Найпопулярнішими серед них залишаються Cuneiform і Fine Reader. Ці програми використовують різні алгоритми розпізнавання і відрізняються порядком роботи і зручністю використання. Наприклад, програма Fine Reader випускається компанією ABBYY Software (раніше відомою під назвою BIT Software). Вона здатна сканувати з наступним розпізнаванням тексти українською, а також іноземними мовами — російською, англійською, німецькою, французькою тощо. Fine Reader розпізнає також змішані двомовні тексти.

Серед особливостей програми порівняно з іншими програмами розпізнавання тексту слід виділити:

- об'єднання сканування і розпізнавання в рамках єдиної операції;
- можливість роботи з пакетами відсканованих сторінок;
- “самонавчання” програми для кращого розпізнавання складних шрифтів або неякісно надрукованих документів.

Додатково програма Fine Reader дає можливість виконати редагування розпізнаного тексту, а також перевірити орфографію.

Комунікації

Організаційна структура фармацевтичних підприємств здебільшого є системою, що складається з множини відокремлених одна від одної філій із централізованим органом обліку й контролю. Згідно з даними досліджень на забезпечення фармацевтичного підприємства необхідною інформацією і передачу вихідних даних іншим філіям керівники підприємства витрачають понад 70 % робочого часу.

У таких умовах здійснення оперативного документообігу, пошук потрібних даних та обмін ними між різними структурними підрозділами стає одним із пріоритетних завдань функціонування та розвитку фармацевтичного підприємства. Шлях ефектив-

ного вирішення цього завдання — використання комунікацій. З цим фактом важко не погодитись, тим паче, що час, у який ми живемо, часто називають століттям комунікацій. У межах нетривалого періоду супутникове телебачення, стільникові телефони, мультимедійні ПК та Інтернет цілком увійшли в життя кожного з нас. Мета всіх цих медіа — передавати повідомлення.

Переважно люди, які відправляють або отримують повідомлення, зацікавлені безпосередньо в повідомленні, а не в носії повідомлення чи маршруті проходження повідомлення до одержувача. Наприклад, при телефонній розмові провізора із завідувачем аптеки неважливо, чи передається сигнал, що несе повідомлення, через супутник чи через кабель. Одержувач, можливо, зверне увагу на довшу затримку надходження сигналу, характерну для зв'язку через супутник, і, очевидно, почує ехо.

Технічне забезпечення комунікацій

Розглянемо питання технічного забезпечення комунікацій. Для передачі даних можна використати факс. *Факс* дає можливість надіслати документи одержувачу через телефонну лінію. Факсимільний зв'язок широко використовують у фармацевтичній галузі. Наприклад, звіт про фінансові результати від однієї з філій до фармацевтичного підприємства передають за допомогою факсу. Факс має низку переваг, зокрема використання цього інструменту комунікації відносно недороге. Основним недоліком вважається неможливість застосувати дані безпосередньо в комп'ютерних програмах-додатках.

Для забезпечення оперативного обміну даними та електронними документами було введено систему *електронної пошти*. Система електронної пошти передбачає передачу повідомлень та електронних документів за допомогою комп'ютерної мережі з одного комп'ютера на інший. Перевагами електронної пошти порівняно з іншими способами передачі інформації (звичайна пошта, кур'єри, факс тощо) є:

- дуже висока швидкість передачі повідомлень незалежно від відстані — документ надходить до адресата через кілька секунд після відправлення;
- відсутність необхідності звертатися по допомогу до інших

осіб (кур'єр, оператор телеграфу та ін.), оскільки документи відправляють і приймають за допомогою комп'ютера безпосередньо на підприємстві. Цей факт додатково забезпечує конфіденційність переданих або одержаних відомостей;

- можливість передавати інформацію, яку неможливо передати такими існуючими засобами, як телефон, телеграф, факс. За допомогою електронної пошти можна одночасно передавати голосові повідомлення, відеозображення, текст, малюнки, графіки, діаграми тощо.

Окрім системи електронної пошти важливим джерелом одержання інформації є глобальна комп'ютерна мережа. За допомогою таких послуг *мережі Інтернет*, як телеконференція, можна отримувати різноманітну наукову і технічну інформацію з численних БД, організовувати діалоги в реальному часі зі спеціалістами чи співробітниками, які перебувають у віддалених регіонах, переглядати офіційні відомості комерційних організацій тощо.

Управління технологією виробництва

На базі комп'ютерів і мікропроцесорів сьогодні створено автоматичні й напівавтоматичні лінії виробництва продукції. На виробництвах, оснащених автоматичними лініями, комп'ютери широко використовуються на окремих стадіях виробництва, зокрема для контролю за якістю продукції. Застосування комп'ютерів у виробництві дає змогу виключити технологічні помилки, підвищити якість роботи працівників.

Автоматизація бухгалтерського обліку і планування

На сьогодні бухгалтерський облік практично скрізь здійснюють з використанням КТ. Упровадження автоматизованих систем бухгалтерського обліку дає змогу:

- організувати спільну роботу бухгалтерів;
- одержувати оперативні статистичні дані, на отримання яких у звичайний спосіб потрібно кілька днів;

- виключити помилки в обчисленнях, що призводять до додаткових витрат часу і коштів;
- підвищити якість праці бухгалтерів шляхом виключення в їх діяльності рутинних операцій (обчислення, складання таблиць, графіків).

Істотну роль у роботі фармацевтичного підприємства відіграє процес планування комерційної діяльності. Універсального засобу для автоматизації процесу планування практично не існує. Цей факт пояснюється тим, що процес планування діяльності підприємства є процесом, до якого не можна застосувати певний шаблонний підхід. Однак з метою полегшити прийняття управлінським персоналом стратегічних рішень було розроблено відповідні системи прийняття рішень. Такі системи працюють методом аналізування інформації, яка надходить від користувача і закладена експертом бази знань.

Організація обліку лікарських засобів в аптеці за системою штрихового кодування

Сьогодні за кількістю транзакцій великі аптеки не поступаються супермаркетам. Головна особливість фармацевтичної галузі — дуже великий асортимент. Асортимент однієї аптеки найчастіше становить від 4000 до 8000 найменувань продукції. Усі інші особливості продажу в роздріб стосуються правил зберігання і продажу ліків, правил відпуску ліків за рецептами, які накладають специфічні обмеження на бізнес-процеси в аптеках. Гігантський обсяг транзакцій, номенклатурних одиниць і кількості користувачів є справжнім випробуванням для будь-якої системи.

Як відомо, ще п'ятнадцять років тому в Україні такого поняття, як штрих-код (ШК), не існувало у зв'язку з обмеженим асортиментом продукції.

Зовсім інша ситуація склалася на сьогодні: асортимент виробленої підприємствами і реалізованої в роздріб продукції різко збільшився. Не дивно, що запам'ятати всі найменування жоден провізор, касир та і сам виробник не в змозі. Сучасному підприємцеві необхідна інформація актуальна і максимально точна. Це стосується не тільки торгівлі, а й виробництва. Як вирішити цю проблему? Найпоширеніший на сьогодні спосіб — за допомогою штрихової ідентифікації.

Після впровадження універсального ШК маркований лікарський засіб легко ідентифікується в будь-якій відповідним чином обладнаній аптеці або на складі. Провів сканером по упаковці — одержав повну інформацію. Як показує досвід, ефективно використання ШК у торгівлі можливе за його наявності на не менш ніж 70 % усієї продукції аптеки чи складу, що вимагає від виробників маркувати свій товар ШК.

Третє квітня 1973 року вважається офіційним “днем народження” ШК. Існує кілька стандартів ШК. Сьогодні переважно використовують ШК типу EAN-13 (european article numbering), тобто 13-розрядний ШК. У цілому, дев’ять початкових цифр — унікальний реєстраційний номер конкретної компанії, з яких перші дві-три цифри — код національної організації, у якій було зареєстровано цей код (наприклад, діапазон від 00 до 13 зарезервовано за США, від 460 до 469 — за Росією, 482 — за Україною, 50 — за Великобританією тощо). Наступні три цифри — ідентифікаційний номер продукції всередині підприємства. Його привласнює кожному товару сам виробник. Побутує помилкове припущення, що за першими двома-трьома цифрам ШК можна визначити країну, у якій було виготовлено товар.

Усі сучасні ШК дають змогу здійснювати сканування під будь-яким кутом, причому ідентифікувати можна як весь код, так і його складові. Імовірність правильного зчитування з першого разу становить близько 99 %, що свідчить про досить високу надійність цієї технології. Будь-яка компанія, що вступила в EAN/UCC, істотно підвищує ефективність власної діяльності.

Системи штрихового кодування характеризуються значно вищими показниками швидкості і безпомилковості введення даних порівняно з іншими системами аналогічного призначення. Працюючи на клавіатурі, оператор звичайно вводить не більше двох знаків за секунду і припускається на кожні 10 тис. знаків не менше ніж 10 помилок. Система штрихового кодування забезпечує введення кількох сотень знаків за секунду, а кількість помилок не перевищує одну на 3 млн знаків.

Штрихове кодування, безперечно, найпоширеніший і найоптимальніший метод предметно-кількісного обліку. ШК привласнюються виробниками фармацевтичної продукції за спеці-

альними правилами, затвердженими Міжнародною асоціацією товарної нумерації продукції EAN, і для кожного конкретного найменування є індивідуальними. Одноразове маркування товару етикетками зі ШК дає можливість багаторазово зчитувати інформацію: при прийомі, переміщенні, відпуску, інвентаризації товару тощо.

Переваги організації предметно-кількісного обліку лікарських засобів за методом штрихового кодування очевидні. Раніше наявність того або іншого препарату потрібно було встановлювати шляхом пошуків його в торговельній залі або, що гірше, на складі, а нині — одним натисненням клавіші на комп'ютері. Нарівні з програмою автоматизації обліку впровадження методу штрихового кодування дає змогу:

- у будь-який момент отримувати інформацію про наявність або відсутність препарату в торговельній залі або на складі;
- знати точну кількість залишків по кожному препарату і спрощувати процедуру інвентаризації (проводити переоблік можна не закриваючи аптеку і не припиняючи продаж);
- здійснювати аналіз оборотності лікарських препаратів за групами й окремими товарними одиницями, відстежуючи мінімальні залишки;
- вчасно планувати закупівлю препаратів;
- виявляти нерентабельні й обмежено затребувані препарати.

Для реалізації ідеї розподіленого управління потрібно створити для кожного рівня управління і кожної предметної галузі АРМ на базі обчислювальної техніки. Величезне значення в автоматизації роботи підприємства має об'єднання існуючих АРМ в єдину інформаційну систему підприємства.

Робота систем прийняття рішень заснована на графічному поданні поточних і прогнозованих економічних показників діяльності підприємства. Менеджер може змінювати деякі параметри і наочно бачити зміни показників роботи підприємства в цілому, що полегшує прийняття рішення щодо певних нововведень. Без використання комп'ютерів цей процес може тривати протягом

кількох тижнів, а то й місяців, тому що для одержання інформації про економічні показники діяльності підприємства слід здійснити велику кількість розрахунків.

Технічні засоби для роботи зі ШК

Створення ШК. Для створення етикеток, ярликів зі ШК або просто штрих-кодових позначень розроблено спеціальні програми, які дають змогу формувати етикетки із включенням у них ШК, текстів, логотипів тощо.

Друкування ШК. Для друкування штрих-кодових позначень розроблено спеціальні термо- і термотрансферні принтери, оснащені програмами для створення ШК. Вони наносять зображення на проміжний носій етикетку з клейкою основою. Спектр існуючих принтерів надзвичайно широкий, а основними показниками, які характеризують їх, є швидкість друку, максимальне поле друку й обсяг пам'яті принтера, що визначає кількість форматів етикеток, які він може роздрукувати в переносному режимі.

Перевірка ШК. Відповідність надрукованого ШК його стандартним параметрам перевіряють за допомогою верифікаторів. Ці пристрої не тільки зчитують код, а й вимірюють числові значення їх геометричних та оптичних характеристик. Аналізуючи отримані за допомогою верифікатора дані, можна зменшити вплив факторів, які змінюють якість друку ШК, а також оперативно контролювати якість друку штрих-кодових позначень.

Зчитування ШК. Для зчитування інформації, відтвореної за допомогою ШК, розроблено спеціальні пристрої — сканери. Це оптичні пристрої, які випромінюють світло на зображення ШК. Світлові промені, що відбиваються від поверхні і потрапляють знову в сканер, містять інформацію про розміщення штрихів і відстаней ШК, оброблення якої дає змогу декодувати закодовану інформацію. Найпоширенішими є такі види сканерів:

1) CCD-сканер — найпростіший та найпоширеніший на сьогодні пристрій. Довжина кодів не повинна перевищувати 60—80 мм. Оснащений світловою та звуковою індикацією правильності кодів;

2) "світлове перо" — сканер у вигляді товстого олівця. На відміну від CCD-сканера зручніший у користуванні, незамінний для

зчитування інформації у важко доступних місцях, неплоских поверхнях, без обмежень щодо довжини кодів для зчитування;

3) лазерний сканер — безконтактний, може зчитувати ШК на відстані (до 10 м). Застосовується для зчитування ШК із вантажів, що пересуваються, з піддонів на складах через скляну перегородку.

Організація роботи при використанні сканерів для зчитування ШК. У процесі реалізації товару в аптеці, обладнаний сучасною технікою, провізор підносить до сканера ШК товару, який продається. Сканер миттєво передає в комп'ютер (або запрограмований касовий апарат) зчитаний з упаковки ШК і провізор відразу одержує інформацію про назву, виробника, кількість товару, наявного на цей момент у продажу, та його вартість. Вказавши потрібну кількість товару, провізор може відразу пробити чек.

При прийомі й оприбуткуванні товару використання сканера, що зчитує ШК, дає можливість прискорити процес пошуку і правильної ідентифікації товару в комп'ютері. Під час проведення інвентаризації зручно використовувати пристрій збирання інформації, механізм дії якого заснований на зчитуванні ШК, що дає змогу накопичувати інформацію про асортимент і кількість товару, який перебуває на складі. Ці дані в будь-який момент легко передаються в комп'ютер і обробляються системою обліку. Використання ШК на всіх етапах руху товару дає змогу звести до мінімуму помилки, спричинені людським фактором.

Автоматизація розрахункових операцій

На сучасному етапі розвитку інформаційних технологій здійснення розрахункових операцій (перерахування грошових коштів, отримання готівки за допомогою платіжних карток тощо) за наявності відповідного програмного продукту (наприклад, Інтернет Клієнт-Банк, РС-Banking) можливе з офісу підприємства (зокрема бухгалтерії чи фінансового відділу). При цьому складання і проведення відповідних документів виконується за допомогою комп'ютера.

Зв'язок комп'ютера підприємства з комп'ютером банку може реалізуватися як безпосередньо через телефонну лінію, так і через Інтернет.

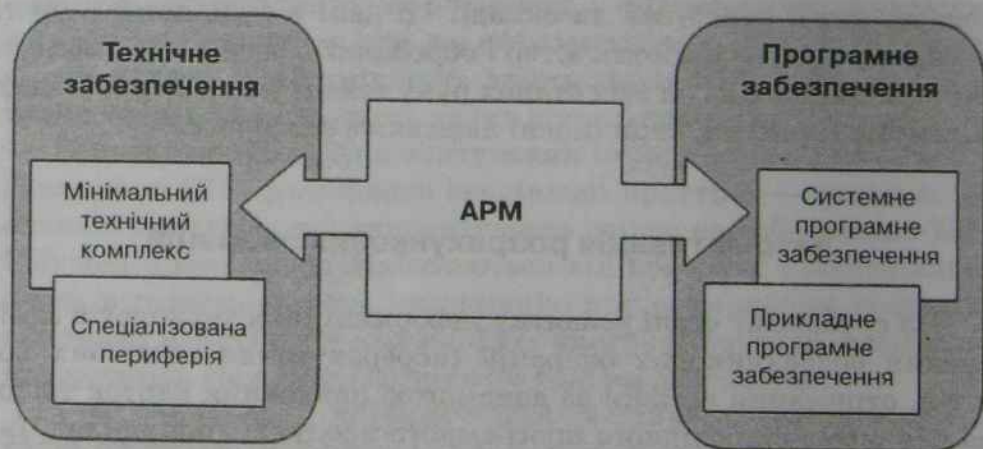
До очевидних переваг “електронного банкінга”¹ відносять:

- оперативне здійснення розрахункових банківських операцій;
- відсутність необхідності особисто відвідувати банк;
- можливість здійснювати банківські операції з будь-якого місця, де є телефон (використовуючи переносний комп'ютер).

Створення АРМ

Створення АРМ співробітників — засади політики інформатизації фармацевтичної галузі. Будь-яке АРМ (провізора, фармацевта, економіста тощо) є сукупністю двох елементів: технічного (апаратного) і програмного забезпечення (мал. 2).

Технічне забезпечення — це мінімальний технічний комплекс, необхідний для виконання співробітником своїх професій-



Мал. 2. Загальна структура АРМ

¹ Електронний банкінг — керування розрахунковими банківськими операціями на відстані.

них обов'язків. Зазвичай технічне забезпечення АРМ складається з монітора, системного блоку, клавіатури, миші і принтера.

Програмне забезпечення — сукупність системних (операційна система) і прикладних програм. Системні програми призначені для забезпечення працездатності комп'ютера та реалізації його діалогу з користувачем. Прикладні програми спеціалізовані. Вони потрібні для вирішення вузькопрофесійних завдань, що стоять перед працівником певного АРМ.

Технічні засоби реалізації інформаційних технологій

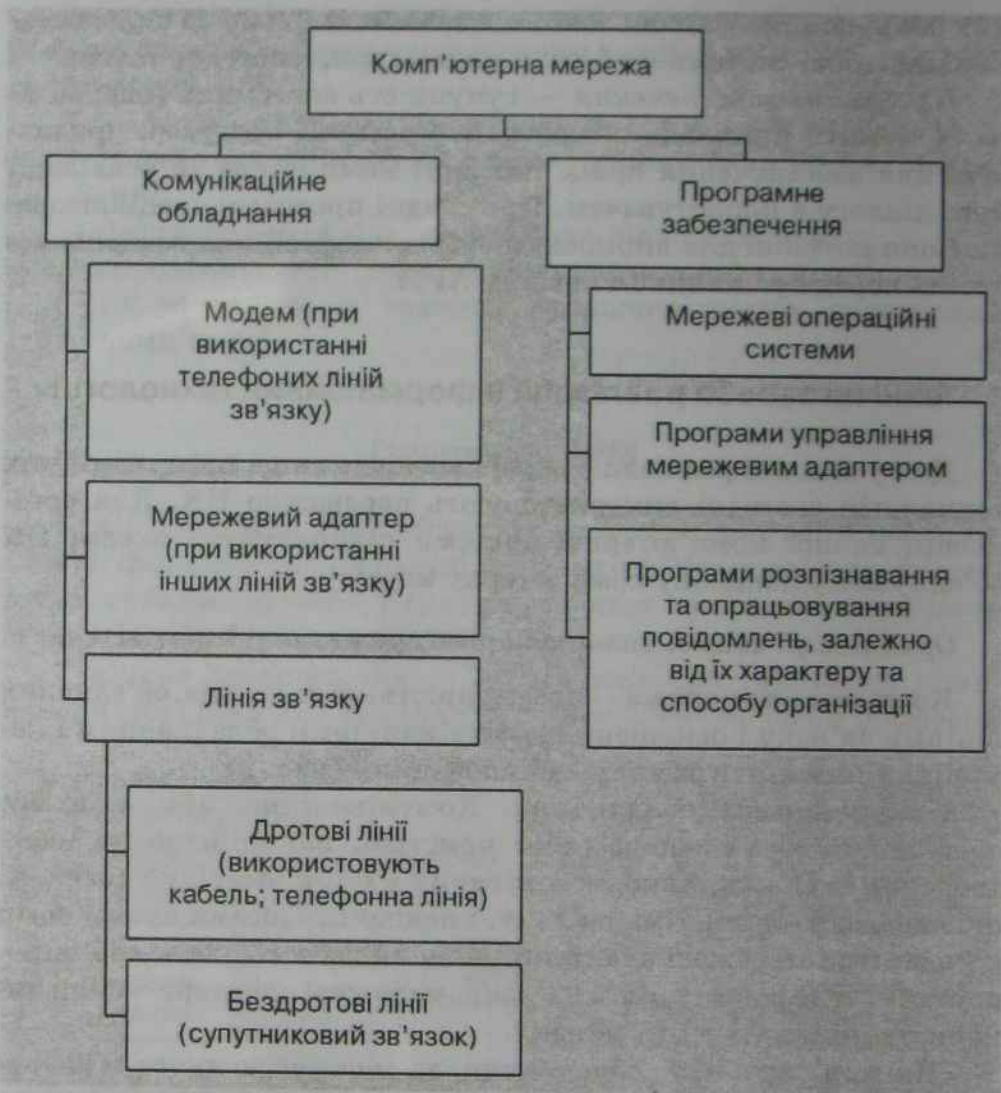
Для успішної реалізації перерахованих вище інформаційних технологій сьогодні використовують переважно ПК. Для організації єдиної комп'ютерної системи підприємства окремі ПК об'єднують у локальну комп'ютерну мережу.

Організації єдиної комп'ютерної системи підприємства

Комп'ютерна мережа — це сукупність комп'ютерів, об'єднаних лініями зв'язку і оснащених комунікаційним обладнанням і комунікаційним програмним забезпеченням (мал. 3).

Комунікаційне обладнання. Комунікаційне, або мережеве обладнання — це периферійні пристрої, що здійснюють перетворення сигналів, використовуваних у комп'ютері, на сигнали, що передаються лініями зв'язку, і навпаки. Такими пристроями є модеми та мережеві адаптери. Модеми застосовують при використанні телефонних ліній зв'язку, мережеві адаптери — при використанні інших ліній зв'язку.

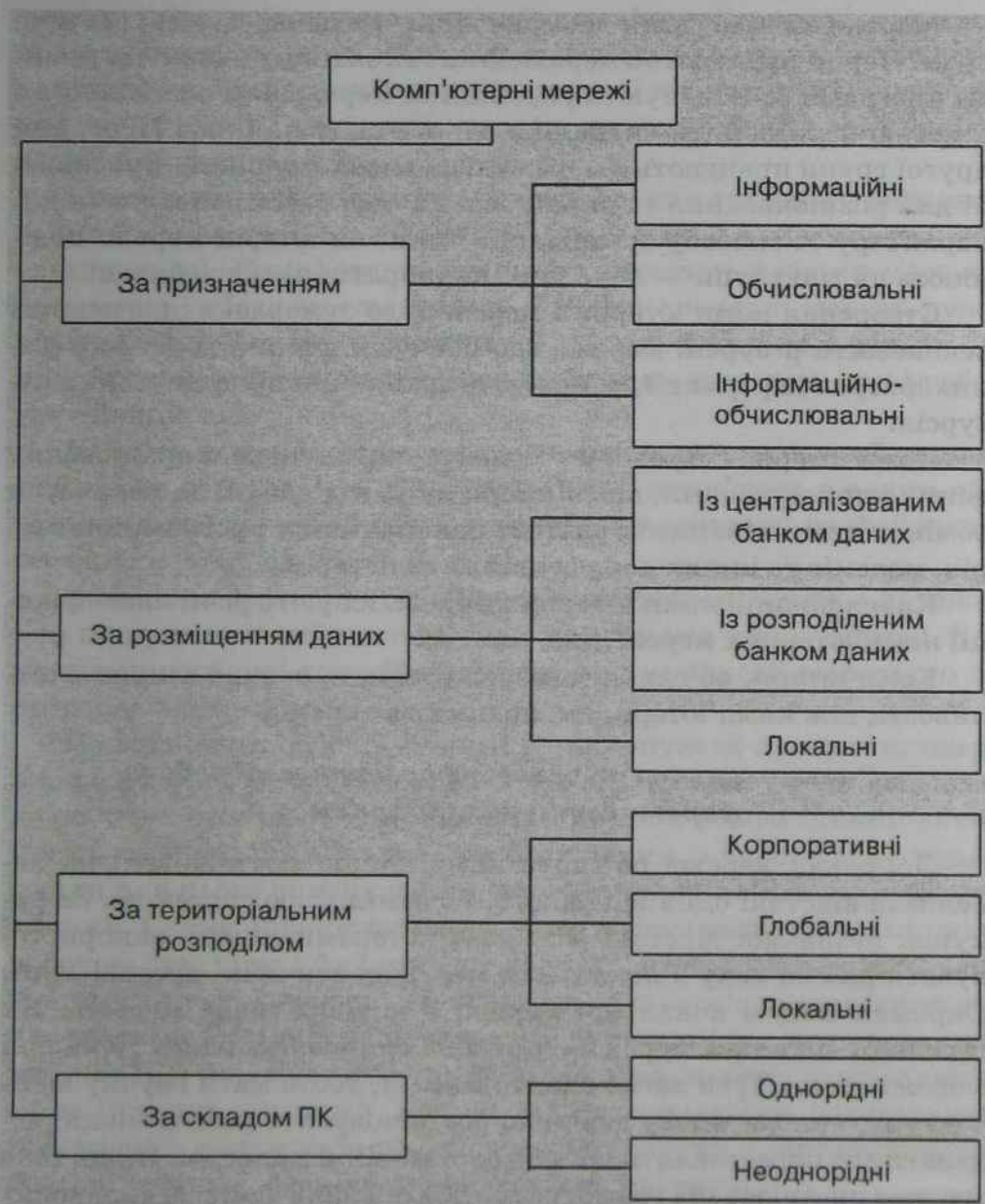
Лінія зв'язку — це обладнання, за допомогою якого здійснюється об'єднання комп'ютерів у мережу. Мережева інтерфейсна плата (мережевий адаптер) — спеціальний апаратний засіб для ефективної взаємодії ПК у мережі. Її встановлюють в одне з вільних гнізд розширення шини комп'ютера, а кабель передавання даних під'єднується до роз'єму на цій платі. Лінії зв'язку, що використовують кабелі для передавання сигналів, називаються дровими (телефонна лінія), решта — бездротовими (системи супутникового зв'язку). Лінії зв'язку різні за складністю. Часто для



Мал. 3. Типи комп'ютерних мереж

з'єднання локально розташованих комп'ютерів використовують радіозв'язок. Для потужніших телекомунікацій використовують мікрохвильове або інфрачервоне випромінювання.

Комунікаційне програмне забезпечення. Комунікаційне або мережеве програмне забезпечення — це набір програм, що забез-



Мал. 4. Класифікація комп'ютерних мереж

печують функціонування мережевого обладнання та обмін інформацією між комп'ютерами в мережі.

Мережеве програмне забезпечення включає дві групи програм. Перші працюють з мережею на так званому низькому рівні. Ці програми забезпечують управління мережевим обладнанням з метою перетворити сигнали з одного виду на інші. Програми другої групи працюють з мережею на високому рівні і призначені для розпізнавання та опрацювання інформації залежно від її характеру та способу організації. Усі комп'ютерні мережі поділяють на три групи — локальні, корпоративні та глобальні.

Створення комп'ютерних мереж було зумовлене прагненням зекономити ресурси: мережа забезпечує швидкий доступ до різних джерел інформації, обмежує кількість використовуваних ресурсів.

Комп'ютерна мережа забезпечує колективне опрацювання даних користувачами, комп'ютери яких під'єднані до мережі, та обмін даними між ними; спільне використання програм, принтерів, модемів та інших периферійних пристроїв.

Класифікація комп'ютерних мереж. Існують різні класифікації комп'ютерних мереж (див. мал. 4).

Комп'ютери, об'єднані в мережу, мають значно ширші можливості, ніж комп'ютери, які працюють окремо.

Роль локальних мереж в інформатизації роботи фармацевтичних підприємств

Локальна мережа об'єднує комп'ютери, розташовані на невеликій відстані один від одного, і є замкнутою системою. За рахунок незначної відстані між комп'ютерами можна використовувати для зв'язку в локальних мережах звичайні дротові лінії. Окремим видом локальної мережі є корпоративна мережа. Як правило, локальна мережа обмежена однією будівлею. Локальні мережі мають бути легко адаптованими, тобто мати гнучку архітектуру, яка дає змогу довільно розташовувати робочі місця, додавати або переставляти ПК або периферійні пристрої. Якщо така мережа організована грамотно, то вихід з ладу однієї зі складових не впливає на роботу інших.

Локальна мережа створюється для спільного використання та обміну інформацією між комп'ютерами, спільного використання ресурсів мережі. Ресурс мережі — це пристрої, що входять до

складу апаратної частини деяких із комп'ютерів мережі, є загальнодоступними і можуть використовуватися будь-яким користувачем мережі. Ресурсами мережі можуть бути принтери, сканери, модеми, касові і банківські апарати, пристрої резервного копіювання інформації тощо.

Комп'ютер, ресурси якого призначені для спільного використання, називається *сервером* (від англ. *to serve* — постачати, обслуговувати). Комп'ютери, що використовують ресурси мережі, називають *робочими станціями*. Сучасні локальні мережі дуже різноманітні і можуть включати один або кілька серверів — комп'ютери, які одночасно можуть бути як сервером, так і робочою станцією.

Найзагальніший тип сервера — файловий, основний ресурс файлового сервера — файли. Будь-який комп'ютер з одним або кількома жорсткими дисками можна використати як файловий сервер (Pentium 32-64 Мб RAM).

Взаємодія серверів і робочих станцій забезпечується мережевими програмним забезпеченням кожного комп'ютера мережі. Користувачу робочої станції доступні ресурси мережі відповідно до розроблених правил.

Призначення робочої станції — виконувати програми, одержані з мережі, а призначення сервера — доставляти ці програми до робочих станцій. Схему роботи, при якій робочі станції виконують опрацювання значної частини даних, а файл-сервер надає файли для цього опрацювання, називають *розподіленим опрацюванням*. Схему опрацювання, за якою робота розподіляється між робочою станцією і файлом-сервером рівномірно, визначають як систему клієнт — сервер. Як правило, таке середовище сформоване із сервера БД (високошвидкісний процесор, що опрацьовує запити до БД) та робочих станцій. Окрім того, мережі розрізняються за іншими ознаками, наприклад, за швидкістю передавання інформації, типом кабелю, що використовується, його фізичним розташуванням, форматом пакетів (кадрів) тощо.

Відносно невисокі складність і вартість локальної мережі забезпечують широке їх застосування в процесі автоматизації комерційної, банківської та інших видів діяльності, діловодства, технологічних і виробничих процесів. Багато в чому успіх вико-

ристання локальних мереж, з одного боку, зумовлений їхньою доступністю масовому користувачеві, з іншого — соціально-економічними наслідками різних видів людської діяльності.

Завдяки цьому почали з'являтися центри машинного оброблення ділової інформації — наказів, звітів, відомостей, калькуляцій, рахунків тощо. Такі центри є сукупністю АРМ і новим етапом на шляху створення в майбутньому безпаперових технологій для застосування в керівних, фінансових, облікових підрозділах тощо.

Сучасна стадія розвитку локальних мереж характеризується переходом від окремих, як правило, уже існуючих мереж до мереж, які охоплюють усе підприємство і об'єднують різноманітні обчислювальні ресурси в єдиному середовищі. Такі мережі називаються *корпоративними*.

Локальні мережі ПК повинні не тільки швидко передавати інформацію, а й легко адаптуватися до нових умов, мати гнучку архітектуру, що дає змогу розташовувати АРМ (або робочі станції) там, де це потрібно.

Програмні засоби є тим інструментом, який забезпечує функціонування технічних засобів і реалізацію завдань інформаційних технологій.

На сьогодні розроблено величезну кількість програмних засобів (понад 100 000), спрямованих на вирішення більшості завдань будь-якого підприємства. Однак існує тенденція до розроблення єдиної корпоративної програмної системи для розв'язання специфічних завдань підприємства, оскільки об'єднання розрізнених програмних засобів у єдине ціле здебільшого неможливе.

Питання для самоконтролю

1. Виділіть основні напрямки використання інформаційних технологій у фармацевтичній галузі.
2. Розкрийте суть концепції електронного документа та безпаперової технології.
3. Поясніть, що таке електронні документи, засновані на гіпертексті.

4. Які проблеми виникають при переході до безпаперової технології?
5. Яких заходів уживають для забезпечення конфіденційності інформації в електронному вигляді?
6. Перерахуйте пристрої оцифровування зображень.
7. Назвіть та охарактеризуйте види сканерів.
8. Розкрийте суть процесу комп'ютерного розпізнавання текстів.
9. Наведіть приклади програм комп'ютерного розпізнавання текстів.
10. Опишіть пристрої технічного забезпечення комунікацій.
11. Визначте переваги електронної пошти перед кур'єрською.
12. Перерахуйте можливості автоматизованих систем бухгалтерського обліку в аптеці.
13. Обґрунтуйте необхідність введення штрихової ідентифікації лікарських засобів.
14. Розкрийте суть штрихової ідентифікації лікарських засобів.
15. Охарактеризуйте технічні засоби для роботи зі ШК. Які з них використовують в аптеці?
16. Опишіть організацію роботи провізора при використанні сканерів для зчитування ШК.
17. Що передбачає автоматизація розрахункових операцій?
18. Наведіть загальну структуру АРМ.
19. Визначте поняття "комп'ютерна мережа".
20. Наведіть класифікацію комп'ютерних мереж.
21. Що належить до комунікаційного обладнання комп'ютерних мереж?
22. Опишіть комунікаційне програмне забезпечення комп'ютерних мереж.
23. Яка роль локальних мереж в інформатизації роботи аптеки?

Розділ 3. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗВ'ЯЗАННЯ ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ЗАДАЧ

Основи побудови інформаційних технологій розв'язання фармацевтичних задач

Поняття системи

Сучасна наука при вивченні складних явищ та об'єктів використовує поняття системи. Об'єкт дослідження не може характеризуватися якоюсь однією ознакою. Навіть якщо досліджується не весь комплексний об'єкт, а лише його частина, сучасний системний підхід вимагає залучення усього спектра його властивостей. Довільний фрагмент комплексу доводиться розглядати не ізольовано, а в численних суперечливих взаємозв'язках і, що важливо, у різних можливих ситуаціях.

Такий підхід є дуже доречним при розгляді фундаментальних завдань медицини. Як правило, кожна з таких медичних проблем характеризується множиною взаємопов'язаних факторів (ознак, показників, аналізів), яким властива мінливість залежно від обставин і зрештою від часу.

Живий організм не є простим конгломератом органів. Його функціонування, як будь-якої системи, залежить від природи й особливостей зв'язків її складових. Зі словом "система" ми стикаємося постійно: сонячна система, людський організм як система, нервова система, серцево-судинна система, травна система тощо. Здавалося б, найпростіший вихід — розглянути якщо не всі, то більшість із так званих реальних систем і виявити спільні ознаки.

По-перше, під терміном "система" розуміють певну впорядковану множину елементів, з'єднаних певними зв'язками один з одним, із зовнішнім середовищем та системами вищого порядку. Отже, можна сказати, що система — це інтегроване ціле, яке

складається з множини взаємозалежних елементів, які виконують певну функцію.

Система в цілому якісно відрізняється від суми її складових і має властивості, не притаманні її елементам. Причому важливо зазначити, що ці нові властивості визначаються саме взаємозв'язком між елементами.

Властивості систем. Системам притаманні такі характерні ознаки:

- цілісність: комплекс об'єктів, що розглядається як система, певне ціле, що має загальні властивості і загальне функціонування, а функціонування елементів підпорядковане єдиній меті;
- подільність: цілісний об'єкт є системою, якщо його можна поділити на елементи (підсистеми);
- ізолюваність: комплекс об'єктів, що формують систему, і зв'язки між ними можна відокремити від оточення і розглядати ізолювано. Відносна ізолюваність: ізолюваність систем є відносною, оскільки об'єкти, що утворюють систему, взаємодіють з оточуючим середовищем через входи і виходи;
- розмаїття: кожен елемент системи відрізняється своїми функціонуванням і станом від інших елементів і системи в цілому. Розмаїття пов'язане з функціональною специфічністю та автономністю елементів.

Системи класифікують за ступенем їх взаємодії із зовнішнім середовищем на:

- ізолювані — не мають зв'язку із зовнішнім середовищем;
- закриті — зазнають впливу від зовнішнього середовища, але не навпаки;
- відкриті — взаємодіють із зовнішнім середовищем, обмінюючись речовиною, енергією та інформацією.

Розрізняють системи динамічні і статичні. Будь-який медико-біологічний об'єкт — це динамічна система, у якій протікають безперервні процеси і яка визначається певними показниками. При дослідженні динамічних систем широко застосовують метод "чорної скриньки" у разі, якщо внутрішня структура системи недоступна для досліджень.

Структура системи. Найважливішою характеристикою системи є її структура. *Структура* — це сукупність елементів і зв'язків, що визначають внутрішню будову й організацію об'єкта як цілісної системи. При дослідженні системи структура виступає як спосіб опису її організації. Структура динамічна за своєю суттю, її еволюція в часі і просторі відтворює процес розвитку системи.

З поняттям структури тісно пов'язане поняття “елемент”. *Елемент системи* — це найменша ланка у структурі системи, внутрішня будова якої не береться до уваги на обраному рівні аналізу. Дослідник вибирає елементи системи залежно від мети аналізу. Вони є абстрактними елементарними частинами, що формують описуваний об'єкт. Завдяки такій властивості, як ієрархічність, будь-який елемент сам є системою, проте на обраному рівні аналізу ця система характеризується тільки загальними властивостями.

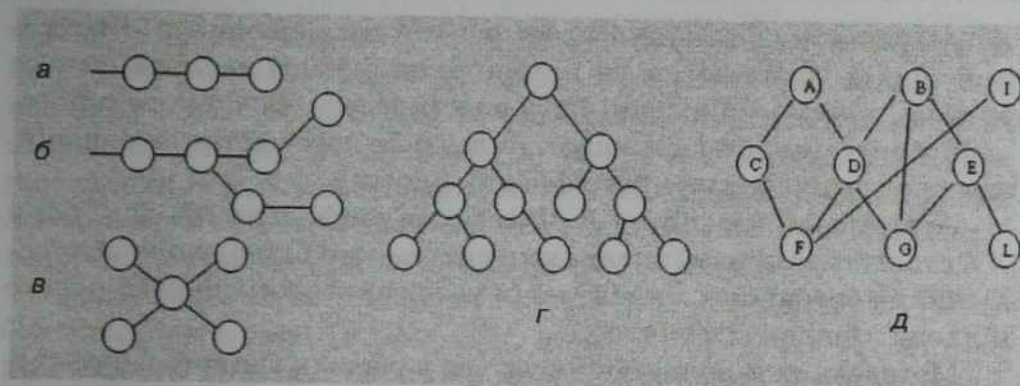
Якщо кількість елементів у системі занадто велика, потрібно застосувати спеціальний прийом для впорядкування цих елементів, тобто ввести структуру. Що означає “занадто велика кількість”? Коли завдання вирішує людина, не озброєна ніякими спеціальними приладами оброблення інформації, занадто великою кількістю вважатиметься кількість елементів, що перебільшує сім.

Число “сім” пов'язане з механізмом роботи клітин головного мозку, що, як припускають, мають вісім різних станів. У будь-якому разі, психологи ретельно і багаторазово досліджували це питання і встановили дійсну наявність магічного числа “ 7 ± 2 ” (з урахуванням можливих відхилень у той чи інший бік залежно від індивідуальних особливостей людини або спеціального тренування). Те, що число “сім” має дійсно якесь граничне значення в мисленні людини, показує і аналіз фольклору різних народів, структури армії (кількість бійців у відділенні не перевищує сім — гранично керовану кількість людей).

Типи систем. За структурою (мал. 5) системи класифікують на деревоподібні і мережеві.

Деревоподібні системи — це довільні структури, у яких відсутні контури і петлі. Вони поділяються у свою чергу на:

- *послідовні* — найпростіші структури, у яких зв'язок між елементами здійснюється тільки одним шляхом і тільки



Мал. 5. Типи структури систем: а — послідовна; б — довільна деревоподібна; в — радіальна; г — ієрархічна; д — мережева

в одному напрямку. Послідовна структура — тип деревоподібної системи, що вироджується;

- *радіальні* — структури, у яких кожен елемент з'єднаний окремою лінією зв'язку з центральним елементом;
- *ієрархічні* — багаторівневі структури, у яких дотримується принцип підпорядкованості нижчих рівнів вищим;
- *мережеві* — структури таких систем, елементи яких зв'язані між собою кількома шляхами. Для таких структур характерна наявність контурів і ланцюгів зворотного зв'язку.

Загальна теорія системи. Системний підхід. Науковий напрям, пов'язаний із вирішенням сукупності методологічних, методичних, конкретно-наукових і прикладних проблем аналізу і синтезу складних довільних систем, має назву *загальної теорії систем*, загальна риса якої — міждисциплінарний характер. Загальна теорія систем — це галузь знань, що дає змогу цілеспрямовано вивчати поведінку систем будь-якої складності і будь-якої природи. Усе це зумовлює особливу "привабливість" загальної теорії систем для дослідження медико-біологічних об'єктів.

Одним з основних наукових методів загальної теорії систем є системний підхід. Це поняття підкреслює значення комплексності, широти охоплення і чіткої організації дослідження складної системи. Такий підхід відрізняється від традиційного аналітичного підходу, що передбачає розбиття досліджуваного об'єкта на складові елементи і визначення поведінки складного об'єкта

як результату об'єднання властивостей цих елементів. Системний підхід ґрунтується на принципі цілісності досліджуваного об'єкта, тобто дослідженні його властивостей як єдиного цілого, єдиної системи: ціле має якості, відсутні в його частин, і відрізняється від своїх частин появою нових якостей.

Австрійський фізіолог Л. Фон Берталанфі ще в 20—30-і роки ХХ століття займався питаннями системного підходу при вивченні живих організмів, акцентуючи увагу на застосуванні цілісного підходу в біології і фізіології.

Методом, який використовується в рамках єдиного системного підходу при вивченні структури реальних об'єктів та їх формалізованому описі, є *системний аналіз*. Головні концепції системного аналізу було сформульовано давно, та, на жаль, реального практичного застосування вони не набули. Розвиток системного аналізу припадає на початок 60-х років ХХ століття і пов'язаний з дослідженнями Р. Белмана в галузі теорії систем. Серед представників вітчизняної школи системного аналізу найвідомішими є М.М. Красовський, В.М. Глушков, В.М. Бублик. В останні десятиліття системний аналіз набув подальшого розвитку на базі досягнень науки і техніки (особливо у зв'язку із широким застосуванням ПК). На сучасному етапі системний аналіз визначають як використання методів кількісної та якісної теорії систем на базі сучасного апаратного і програмного забезпечення в найрізноманітніших прикладних галузях, до яких належить і медична інформатика.

Системний підхід є потужним методологічним принципом дослідження і управління складними об'єктами. Технологія конкретного застосування системного підходу — системний аналіз та його математичний апарат — є підґрунтям наукового аналізу складних міждисциплінарних завдань і сучасних інформаційних технологій.

Поняття моделі. Типи моделей

Природні процеси і системи надзвичайно різноманітні і складні, тому при їх вивченні слід розглядати моделі, які певною мірою відтворюють властивості і поведінку реальних систем, що дає змогу прогнозувати функціонування таких об'єктів. Таким

чином, модель — це штучно створений людиною об'єкт будь-якого походження, який відтворює й імітує основні властивості досліджуваного об'єкта для їх вивчення і дослідження. Модель завжди простіша порівняно з реальним об'єктом, тому що відтворює тільки ті його властивості, які є предметом вивчення. Метод дослідження об'єктів, заснований на побудові і вивченні моделей, теорій їх використання, отримав назву моделювання.

Дослідження гносеологічних аспектів моделювання може бути успішним лише в тому разі, якщо від самого початку чітко встановлено зміст того поняття моделі, яке застосовують у науці. Інакше кажучи, гносеологічний аналіз різноманітних видів моделювання в медицині повинен починатися з точного визначення терміну “модель”.

У спеціальному і загальнонауковому аспекті модель розглядається як багатопланове і багатозначне поняття. Походження поняття “модель” пов'язують з такими поняттями, як “міра”, “норма”, “образ”, які за певних умов пізнання сукупності об'єктів означають “еталон”, “зразок”, “копія”. Очевидно, термін “модель” у значенні “копія” античні вчені (філософи, лікарі) застосовували як синонім термінів “аналог”, “аналогія”, “подібність” для встановлення подібності функцій органів живих систем. У Древній Греції діяльність філософа, лікаря і математика була тісно пов'язана зі способом мислення при виявленні подібних явищ у живій і неживій природі. Відомо, що Платон зіставляв свої уявлення про чотири основні речовини з їх геометричними моделями: піраміда відповідає вогню, куб — землі, октаедр — повітрю. Арістотелівська “драбина-модель” починається з тіл неорганічних, через низку складніших органічних форм піднімається до вищих щаблів організації і завершується людиною.

Емпедокл намагався пояснити процес дихання живих істот на основі принципу дії водяного сифона (клепсидри): “У всіх істот майже пусті трубки витягнуті від м'язів до всієї поверхні тіла і отвори цих трубок розміщені на самій поверхні шкіри, так що остання наскрізь пронизана численними щілинами, причому ці щілини розташовані таким чином, що кров не може вийти назовні, а повітря, навпаки, має вільний прохід крізь пори. Коли рідка кров відтікає з цих трубочок, то за нею шумним потоком ви-

ходить повітря; коли ж кров відходить, то повітря знову зникає; наче дівчинка грається сифоном із блискучої бронзи”.

Тут, безумовно, мова йде про аналог. Спосіб функціонування сифону було прийнято як зразок для пояснення явищ дихання. Логічні кроки, які при цьому були здійснені, характерні для моделювання медико-біологічних систем і сьогодні.

Подібні аналогії стали необхідним етапом пошуків пояснення і розв'язання клінічних задач. При вивченні будь-яких явищ людська думка, стикаючись з чимось невідомим, намагається перш за все пояснити його за допомогою вже відомих достовірних (або тих, що такими вважаються) знань. З розвитком науки збільшується потреба у створенні критеріїв правомірності перенесення інформації з аналогії на прототип. По мірі розширення сфери використання аналогії розвивалися логічні засади застосування моделей.

Існує безліч різних моделей, що відрізняються одна від одної складністю, розмаїттям завдань і цілей моделювання, галузями застосування. На моделях зовнішньої подоби — манекенах, іграшках, моделях літаків і кораблів — проводять попередні дослідження. Тренажери, електрифіковані навчальні таблиці і схеми а також моделі, що імітують поведінку реальних об'єктів у складних ситуаціях, служать для навчання. Моделі-ерзаці замінюють об'єкти при виконанні певних функцій, їх називають також функціональними: протези, пристрої за типом штучної нирки, система “серце — легені”, мікропроцесорні маніпулятори та ін. Дослідницькі моделі — математичні й імітаційні — замінюють реальні об'єкти в ході наукових досліджень.

Можна виділити чотири типи моделей, що застосовуються в медицині і біології:

— *біологічні (предметні) моделі* використовують при вивченні загальних біологічних закономірностей, методів лікування дії фармакологічних препаратів тощо (лабораторні тварини, культури клітин та ін.). Такий вид моделювання дотепер зберігає своє значення в сучасній медицині;

— *фізичні (аналогові) моделі* — це фізичні пристрої, що мають поведінку, подібне до досліджуваного об'єкта. Фізична модель

може реалізуватися у вигляді механічного або електронного пристрою. До фізичних моделей, наприклад, відносять технічні пристрої, що замінюють органи і системи живого організму (штучне серце, легені та ін.), електронні схеми, що імітують процеси в біологічній тканині. Фізичне моделювання є традиційним у медицині і лікувальній практиці;

— *кібернетичні моделі* — це різні системи, за допомогою яких моделюють інформаційні процеси в живому організмі. До них відносять “чорну скриньку”, інформаційні моделі, системи штучного інтелекту та ін. Модель “чорної скриньки” широко застосовують при медико-біологічному моделюванні. Вона охоплює найрізноманітніші об’єкти, що значно відрізняються один від одного, наприклад, діод, нейрон і водопровідний кран як пристрої з одnobічною провідністю. Ця модель є також основною при статистичному (імовірнісному) моделюванні захворювань. Статистичний підхід не передбачає врахування взаємного впливу органів і причин розвитку тих або інших явищ у процесі лікування. Організм розглядається як “чорна скринька”: на “вході” діють різні патологічні подразники, генетичні фактори й умови зовнішнього середовища, а на “виході” спостерігаються численні прояви захворювань, які можна дослідити певним способом;

— *математичні моделі* — це сукупність формул і рівнянь, які описують властивості досліджуваного об’єкта. Як правило, у моделях використовують системи диференціальних рівнянь, які описують динамічні процеси, характерні для живої матерії. В основу методу покладено ідентичність (ізоморфність) математичних рівнянь та однозначність співвідношень між змінними в рівняннях, які описують оригінал і модель. Математичне моделювання будь-якого об’єкта можливе лише за умови досконалого знання його структури і функціональних закономірностей. У першу чергу це стосується складних систем, якими і є медико-біологічні об’єкти. Першу математичну модель у біології було розроблено в XII столітті італійським математиком Фібоначчі при розв’язуванні задачі “Скільки кроликів на рік народжується від однієї пари”. Прикладом однієї з моделей, що

обговорюються як мінімум протягом більше ніж двох сторіч, є модель демографічного вибуху Мальтуса.

Математична модель. Характер поводження певного об'єкта дослідники встановлювали за результатами вивчення побудованої математичної моделі. У цьому разі вчені не шукали подібний об'єкт у живій природі, а за визначеними правилами конструювали його модель. Так, італійський натураліст XVII століття Джованні Альфонсо Бореллі намагався створити кілька штучних біологічних моделей. Одна з них, описана в праці "De motu animalium" (1680), являла собою аналіз руху тварин і людини з точки зору механічних моделей. В. Гарвей, який відкрив кровообіг, розглядав серце як своєрідну механічну модель, а кровотік вважав підлеглим певним механічним закономірностям рухом; А.М. Філомафітський і М.І. Пирогов проводили багато модельних експериментів на тваринах. М. Біша у XVIII—XIX столітті вперше побудував двадцять одну описову модель тканин людського організму.

У медицині до зазначених моделей додалися уявні побудови, засновані на ідеалізації деяких властивостей організмів. При цьому застосовували два методи — математичний (раціоналістичний) Декарта та індуктивний (дослідницький) Бекона. Розглядаючи переваги застосування методу індукції, не слід забувати про значення аналогії, яку потрібно застосовувати при лікуванні ідентичних захворювань однаковими засобами, оскільки те, що допомагає одному хворому, дасть позитивний результат і в іншому подібному випадку. Деякі терапевтичні методи в медицині завдяки саме такому підходу набули значного поширення (наприклад, кровопускання). Уже в той період, як зазначає Є.І. Чазов, "коли емпіризм і мислення за аналогією визначили рівень і діагностичні можливості лікаря, наука, науковий аналіз "втручалися" в медицину, руйнуючи стереотипи, що склалися, відкидаючи догми, які стримували її розвиток".

Отже, поступово в галузі медицини й біології розширювався спектр підходів, необхідних для становлення методу моделювання на основі аналогії, створення спрощених копій, встановлення подібності патологічних процесів. Це призвело зрештою до формування нового методу дослідження, оскільки можливості

фізичного експерименту в екології та охороні здоров'я обмежені з етичних і моральних міркувань, а також унаслідок дефіциту матеріальних ресурсів. З тих пір моделі міцно ввійшли у "побут" медико-біологічної науки.

На межі XIX—XX століть учені почали розуміти, що будь-яке знання відносне. У цьому аспекті навіть виважені теорії тепер розглядають не як незаперечну істину, а як етапи на шляху розуміння сутності явищ. Теорія з цього погляду подібна до своєрідної моделі дійсності, оскільки модель виконує ту саму функцію, що й теорія, — сприяє пізнанню об'єктів, причому в спрощеній абстрактній формі.

У цьому аспекті досить типовою є доля найстаріших моделей у генетиці мікроорганізмів — моделей вакцинних штамів. Їх створювали не тільки шляхом схематизації відповідних експериментів, а й методом трансляції, тобто перенесення вже сформованих понять (таких як корнелієві тільця, мікроби тощо) у нову мережу наукових досліджень. Ці поняття відіграли роль елементів, на основі яких розроблялися уявні моделі. Після дослідної перевірки з'ясувалося, що моделі правильно відтворюють сутність деяких біологічних явищ і процесів. Ф. Енгельс писав у "Діалектиці природи": "Досліди Пастера... важливі, оскільки проливають багато світла на ці організми, їх життя, їх зародки тощо". Надалі моделі вакцинних штамів використовували з метою доводити закони мікробіології.

Дійсно, іноді для точнішої побудови і розвитку теорії дослідник користується набором додаткових моделей. Зрілість теорії визначається не тільки системою понять, законів, принципів, а й евристичністю використовуваних моделей. Різниця між теорією і моделлю відносна: теорія в своїй практичній дії може стати моделлю особливого роду, яка виражає сутність досліджуваних явищ. Один раз побудована модель може бути об'єктом численної кількості експериментів. Це один із найпоширеніших шляхів пізнання: від окремих явищ до теоретичних узагальнень, а далі — до сутності і закону.

У другій половині XX століття застосування моделей у медицині набуло значного поширення, що було зумовлено, по-перше, суттєвим просуванням експериментальних досліджень патологіч-

них процесів на біологічних моделях, по-друге — новими результатами, одержаними при дослідженні пухлин, ультраструктури клітин, у галузі трансплантології органів і тканин, при вивченні молекулярних основ життя (розшифрування коду генетичної інформації, синтез генів), по-третє, широким застосуванням у біології і медицині системного підходу, зорієнтованого на діагностування хвороби як цілісного явища. Окрім цього, застосування математики, інформатики і кібернетики дало змогу встановлювати взаємодію між елементами організму на мікро- і макрорівнях. У силу цих обставин поняття моделі в біології і медицині почали застосовувати широко — це і математичний вираз, і реальна жива система, і уявний образ, який виникає у лікаря, і нозологічна форма. Поняття “модель” нерідко почали ототожнювати з такими поняттями, як “аналог”, “гомолог”, “умовний образ”, “подібність”, “образ образу”, “біологічний об’єкт”, “інтерференційна система”, “інформаційна система”, “імітаційна система”, “акцептор дії”.

Ступені складності математичної моделі. За ступенем складності математичні моделі біологічних об’єктів і явищ можна умовно поділити на кілька типів. До моделей першого типу відносять функціональні моделі, що відтворюють, як правило, пряму залежність між відомими і невідомими величинами. Потрібні для побудови моделі параметри визначаються переважно статистичними методами. Моделі другого типу — це моделі, представлені системою. З математичної точки зору проблема вирішення відповідного завдання не становить принципових труднощів, однак велика кількість рівнянь і невідомих вимагає використання досить потужного комп’ютера. Моделі третьої групи — це моделі оптимізаційного типу. Основна складова такої моделі — система рівнянь або нерівностей щодо невідомих величин. При цьому слід знайти таке рішення, що давало б оптимальне значення певного показника. З математичної точки зору побудова оптимізаційних моделей становить певні труднощі. До моделей четвертої групи належать так звані імітаційні моделі, що використовуються для аналізу складних систем. Імітаційні моделі характеризуються, насамперед, досить точним відтворенням біологічного процесу або явища. У зв’язку з цим вони виявляються досить складними — у них присутні нелінійні і стохастич-

ні залежності і змінні. Розв'язання подібних завдань потребує використання спеціальних розрахунків на комп'ютері. Моделі п'ятої групи формують складніші системи і комплекси взаємозалежних моделей перерахованих вище типів. Розвиток таких систем моделей дає змогу точніше відтворювати різноманітні аспекти функціонування біологічних об'єктів, зокрема знаходити оптимальні рішення, що забезпечують раціональну взаємодію елементів у системі та управління ними. Вирішення цієї проблеми потребує застосування спеціальних біоматематичних методів і потужного програмного забезпечення. Моделі першої, другої і третьої групи описують здебільшого за допомогою простих формул, регресійних і диференційних рівнянь тощо. Моделі п'ятої групи є надзвичайно складними і на сьогодні практично не досліджуються. Імітаційне моделювання (моделі четвертої групи) іноді є єдиним практично доступним методом дослідження складної системи, особливо в біології і медицині. Досліджувана система може одночасно включати елементи безперервної і дискретної дії, залежати від численних випадкових факторів складної природи, описуватися досить громіздкими співвідношеннями, що не мають чисельних рішень. При цьому витрати робочого часу і матеріальних ресурсів на реалізацію імітаційних моделей виявляються незначними порівняно з витратами на експеримент з реальними предметами (натурний експеримент), а результати моделювання за цінністю часто виявляються наближеними до результатів натурального біологічного експерименту. Значну роль метод імітаційного моделювання відіграє при вирішенні завдань, пов'язаних із процесами керування, що надзвичайно актуальні для медицини і біології.

Ступені адекватності. Моделі можуть відтворювати об'єкт медицини з різною глибиною і широтою проникнення в його сутність. Як наслідок виникає величезна кількість моделей, які різняться за типом, метою, призначенням, матеріалом, з якого їх будують, взаємовідношеннями з організмом (нозологічні, діагностичні). Такі моделі протягом останніх десятиліть сильно змінилися з розвитком знань про людину і про суть її хвороб, проте сформувалися переважно стихійно, фактично відтворюючи індивідуальні підходи до об'єднання різних типів моделей.

За ступенем відповідності прототипам моделі поділяють на евристичні (приблизно відтворюють відповідний прототип, що досліджується, проте не дають змогу встановити якісні і кількісні параметри реального об'єкта), якісні (відтворюють принципові властивості реального об'єкта і його поводження) та кількісні (досить точно відповідають реальному об'єкту: чисельні значення досліджуваних параметрів наближені до значень тих самих параметрів у реальності).

Властивості будь-якої моделі не повинні, та і не можуть, точно і повністю відповідати абсолютно всім властивостям відповідного реального об'єкта в будь-якій ситуації. Для вивчення стійкості гемоглобінового буфера в будь-якому разі відсутня необхідність піклуватися про відповідність фізичної моделі реальному об'єкту за силою впливу на нього, наприклад, надлишку фракції α -глобулінів порівняно з γ -глобулінами.

У математичних моделях будь-який додатковий параметр може істотно ускладнити розв'язання відповідної системи рівнянь, а при чисельному моделюванні непропорційно зростають витрати комп'ютерного часу і похибка. Таким чином, при моделюванні істотним є питання про оптимальний, для конкретного дослідження, ступінь відповідності моделі оригіналові щодо поведінки досліджуваної системи, зовнішніх і внутрішніх зв'язків. Залежно від питання, на яке дослідник шукає відповідь, одна і та сама модель того самого реального об'єкта може бути визнана адекватною або такою, що абсолютно не віддзеркалює реальність.

У силу складності внутрішніх і зовнішніх зв'язків будь-якого реального об'єкта (або його моделі), можливої наявності на перший погляд непомітних, проте надзвичайно критичних властивостей питання про вибір моделі, дійсно адекватної щодо мети дослідження і нечутливої до неминучих помилок, слід вирішувати надзвичайно обережно.

Модель застосовують у медичній практиці і, відповідно, в діяльності лікаря не тільки для дослідження хвороби й окремих її проявів. Це спосіб вивчення особистості хворого протягом більш-менш тривалого періоду. Специфічна особливість медико-біологічної моделі — її синтетичний характер. Термін "синтетичний" має dvojake значення: по-перше, така модель формується як

на підставі результатів дійсно наукових досліджень, так і на ґрунті психологічних, соціологічних знань; по-друге — сучасне теоретичне мислення в медицині має тенденцію до синтезу — єдності експериментального, системного, інформаційного, імовірнісного підходів при вирішенні проблем.

Слід зазначити, що модель є не остаточним результатом дослідження, а лише відправною точкою для аналізу поведінки з метою одержати знання про об'єкт або явище, що моделюється. При цьому головна цінність моделі полягає в тому, що на ній можна експериментувати, на відміну від об'єкта, що моделюється. У медичній інформатиці такі експерименти здійснюють, насамперед, із машинними моделями, представленими у формальній математичній формі і введеними у вигляді задачі, що підлягає розв'язанню на комп'ютері.

Математичне моделювання

Поняття моделі в біології і медицині перебуває в тісному зв'язку з поняттям моделювання. Моделювання означає імітування існуючої системи на основі побудови, вивчення і перетворення моделей (уявних або матеріальних), у яких відтворено принципи організації і функціонування цієї системи. Поняття “моделювання” трактують досить широко — як метод пізнання, що використовують не тільки для дослідження живої системи як моделі, а й для її зміни (перетворення) з метою застосувати в наступній діяльності.

Одним із найважливіших і найефективніших аспектів системного аналізу вважається метод математичного моделювання. Метод моделювання є природним етапом процесу мислення людини. Так, наприклад, згідно з визначенням М.М. Амосова, могутньою моделюючою системою є сам мозок, що створює свої моделі за допомогою клітинних структур, які формуються в процесі навчання і самоорганізації. Математичне моделювання дає змогу без значних матеріальних витрат досліджувати функціонування біологічних систем у таких умовах, які складно відтворити в умовах експерименту або клініки, прогнозувати деякі нові явища, скоротити час дослідження і забезпечити оптимальну методику для лікування захворювань.

Слід дати визначення такому поняттю, як пізнавальна і перетворювальна функція медико-біологічного моделювання. По-перше, моделювання як метод пізнання застосовується у вигляді розгорнутої в часі імітації: вивчення стану людського організму (норма, патологія); формування і дослідження моделі; екстраполяція встановлених властивостей моделі на її оригіналах. По-друге, за допомогою цього методу імітують стан організму шляхом проведення дослідів на біологічних об'єктах. Думка лікаря при цьому фіксує особисті припущення і дані математичних розрахунків, приладів, у тому числі комп'ютерів. Процес дослідження живого об'єкта моделює, тобто ніби "прокручує" весь сюжет складної діагностичної і лікувальної роботи в цілому. По-третє, моделювання може застосовуватися як популяційно-статистичний спосіб імітації поведінки біосистем. Отже, результати набувають статистичного характеру в досить широких межах і внаслідок цього одиницею біологічного дослідження (у генетиці, екології, мікробіології) стає не окремий організм (індивідуум) як носій більш-менш стабільних ознак, а популяція (група осіб), у якій ці ознаки проявляються. У галузі медицини це положення почали чітко усвідомлювати при впровадженні "польових" досліджень в епідеміології неінфекційних захворювань (артеріальна гіпертензія, ендокринні розлади, щелепно-лицьова патологія тощо).

Виявлення в масі медико-біологічних явищ однорідних властивостей, які дають змогу проводити кількісний аналіз, сприяло використанню понятійного апарату математики, фізики, хімії. Такі поняття, як фазовий портрет системи, симетрія взаємодії, біологічні зміни, санітарна статистика тощо, надійно вкорінилися в медичній науці. На цьому шляху перетворень деякі розділи медицини більшою мірою наближаються до побудови імітаційних моделей людських популяцій і багаточисельних популяцій мікроорганізмів.

Відповідно, істинна суть моделі і моделювання проявляється не тільки при їх термінологічному дослідженні (хоча термінологічна ясність — обов'язкова умова ефективної наукової роботи), а і в тісній взаємодії з лікарською діяльністю, яка включає побудову діагностичних моделей хвороби, біологічний модельний експеримент, розроблення машинних моделей, розроблення режимів

спілкування у системі комп'ютер — хворий тощо. Як спосіб наукового пізнання моделювання давно вийшло за межі попередніх уявлень і виступає нині як складна система різних видів повсякденної діяльності лікаря.

Етапи математичного моделювання. Під час підготовки до створення моделі певного процесу потрібно розглянути такі принципові питання:

- наявність можливості вирішити завдання в цілому. Оцінка можливості розв'язати проблему має виходити виключно з наявних на сьогодні наукових знань без урахування рівня технології. Можна використовувати все, що не суперечить уже відомим законам природи й основним науковим принципам. І доти, поки не буде знайдено конкретний спосіб вирішення цієї проблеми, її слід визнати такою, що принципово розв'язується;
- наявність можливості вирішити завдання із використанням сучасних технологій.

У разі отримання позитивних відповідей переходять до математичного моделювання, яке можна здійснити в три етапи:

- I етап — створення математичної моделі у вигляді системи формул і рівнянь на основі результатів експериментальних досліджень щодо процесів, які протікають у системі;
- II етап — перевірка і коригування моделі, що передбачає визначення числових значень коефіцієнтів і початкових умов, розв'язання системи рівнянь і порівняння отриманих результатів із даними експерименту, виявлення відповідності або невідповідності досліджуваного об'єкта і моделі, визначення умов застосованості моделі;
- III етап — дослідження математичної моделі та її використання з метою одержати нову інформацію про досліджуваний об'єкт.

Нехай потрібно дослідити певний об'єкт *A*. На I етапі конструємо (матеріально або уявно) чи знаходимо в реальному світі інший об'єкт *B*, що є моделлю об'єкта *A*. Етап побудови моделі припускає наявність певних знань про об'єкт-оригінал. Пізнавальні можливості моделі зумовлені відтворенням у ній певних істотних рис об'єкта-оригіналу. Очевидно, що модель втрачає свій зміст як

у разі тотожності з оригіналом (ізоморфізм), так і за умови надмірної — у всіх істотних відношеннях — відмінності від оригіналу. Таким чином, одні сторони об'єкта, що моделюється, вивчають без урахування інших (другорядних) його сторін. Для будь-яких реальних систем відношення ізоморфізму завжди є ідеалізацією. У зв'язку з цим ізоморфізм доцільно розглядати тільки відносно деяких фіксованих наборів властивостей і відношень порівнюваних систем. Тому будь-яка модель заміщує оригінал надзвичайно обмежено (гомоморфізм). У гомоморфних моделях вся доступна інформація щодо досліджуваних процесів, об'єктів і явищ, яка містить безліч другорядних, не суттєвих даних, подана в компактнішій, зручнішій і доступнішій для аналізу формі.

На II етапі модель виступає як самостійний об'єкт дослідження. Однією з форм такого дослідження є проведення модельних експериментів, у ході яких свідомо змінюють умови функціонування моделі і систематизують дані про її функціонування. Кінцевим результатом цього етапу є множина знань про модель.

Етап III характеризується перенесенням знань з моделі на оригінал — формуванням множини знань про об'єкт. Процес перенесення знань реалізується за певними правилами. Знання про модель мають бути відкоригованими з урахуванням тих властивостей об'єкта-оригіналу, що не знайшли свого втілення в моделі або були змінені при її побудові. Можна впевнено переносити певний результат із моделі на оригінал за умови, якщо цей результат дійсно пов'язаний з ознаками подібності оригіналу і моделі. Якщо ж певний результат модельного дослідження пов'язаний з відмінністю моделі від оригіналу, то перенесення цього результату неправомірне.

Після цього слід перевірити отримані за допомогою моделі знання шляхом використання їх для побудови узагальнюючої теорії об'єкта, його перетворення або керування ним. Для розуміння сутності моделювання важливо пам'ятати, що моделювання — не єдине джерело знань про об'єкт. Процес моделювання є складовою більш загального процесу пізнання. Цю обставину враховують не тільки на етапі побудови моделі, а й на кінцевій стадії, коли відбувається об'єднання та узагальнення результатів дослідження, одержаних за допомогою різноманітних засобів пізнання.

Моделювання — циклічний процес. Це означає, що за першим циклом слідує другий, третій і т. д. При цьому спектр знань про досліджуваний об'єкт розширюють та уточнюють, а вихідну модель вдосконалюють. Недоліки, виявлені після першого циклу моделювання і зумовлені обмеженими знаннями про об'єкт та помилками, допущеними при побудові моделі, можна виправити в наступних циклах. У методології моделювання, таким чином, закладено широкі можливості саморозвитку.

Обмеження і переваги методу математичного моделювання. Метод математичного моделювання широко застосовуваний у медицині і супутніх науках. Він є засобом, що дає змогу встановлювати глибші і складніші взаємозв'язки між теорією і досвідом. В останні десятиріччя експериментальний метод у медицині зазнав певних обмежень. З'ясувалося, що багато досліджень не можна проводити без моделювання. До таких обмежень застосування експерименту в медицині належать:

- характер втручання в біологічні системи унеможливорює встановлення причин виниклих змін;
- нездійсненність деяких теоретично можливих експериментів у зв'язку з низьким рівнем розвитку експериментальної техніки;
- експерименти на людях.

Проте моделювання широко застосовують у галузі медицини не тільки за рахунок його здатності замінити експеримент. Воно має велике самостійне значення і низку переваг:

- за допомогою методу моделювання на одному комплексі даних можна розробити цілу низку різних моделей, по-різному інтерпретувати досліджуване явище, обрати серед моделей найприйнятнішу для теоретичного тлумачення;
- у процесі побудови моделі можна зробити різні доповнення до досліджуваної гіпотези та спростити її;
- для побудови складних математичних моделей можна застосовувати ПК;
- з'являється можливість проводити модельні експерименти (модельні досліді на тваринах).

Отже, математичне моделювання на сучасному етапі виконує в медицині самостійні функції і розвивається паралельно розви-

тку медичної науки. В інформатиці досліджуються, насамперед, моделі математичної форми.

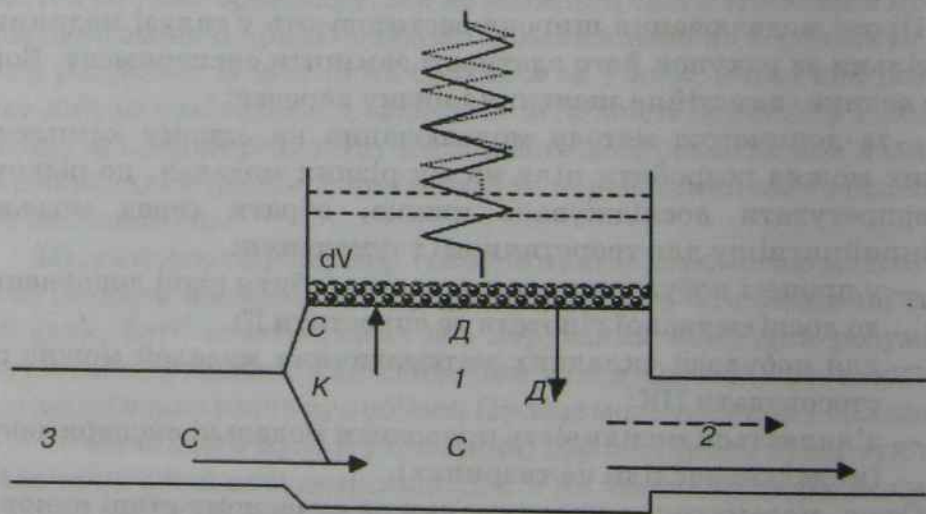
Приклади математичних моделей

Гемодинаміка судинного русла. Однією з найпростіших моделей, які імітують гемодинаміку судинного русла, є гідродинамічна модель кровоносної системи із зосередженими параметрами, що описує артеріальну частину великого кола кровообігу (запропонована О. Франком у 1899 році). У цій моделі (мал. 6) аорта й інші великі судини (1) розглядають як пружний “еластичний” резервуар. У період систоли (С) відбувається вигнання крові через клапан (К) з лівого шлуночка (3), тиск в аорті підвищується, пружний резервуар розтягується. У період діастолі (Д) аорта скорочується під дією пружного тиску стінок. При цьому кров виганяється в напрямку до “жорстких” периферійних судин (2).

Об'єм крові, що міститься в пружному резервуарі, пов'язаний із тиском тривіальним співвідношенням:

$$V = V_0 + kP \quad (1),$$

де k — коефіцієнт пропорційності між тиском і об'ємом (коефіцієнт еластичності аорти); V_0 — об'єм резервуара при $P=0$.



Мал. 6. Модель гемодинаміки судинного русла (пояснення в тексті)

Здійснивши диференціювання (1) за часом, розрахуємо швидкість зміни об'єму резервуара залежно від тиску:

$$\frac{dV}{dt} = k \frac{dP}{dt} \quad (2).$$

У пружний резервуар кров надходить з об'ємною швидкістю S , а з пружного резервуара виходить з об'ємною швидкістю S_0 . Якщо гідравлічний опір x_0 периферійної системи постійний, оскільки периферійні судини (2) "жорсткі", то:

$$S = \frac{dV}{dt} + S_0 \quad (3).$$

Таким чином, об'ємна швидкість кровотоку через клапан із серця відповідає швидкості зміни об'єму пружного резервуара і швидкості відтоку крові з нього.

Застосовуючи під час діастолі ($S=0$) рівняння Пуазейля для периферійної частини системи кровообігу і вважаючи тиск у венозній ділянці судинного русла рівним нулеві, можна записати:

$$S_0 = \frac{P}{x_0} = -\frac{dV}{dt} = -k \frac{dP}{dt}, \text{ або } \frac{dP}{P} = -\frac{dt}{k \times x_0} \quad (4).$$

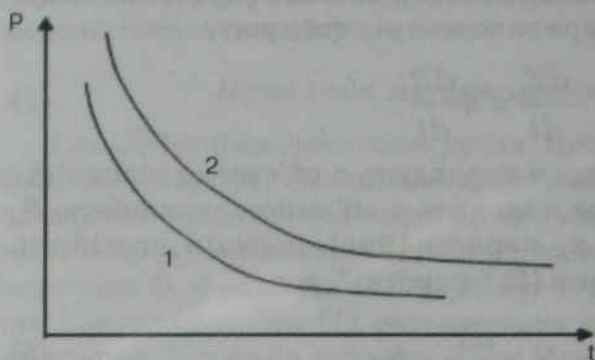
Провівши інтегрування (4) за часом, отримаємо:

$$P = P_0 e^{-\frac{t}{k \times x_0}} \quad (5),$$

де P_0 — тиск крові у початковий момент часу.

Аналогічну залежність можна розрахувати і для об'ємної швидкості кровотоку S .

Рівняння (5) описує зміну тиску в аорті з часом. Для дослідження цієї моделі треба надати величинам P_0 , x_0 , k числових значень і побудувати графік залежності $P=f(t)$. Нормальній аорті відповідатимуть певні числові значення коефіцієнта еластичності k і гідравлічного опору x_0 (мал. 7, крива 1). При патологічних змінах в аорті ці коефіцієнти вже матимуть інші значення, і в результаті зміниться напрямок кровообігу. Наприклад, більшим значенням порівняно з нормальними x_0 і k відповідатиме вже інша крива (мал. 7, крива 2). Криві залежностей тиску і швидкості кровотоку — це згасаючі експоненти.



Мал. 7. Коефіцієнт еластичності k і гідралічного опору x_0

Таким чином, задаючи різні значення P_0 , x_0 і k , можна отримувати багато ситуацій, що відповідають різним процесам в аорті, всебічно їх досліджуючи. Природно, що ця модель наближено описує реальні процеси в серцево-судинній системі, проте вона дуже проста, наочна і досить вірно відтворює особливості процесу наприкін-

ці періоду діастолі.

В усіх математичних моделях містяться коефіцієнти, які певним чином відтворюють стан досліджуваних об'єктів або процесів. Надаючи цим коефіцієнтам числових значень, а також змінюючи їх, можна вивчити "поводження" об'єкта чи процесу з плином часу, прогнозувати його хід. Результати таких досліджень мають велике значення для практичної охорони здоров'я, оскільки дають змогу вчасно вжити профілактичних та лікувальних заходів.

Математичні моделі переважно описують за допомогою диференціальних рівнянь, розв'язування яких без застосування обчислювальної техніки є досить утрудненим, а іноді і неможливим процесом.

Модель зміни концентрації лікарського препарату в крові пацієнта описує зміну з часом розподілення введених в організм препаратів. Терапевтичний ефект залежить від концентрації (C) препарату в організмі (хворому органі) і часу (t), протягом якого він перебуває в потрібній концентрації. Завдання лікаря — обрати:

- дозу;
- шлях введення;
- періодичність введення з метою забезпечити потрібну для досягнення терапевтичного ефекту концентрацію при мінімальній побічній дії.



Мал. 8. Блок-схема

Із фізіології відомо, що концентрація препарату в органі-мішені може залежати від низки процесів:

- всмоктування препарату в кровоносне русло;
- транспорт препарату з крові в орган;
- транспорт препарату з органа в кров;
- виділення препарату з крові нирками або печінкою.

Ці процеси можна представити у вигляді блок-схеми (мал. 8).

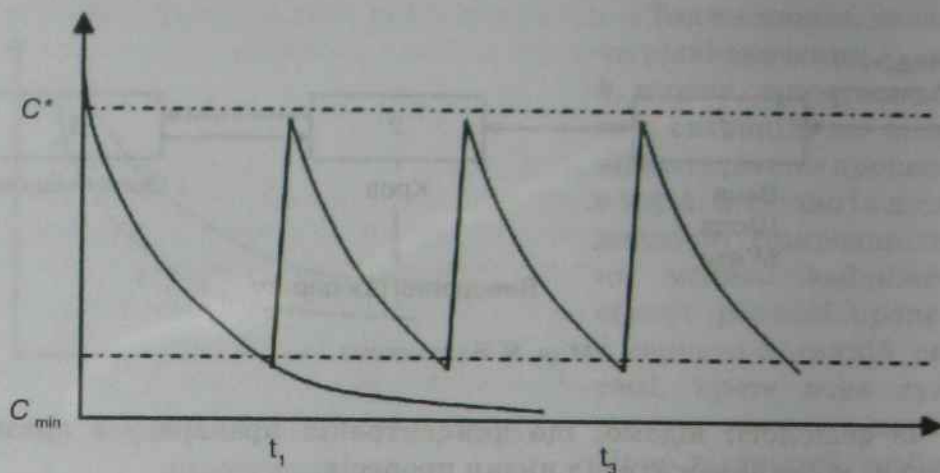
Розглянемо найпростіший випадок зміни концентрації препарату в організмі (органі-мішені).

Нехай виведення лікарської речовини описане нелінійними функціями (у найпростішому випадку — $\exp$): $C = C_0 e^{-kt}$, де C_0 — початкова концентрація лікарського препарату (прийнята доза ліків); k — коефіцієнт, у якому враховано природу лікарського препарату; t — час. Якщо $C_{\max}$ — максимальна нешкідлива концентрація, яка забезпечує терапевтичний ефект, а $C_{\min}$ — мінімальна концентрація, яка забезпечує терапевтичний ефект, то концентрація лікарської речовини перебуває в межах:

$$C_{\min} \leq C(t) \leq C_{\max}.$$

Концентрація в кожний момент часу залежить від двох чинників: швидкості виведення і швидкості введення препарату. Для створення в крові оптимальної концентрації потрібно вводити додаткову дозу в кожен момент часу ($t_1, t_2, \dots$), коли $C(t)$ досягає $C_{\min}$, як це показано на мал. 9.

Модель збільшення популяції. Популяція — це мінімальна група особин одного виду, що самовідтворюється протягом пері-



Мал. 9. Зміна концентрації з часом

оду еволюції, населяє певний простір, утворює самостійну генетичну систему і формує власний екологічний гіперпростір. Основу відносин між популяціями різних видів в екосистемах становлять харчові зв'язки. Популяції є елементарними одиницями, що еволюціонують. Популяцію можна описати набором певних характеристик: чисельність, щільність, народжуваність, смертність, вікова, статева й інші структури, загальна пристосованість та ін. Оскільки більшість популяцій постійно відновлюється, їх характеристики змінюються в часі.

Розглянемо найпростіший випадок моделювання динаміки зміни чисельності (N) гіпотетичної популяції з урахуванням народжуваності і смертності. Народжуваність — показник середньої кількості особин, які народилися в популяції за одиницю часу. Ця величина залежить від багатьох факторів: розміру і складу популяції, фізичних умов навколишнього середовища. Зміна чисельності популяції ΔN_p за рахунок народжуваності за деякий проміжок часу Δt дорівнюватиме добуткові коефіцієнта народжуваності k_p і показника величини популяції на цей проміжок часу:

$$N_p = k_p \times N \times \Delta t \quad (6).$$

Смертність — показник середньої кількості особин, які померли в популяції за одиницю часу. Тоді зміна розміру популяції ΔN_c за рахунок смертності за деякий проміжок часу становитиме:

$$N_c = k_c \times N \times \Delta t \quad (7),$$

де k_c — коефіцієнт смертності.

Відповідно сумарна зміна чисельності популяції за час Δt становить:

$$N = k_p \times N \times \Delta t - k_c \times N \times \Delta t = (k_p - k_c) \times N \times \Delta t = k_{np} \times N \times \Delta t \quad (8),$$

де $(k_{np} = k_p - k_c)$ — загальний коефіцієнт приросту популяції.

Розділивши ліву і праву частини рівняння на Δt і перейшовши до границі при $\Delta t = 0$, отримаємо диференціальне рівняння першого порядку:

$$dN/dt = r \times N \quad (9),$$

де r — миттєва швидкість збільшення популяції без урахування обмежуючого впливу середовища. Ця модель має назву моделі нормальної репродукції (модель Мальтуса, який у XVIII столітті підняв питання про зміни чисельності людства).

Рішенням цього диференціального рівняння є експоненціальна залежність змін чисельності популяції N від часу (мал. 10):

$$N(t) = N_0 \times \exp(r \times t) \quad (10),$$

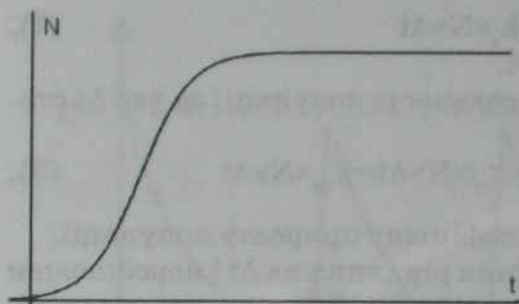
де N_0 — розмір популяції в певний початковий момент часу.

Експоненціальне збільшення популяції спостерігається за умови відсутності конкуренції. Наприклад, початкова стадія розростання популяції мікроорганізмів на субстраті описується рівнянням, аналогічним (10), однак за наявності конкуренції популяція не збільшується необмежено. П. Ферхгюльст ще в 1838 році припустив, що процес загибелі організмів відбувається в результаті зустрічі двох індивідів, тобто за рахунок "тісноти".

Існує певна "межа росту" (K) для розміру популяції (мал. 11). Такий характер збільшення популяції добре описують так звані логістичні рівняння, у яких цей показник нелінійно залежить від розмірів популяції:



Мал. 10. Експоненціальна залежність змін чисельності популяції



Мал. 11. "Межа росту"

$$dN/dt = r \times N - r \times N^2 / K \quad (11).$$

На початковій, експоненціальній стадії швидкість збільшення популяції підвищується, потім знижується (фаза негативного прискорення). Результати чисельного інтегрування для логістичної моделі наведено на мал. 12. Система коливається навколо

стабільного стану $N=K$ за рахунок випадкових відхилень.

Випадкові відхилення у великих популяціях мають невисокі значення і, практично, не є періодичними. Однак нерідко чисельність великих сукупностей має досить чітку циклічність (мал. 13). Одним з пояснень таких коливань є залежність збільшення популяції від зовнішніх умов (наприклад, харчування).

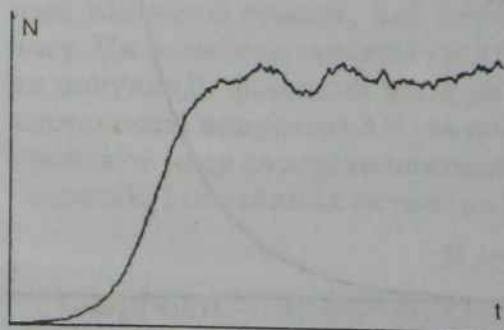
Математична модель "хижак — жертва". Аналогічні міркування застосував свого часу італійський математик Вольтер у 1931 році для моделювання взаємодії двох популяцій за принципом хижак — жертва. Вона описує періодичну зміну кількості антагоністичних видів.

У певному екологічно закритому районі живуть тварини двох видів. Жертви харчуються рослинної їжею, хижаки — тільки жертвами. Потрібно визначити, яким чином змінюватиметься чисельність жертв (M) і хижаків (N) з часом.

Якщо чисельність популяції хижаків описати рівнянням (11), то при розрахунках чисельності жертв слід враховувати зменшення їх чисельності за рахунок їх поїдання хижаками:

$$dM_n = -c \times N \times M \times dt,$$

де c — коефіцієнт, що характеризує частоту зіткнень жертв із хижаками. Таким чи-



Мал. 12. Випадкові відхилення

ном, загальне рівняння для жертв матиме вигляд:

$$dM/dt = p \times M - p \times M^2 / L - c \times N \times M \quad (12),$$

де p — “миттєва швидкість збільшення” популяції жертв без урахування обмежуючого впливу середовища; L — “межа росту”, до якої збільшується чисельність популяції жертв за умови їх окремого від хижаків існування.

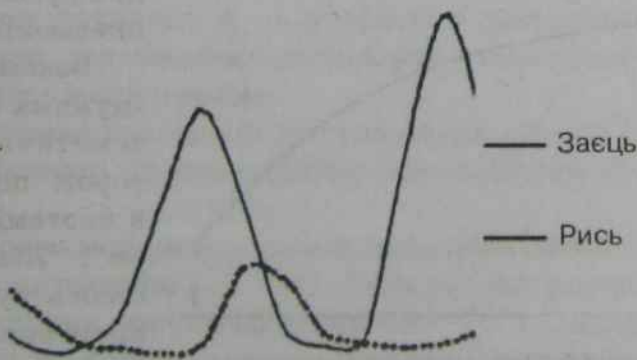
Рішення системи рівнянь (11) і (12) може бути використане для моделювання закономірностей динаміки екосистем на основі конкурентної взаємодії між популяціями різних видів, за принципом “хижак — жертва”, “паразит — хазяїн”, “травоїдна тварина — рослина”. Наприклад, динаміка коливання чисельності зайця-біляка і канадської рисі (мал. 14) добре описується цією системою, принаймні, на якісному рівні.

Моделювання клітинного росту. Збільшення культури клітин можна описати найпростішим диференціальним рівнянням, аналогічним (6). Якщо врахувати сповільнення росту клітинної культури при великій щільності популяції, отримаємо логістичне рівняння:

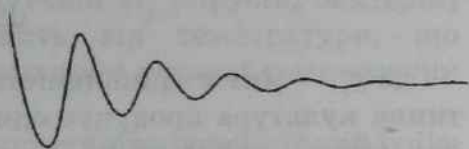
$$dN/dt = m \times N - m \times N^2 / N_m \quad (13),$$

де N — кількість мікробних клітин; N_m — рівноважний розмір клітинної популяції.

Оскільки субстрат використовується для підтримання життєдіяльності всіх живих клітин відносно рівномірно,



Мал. 14. Математична модель “хижак — жертва”



Мал. 13. Випадкові відхилення

швидкість зниження його концентрації пропорційна кількості клітин:

$$dS/dt = -N \times g_c \quad (14),$$

де g_c — миттєва швидкість синтезу субстрату. Звичайно клітинна культура продукує один або кілька корисних продуктів, які можуть впливати на її ріст. Швидкість підвищення концентрації продуктів також прямо пропорційна кількості клітин:

$$dP/dt = N \times g_p \quad (15),$$

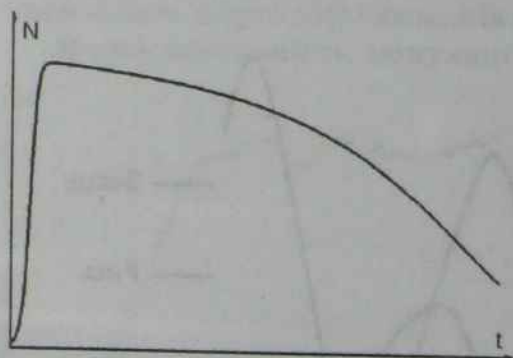
де g_p — миттєва швидкість синтезу продукту.

Чисельне інтегрування системи рівнянь (13), (14) і (15) дає в результаті форму зміни кількості клітин у культурі (мал. 15). Розрізняють фази експоненціального росту, виходу на стаціонар і відмирання після виснаження субстрату.

Математичне моделювання в імунології. Імунітет — складний комплекс реакцій організму на вторгнення антигенів, тобто чужорідних об'єктів або перероджених клітин, тканин, білків. Специфічна імунна реакція на молекулярному рівні починається з того, що спеціалізовані плазматичні клітини виробляють у великій кількості білкові молекули — антитіла, які нейтралізують антигени.

Розглянемо модель роботи імунного апарату в період тривалого інфекційного захворювання. Цю модель використовують у клінічній практиці при лікуванні вірусного гепатиту і гострої пневмонії.

Взаємодія антигенів та імунних сил організму в математичній моделі за характером подібна до взаємодії в системі “хижаки — жертви”. “Жертвами” тут виступають чужорідні об'єкти — антигени з концентрацією X , “хижаками” — антитіла з концентрацією N , створені



Мал. 15. Моделювання клітинного росту

плазматичними клітинами з концентрацією P . Слід врахувати, що:

- коефіцієнт розмноження антигенів m_p (вірусів, бактерій) обернено-пропорційно залежить від температури, що пов'язане зі стримувальним впливом високої температури на їх розмноження;
- природний розпад антитіл та антигенів пропорційний їхнім концентраціям з коефіцієнтами n_c і m_c відповідно;
- природна загибель плазматичних клітин пропорційна їхній концентрації з коефіцієнтом p_c ;
- взаємодія антиген — антитіло в реакції аглютинації пропорційна ймовірності зіткнення відповідного антитіла з антигеном, тобто добутку XN ;
- надходження антитіл у кров пропорційне концентрації плазматичних клітин P ;
- швидкість народження плазматичних клітин є функцією концентрації антигенів $F(X)$ з коефіцієнтом p_p , що прямо пропорційно залежить від температури.

З урахування цього можна скласти систему диференціальних рівнянь, що описують тривалий процес інфекційного захворювання:

$$dX/dt = m_p \times X - b \times X \times N - m_c \times X,$$

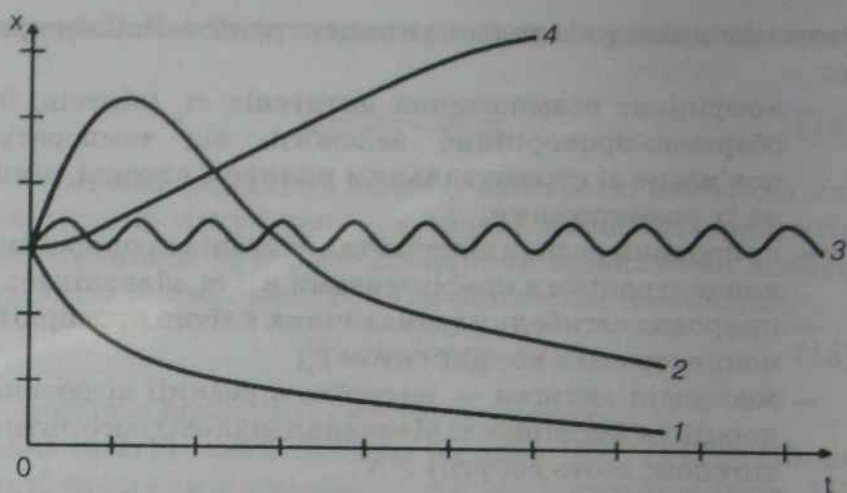
$$dN/dt = n_p \times X - k \times X \times N - n_c \times N,$$

$$dP/dt = p_p \times F(X) - p_c \times P,$$

де b — коефіцієнт, що враховує ймовірність нейтралізації антигену антитілами при зіткненні; n_p — коефіцієнт розмноження антитіл; k — коефіцієнт, що позначає зменшення кількості антитіл за рахунок їх зв'язку з антигенами.

У результаті вивчення розв'язків математичної моделі було сформовано чотири основні форми перебігу інфекційного захворювання (мал. 16).

На малюнку наведено можливі випадки динаміки імунної реакції (X — кількість антигенів; t — час). Субклінічна форма (1) перебігає без фізіологічних порушень в організмі і без зовнішніх проявів. Засоби імунного захисту легко знищують антигени, не даючи їм розмножуватися до небезпечної межі. Гостра форма (2)

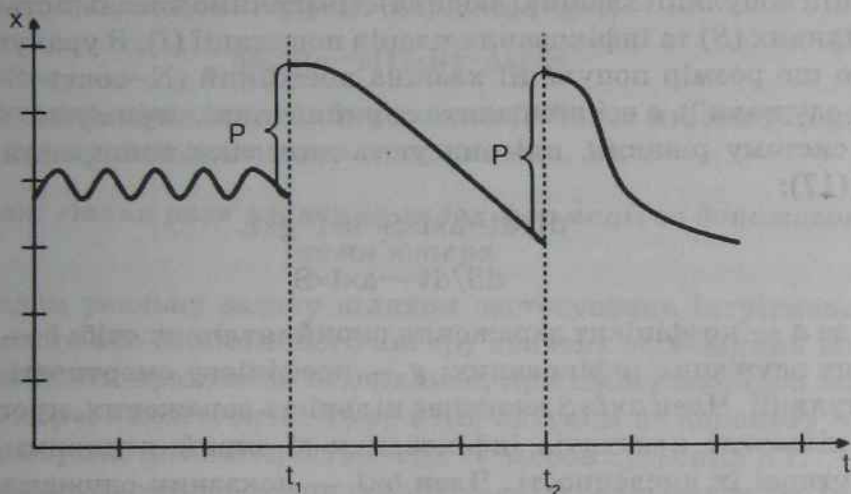


Мал. 16. Перебіг інфекційного захворювання (пояснення в тексті)

виникає як наслідок атаки організму невідомим антигеном у великих кількостях. Спочатку відбувається його інтенсивне розмноження. Коли ж імунна система продукує проти антигену достатню кількість антитіл, чисельність антигенів різко зменшується. При хронічній формі (3) встановлюється динамічна рівновага між антигенами й антитілами. При летальній формі (4) імунна реакція занадто загальмована, і велика кількість антигенів призводить до необоротних змін в організмі.

Дослідження математичної моделі полягає у розв'язанні отриманої системи диференціальних рівнянь при відомих коефіцієнтах і з відомими початковими умовами $X(0)$, $N(0)$, $Z(0)$. Значення коефіцієнтів визначають за результатами спеціальних біохімічних аналізів, для кожної людини вони індивідуальні. Дуже важливо, що така система рівнянь за різних початкових умов і при різних коефіцієнтах показує абсолютно різну динаміку процесу.

Наприклад, у медичній практиці лікування деяких інфекційних захворювань проводять методом загострення, тобто шляхом переведення з хронічної форми в гостру (мал. 17). З цією метою в організм у певні моменти часу (t_1 , t_2) вводять певну кількість біостимулятора (P) — антигену, який є конкуруючим, непатогенним і не розмножується. Через певний час він породжує посилену імунну відповідь, що призводить до швидкого одужання.



Мал. 17. Перебіг захворювання (пояснення в тексті)

Дослідження математичної моделі на ПК дає змогу визначити дозу біостимулятора і момент його введення в організм хворого — саме тоді, коли перебіг хвороби набуває потрібної форми.

Переведення хронічної форми в гостру можна здійснити за допомогою температурного ефекту, оскільки коефіцієнти m_p і z_p , які відповідають за розмноження антигенів і утворення плазматичних клітин, залежать від температури. Тобто, змінюючи штучно температуру організму чи фізіологічних засобів, які не справляють побічну дію на імунну систему, можна досягти потрібного результату. У цьому разі математичну модель також досліджують за допомогою ПК. Багаторазові розрахунки моделі при різних значеннях температури T допоможуть визначити таку, при якій графік перебігу хвороби набуває потрібної форми.

Моделювання епідемічних процесів. Епідемія — “саморегулювальний процес взаємодії мінливих гетерогенних популяцій паразита і хазяїна”. Моделювання конкретних епідемій з метою передбачити масштаби зараження залежить від особливостей шляху передачі, перебігу та результату захворювання, встановлення імунітету в перехворілих, складу популяцій хазяїна і паразита.

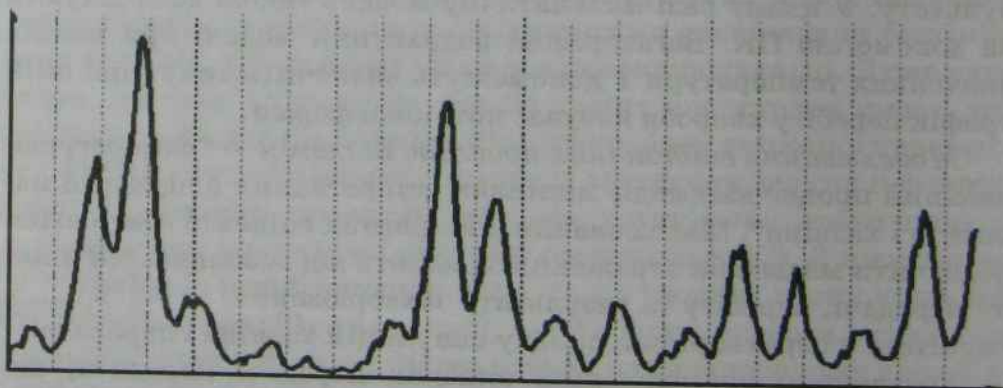
Розглянемо найпростіший випадок передачі паразита, що спричинює розвиток захворювання з довічним імунітетом, одно-

рідній популяції хазяїна (людина). Позначимо чисельність сприйнятливих (S) та інфікованих членів популяції (I). З урахуванням того що розмір популяції хазяїна постійний ($N = \text{const} = S + I + \text{"ті, які одужали"}$), а всі немовлята сприйнятливі, отримуємо наступну систему рівнянь, які описують динаміку поширення епідемії (17):

$$\begin{aligned} dI/dt &= a \times I \times S - b \times I - g \times I, \\ dS/dt &= -a \times I \times S \end{aligned} \quad (16),$$

де a — коефіцієнт зараження сприйнятливих осіб; b — коефіцієнт одужання інфікованих; g — коефіцієнт смертності членів популяції. Член $a \times I \times S$ визначає кількість заражених, пропорційну кількості контактів інфікованих зі сприйнятливими, тобто добуткові їх численності. Член $b \times I$ — показник одужання інфікованих, пропорційний їхній кількості. Член $g \times I$ — кількість померлих від хвороби і, відповідно, кількість сприйнятливих новонароджених.

У моделі (16) вказано, що людина стає контагіозною відразу після інфікування. Однак більшість захворювань мають інкубаційний період. Таким чином, dI/dt залежить від кількості контактів сприйнятливих не з інфікованими, а з контагіозними членами популяції. Тобто спостерігається запізнення на певний час Δt . Ще одним важливим доповненням до моделі може бути врахування залежності ймовірності інфікування від пори року ($a = f(t)$):



Мал. 18. Результат чисельного інтегрування

$$\begin{aligned}dI/dt &= a(t) \times I(t - \Delta t) \times S - b \times I - g \times I, \\dS/dt &= -a(t) \times I(t - \Delta t) \times S\end{aligned}\quad (17).$$

Результат чисельного інтегрування (17), що якісно узгоджується з реальними даними, наведено на мал. 18.

Основні етапи розв'язування задач фармації за допомогою комп'ютера

Загалом реальну задачу шляхом застосування інтуїтивного, випадкового або евристичного вибору значень відповідних величин розв'язати практично неможливо, при цьому помилка може занадто дорого коштувати. Тому в цій ситуації на допомогу приходять потужні математичні методи та засоби сучасних КТ.

Розглянемо основні етапи розв'язування реальних задач із використанням математичних методів і КТ.

1. *Постановка задачі в реальних об'єктах.* При постановці будь-якої практичної задачі її спочатку формують у змістовних (реальних) термінах тієї галузі людської діяльності, у якій вона виникла. При цьому чітко визначають мету розв'язання задачі, структурні і функціональні елементи, які відповідають сформульованій меті, виявляють найважливіші якісні та кількісні характеристики цих елементів і взаємозв'язки між ними.

2. *Постановка задачі в математичних об'єктах (побудова математичної моделі).* Якщо поставлену задачу не вдається розв'язати безпосередньо в тій формі, у якій її сформульовано, вдаються до математичних методів. Для цього потрібно описати умову задачі замість мови реальних об'єктів мовою математичних об'єктів (формальною мовою). Процес побудови такого опису називають формалізацією, або побудовою математичної моделі. Він починається з введення символічних позначень для тих характеристик об'єкта дослідження, які є суттєвими для поставленої задачі. Далі на основі введених символічних позначень описують екзогенні величини, тобто задані поза моделлю, значення яких відомі заздалегідь. Надалі описують ендогенні величини (змінні, параметри), тобто величини, які визначають під час розрахунків у межах моделі і які не задають безпосередньо в умові задачі.

Задачу, мету якої описано однією функцією, називають *однокритеріальною*, кількома функціями — *багатокритеріальною*.

3. *Класифікація одержаної формальної (математичної) задачі і вибір методу для її розв'язування.* Після побудови математичної моделі потрібно визначити, до якого типу моделей (математичних задач) вона належить. Якщо одержана після формалізації математична задача належить до певного класу, то метод для її розв'язування обирають, як правило, з-поміж уже існуючих методів. В іншому разі розробляють аналітичні або чисельні методи розв'язування задачі.

4. *Вибір засобів розв'язування задачі обраним методом.* В умовах широкого використання інформаційних технологій у різних сферах людської діяльності для розв'язування будь-якої задачі можна використати комп'ютер з відповідним програмним забезпеченням з метою створити модель. За умови відсутності такого програмного забезпечення складають алгоритм за обраним або розробленим методом і описують відповідну програму однією з мов програмування. У цьому разі цей етап розв'язування задачі називають етапом алгоритмізації і програмування. Після створення програми її тестують на контрольних задачах, розв'язок яких відомий заздалегідь.

5. *Проведення обчислень, зокрема на комп'ютері (комп'ютерний експеримент), одержання результатів у математичних об'єктах та їх аналіз.* Після налагодження і тестування програми здійснюють обчислення за наявності реальних вхідних даних (проводять комп'ютерний експеримент). При цьому аналізування результатів комп'ютерного експерименту обов'язкове, оскільки в процесі розв'язування задачі можна одержати результати, які або не задовольняють її умови, або взагалі є некоректними. Причиною цьому може бути неадекватно побудована математична модель поставленої задачі, або невдало обраний метод її розв'язування, або логічні помилки при алгоритмічній чи програмній реалізації методу. У цьому разі слід звернутися до відповідного етапу і виправити ситуацію.

6. *Інтерпретація результатів у реальних об'єктах.* Після одержання математичного розв'язку задачі здійснюють його аналіз. Якщо аналіз одержаних результатів показав їхню адекват-

ність умовам поставленої задачі, з'ясовують реальний зміст цих результатів і формулюють їх мовою відповідної предметної галузі (інтерпретують) таким чином, щоб вони були зрозумілими людині, яка буде їх використовувати. На цьому процес розв'язування реальної задачі завершують.

Інформаційні системи в середовищі табличного процесора

Інформаційні системи: загальна характеристика

Сукупність певних відомостей щодо конкретних об'єктів з визначеними засобами пошуку інформації формує **інформаційну систему (ІС)**.

Серед усіх видів ІС чільне місце займають автоматизовані ІС, які базуються на застосуванні технічних засобів пошуку та оброблення інформації, зокрема КТ. Автоматизована ІС — це сукупність упорядкованих у певний спосіб даних, апаратно-програмних засобів для їх зберігання і маніпулювання ними.

ІС виступає як форма організації діяльності аптек на основі автоматизації різних видів діяльності з фармацевтичною інформацією. Фармацевтичні торговельні й виробничі підприємства в умовах ринкової економіки мають потребу в оперативному отриманні інформації, її обробленні та використанні результатів її аналізу в процесі своєї діяльності. Розроблення повноцінної системи управління у фармацевтичних підприємствах є ключовим моментом у процесі виведення виробництва на рівень міжнародних стандартів.

Метою створення будь-якої ІС є забезпечення впорядкованої роботи з потоками інформації та самого процесу управління. Створення ІС у фармації сприяє збереженню потрібної інформації та її раціональному використанню в практиці та наукових дослідженнях.

ІС оперує наборами об'єктів конкретної предметної галузі з використанням конкретних даних про ці об'єкти. Стосовно ІС дані — це певні показники, що характеризують певний об'єкт і набувають для конкретного об'єкта числового, текстового або іншого значення.

Властивості ІС залежать від структури інформації. Неструктурованість даних істотно обмежує можливості автоматизованого оброблення інформації в ІС. *Структурування даних* — це усунення неоднозначності в їх записуванні, а також у формулюванні певних домовленостей щодо способів подання даних в ІС.

Використання КТ для експлуатації ІС дає змогу принципово по-новому вирішувати будь-які задачі, що описуються алгоритмічно і ґрунтуються на певному масиві інформації, тобто від простих пошукових задач до задач, пов'язаних зі складним статистичним та логічним обробленням даних.

До *пошукових задач* можна віднести задачі на сортування і фільтрацію інформації за певною ознакою або групою ознак, побудову автоматизованого архіву тощо.

Обчислювальні задачі — це задачі на статистичне оброблення результатів, виявлення взаємозв'язку між параметрами.

До *логічних задач* відносять задачі діагностики, прогнозування, визначення діагностичної цінності ознак, оцінки ефективності, розроблення оптимальних планів.

Різновидом ІС є банк даних, у якому реалізовано функції централізованого зберігання та накопичення оброблюваної інформації і який організовано в одну або кілька БД. Зазвичай банк даних складається з таких компонентів, як база (або кілька баз) даних, система управління БД, словник даних, адміністратор, обчислювальна система, що є сукупністю взаємопов'язаних і узгоджено діючих КТ, та обслуговуючий персонал.

Життєвий цикл створення і розвитку інформаційних фармацевтичних систем. Методологія життєвого циклу інформаційних фармацевтичних систем базується на розумінні ІС як системи, що розвивається стадійно. Принципова відмінність ІС від багатьох технічних систем полягає в тому, що ІС має розвиватися нарівні з організаційною системою, для якої її створено. На стадії експлуатації ефективність ІС, навіть у разі використання новітніх інформаційних і телекомунікаційних технологій, може істотно змінюватися внаслідок структурних перетворень в організації. Швидкий прогрес КТ і телекомунікацій призводить до морального зношування ІС, виникнення потреби у модернізації чи мо-

дифікації, прискорення життєвого циклу. Поняття “життєвий цикл” трактують як процес модернізації чи модифікації діючої або розроблення нової ІС. У процесі експлуатації ІС можна виділити початкову фазу — фазу ознайомлення з ІС, фазу ефективної експлуатації і фазу деградації системи, коли виникає потреба в її модернізації або розробленні нової системи. На цьому життєвий цикл ІС завершується і починається новий цикл.

Процес розроблення нової ІС включає:

- аналіз;
- синтез і проектування;
- упровадження (конверсію).

Таблиці даних

Табличний процесор Ексел розглядає таблицю даних як список, з яким можна здійснювати певні операції — сортувати, фільтрувати тощо, за умови якщо дані в таблиці організовано за ознакою однорідності, а саме кожен стовпчик містить однотипні дані. З точки зору БД кожен стовпчик є полем даних, а кожен рядок — записом для окремого об’єкта БД. Ексел розпізнає список автоматично. При цьому перший рядок списку програма розцінює як заголовки стовпчика в списку (назви полів) і не включає його до результатів оброблення (мал. 19).

Список, який створює користувач, повинен мати постійну кількість стовпчиків. Кількість рядків є змінною, що дає змогу додавати, видаляти чи переставляти записи для забезпечення оперативності інформації. У кожному стовпчику міститься однотипна інформація. У списках недопустимі порожні рядки чи стовпчики.

Список в Ексел створюють наступним чином.

Відкривають нову книгу чи новий аркуш в існуючій книзі. Найкраще розміщувати списки на окремих аркушах, щоб Ексел міг автоматично виділити дані при виконанні команд оброблення списків.

Створюють заголовки для кожного поля в списку, форматують їх.

Форматують комірки, розміщені під заголовками, відповідно до даних, які мають у них зберігатися.

	А	В	С	Д	Е
1	Назва	Ціна, грн	Місяць	Кількість проданих одиниць	Отримано, грн
2	Амоксицилін	24,60	Жовтень	179	4 403,40
3	Амоксицилін	24,60	Листопад	453	11 143,80
4	Амоксицилін	24,60	Грудень	364	8 954,40
5	Вулнузан	43,30	Жовтень	164	7 101,20
6	Вулнузан	43,30	Листопад	375	16 237,50
7	Вулнузан	43,30	Грудень	287	12 427,10
8	Кавінтон	125,40	Жовтень	357	44 767,80
9	Кавінтон	125,40	Листопад	265	33 231,00
10	Кавінтон	125,40	Грудень	367	46 021,80
11	Калгель	60,00	Жовтень	186	11 160,00
12	Калгель	60,00	Листопад	168	10 080,00
13	Калгель	60,00	Грудень	853	51 180,00
14					

Мал. 19. Приклад найпростішого інформаційного списку

Уводять нові записи (тобто дані) під заголовками. При цьому варто зберігати єдиний стиль заповнення, щоб пізніше взаємопов'язані записи могли бути виділені в групи. Кількість рядків може бути довільною. У списку не повинно бути порожніх рядків (навіть між заголовками стовпчика і першим записом). Кожен рядок є по суті записом.

Після завершення зберігають книгу. Якщо список збільшиться до кількох сотень записів, слід подумати про резервну копію, яка зберігається в надійному місці.

За бажанням користувач може задати критерій правильності введення для певного діапазону комірок. З цією метою виділяють комірки стовпчика, для якого встановлюють перевірку введення (у виділений діапазон мають увійти як комірки з даними, так і нижні порожні комірки, куди вводитимуть нові записи).

Після виконання команди *Проверка* з меню *Данные* відкривається діалогове вікно *Проверка вводимых значений*, у якому слід

перейти до вкладки *Параметры* (мал. 20).

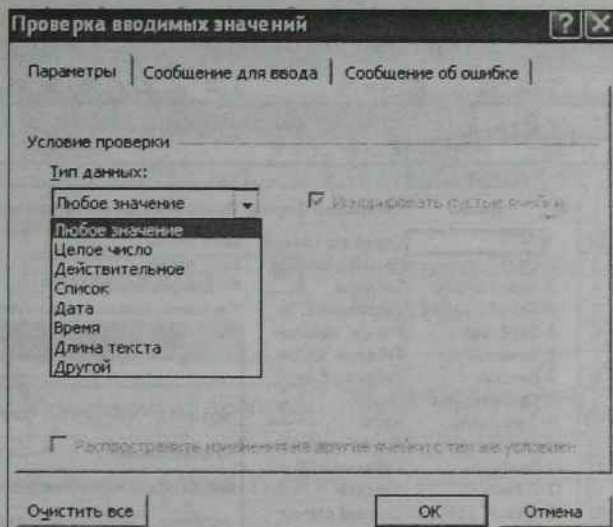
У графі *Условие проверки* вибирають формат значень у виділених комірках зі списку *Тип данных*. У списку містяться наступні варіанти: *Любое значение* (використовують для відміни перевірки введення), *Целое число*, *Действительное*, *Список*, *Дата*, *Время*, *Длина текста* і *Другой* (формат, для якого можна ввести власну формулу).

У процесі вибору значення зі списку *Тип данных* внизу з'являються додаткові текстові поля для введення додаткових умов чи обмежень, наприклад, мінімального чи максимального допустимого значення.

Якщо комірка в списку активна і формат комірок першого рядка відрізняється від формату комірок інших рядків, за допомогою команди *Форма* з пункту меню *Данные Excel* автоматично створює форму для цього списку (з назвою робочого аркуша), використовуючи перший рядок списку як назви полів форми (мал. 21).

Створена форма призначена насамперед для зручного введення інших записів (рядків) у цю таблицю даних (хоча можна і безпосередньо заповнювати таблицю). Щоб додати ще один запис до таблиці, використовують кнопку *Добавить*, після чого заповнюють усі поля для створення наступного запису. За наявності списку полів, які обчислюються програмою, їх також подають у формі, але без відповідних полів введення даних. Для перегляду вже заповнених записів користуються клавішами *Назад* і *Далее*.

Окрім цього, форма дає змогу шукати записи за певними критеріями. Для цього потрібно натиснути на *Критерии*, після чого



Мал. 20. Діалогове вікно *Проверка вводимых значений*

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with a list of medicines. A dialog box titled 'Лист1' is open, allowing for filtering the data based on various criteria.

	A	B	C	D	E	F	G
	№	Назва	Лікарська форма	Показання до застосування	Виробник	Кількість упаковок	Ціна, грн.
1	1	OFFI	Спрей від комарів	Засіб піієни	Джонсон & Джонсон	34	14,5
2	2	OFFI	Крем від комарів	Засіб піієни	Джонсон & Джонсон	76	7,51
3	3	Амитриптілін	Таблетки	Антидепресивний засіб	Технолог, Умань	65	0,72
4	4	Аспірін плюс С	Таблетки 400 мг	Жарознижувальна протизапальна		68	11,05
5	5	Барбозол	Р-н фл. капельн.				
6	6	Беналгін	Таблетки 500 мг				
7	7	Бетаназ	Таблетки 5 мг				
8	8	Бромгексин-4	Сироп				
9	9	Бронхосен	Каплі				
10	10	Валідол	Р-н фл. капельн.				
11	11	Валідол	Таблетки 0,06 г				
12	12	Вітамін D	Капсули				
13	13	Вітамін D ₃ 0,12	Олійний розчин				
14	14	Вітамін E 10%	Олійний розчин				
15	15	Вітамін E 30%	Олійний розчин				
16	16	Вітамін E 50%	Капсули				
17	17	Вітамін С	Жув. таблетки				
18	18	Вітамін С	Жув. таблетки				
19	19	Вітамін Ев	Таблетки				
20	20	Гуталакс	Каплі фл. 12 мл				
21	21	Дексаметазон	Очні краплі 0,1%				

The dialog box 'Лист1' contains the following fields:

- №: 1
- Назва: OFFI
- Лікарська форма: Спрей від комарів
- Показання до застосування: Засіб піієни
- Виробник: Джонсон & Джонсон
- Кількість упаковок: 34
- Ціна, грн.: 14,5
- Термін придатності, роки: 3

Buttons: Додати, Удалити, Назад, Далее, Критерии, Закрити.

Мал. 21. Форма для списку лікарських засобів

у правому верхньому куті форми з'являється напис *Критерии*. Якщо заповнити відповідні поля форми, клавіші *Назад* і *Далее* показуватимуть лише ті записи таблиці, що задовольняють уведеним умовам. Для числових полів можна вводити математичні умови порівняння (=, <, >, <>, <=, >=). У текстових полях можна використовувати символи шаблону (* — будь-яка кількість будь-яких дозволених символів, ? — будь-який один довільний символ).

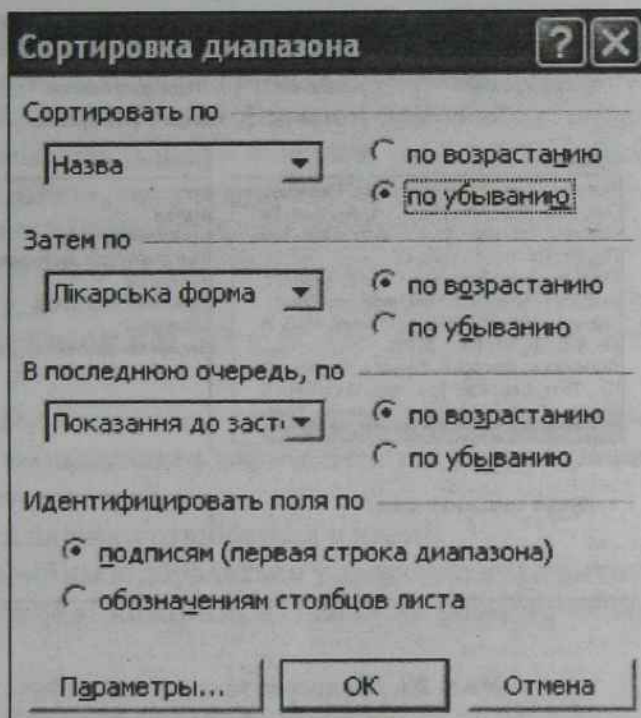
З даними у списку в Excel можна здійснювати різноманітні трансформації. Одне з найпростіших перетворень — сортування, що виконують за допомогою команди *Сортировка* пункту меню *Данные*. Програма автоматично розпізнає таблицю даних (коли активною є комірка всередині списку) і відкриває діалогове вікно *Сортировка диапазона* (мал. 22).

Якщо перший рядок відформатовано в інший спосіб або він містить об'єкти, що відрізняються від об'єктів інших рядків, у діалоговому вікні пропонується здійснити сортування за назвами цих стовпчиків. Інакше Excel використовує безпосередні назви стовпчиків, наприклад Столбец A, Столбец B. Змінити автоматичний вибір програми можна за допомогою поля *Идентифицировать поля по*. Діалогове вікно *Сортировка диа-*

пазона дає змогу вибрати черговість сортування за стовпчиками і напрямок сортування кожного зі стовпчиків. Якщо список потрібно відсортувати тільки за одним полем списку, слід зробити активною одну з комірок цього стовпчика та скористатися відповідними клавішами панелі інструментів *Стандартная*: за збільшенням $\uparrow$ або ж за зниженням $\downarrow$.

Для сортування лише частини списку слід виділити потрібний діапазон комірок і виконати команду *Сортировка*. Якщо виділено не всі комірки рядків, то переміщення стосуватиметься лише виділених комірок, а в інших переміщень не відбудеться, тобто записи (внутрішні зв'язки інформації) буде зруйновано і список зіпсується.

В Excel можливе сортування за встановленими в програмі списками (дні тижня, місяці року тощо), а також за списками ко-



Мал. 22. Діалогове вікно *Сортировка диапазона*

Параметри



Международные	Сохранение	Проверка ошибок	Орфография	Безопасность
Вид	Вычисления	Правка	Общие	Переход
			Списки	Диаграмма
				Цвет

Списки:

Monday, Tuesday, Wednesday, Thursday, Jan, Feb, Mar, Apr, May, Jun, Jul, Aug, Sep, January, February, March, April, May, June, Пн, Вт, Ср, Чт, Пт, Сб, Вс, Понедельник, Вторник, Среда, Четверг, янв, фев, мар, апр, май, июн, июл, авг, Январь, Февраль, Март, Апрель, Май, И Пн, Вт, Ср, Чт, Пт, Сб, Нд, Понеділок, Вівторок, Середа, Четвер, П Сч, П'ят, Бер, Кві, Тра, Чер, Лип, Сер, В Счень, Лютий, Березень, Квітень, Трав-

Элементы списка:

№? Назва Лікарська форма Показання до застосування Виробник Кількість упаковок Ціна, грн Термін придатності

Добавить

Удалить

Импорт списка из ячеек:

Импорт

OK

Отмена

Мал. 23. Діалогове вікно *Параметры* вкладки *Списки*

ристувача, що створюються за допомогою вкладки *Списки* діалогового вікна *Параметры*, яке викликається відповідною командою пункту меню *Сервис* (мал. 23).

Список користувача можна ввести в поле *Элементы списка* в окремих рядках, а потім натиснути на *Добавить*. Якщо список уже розміщений у певному діапазоні комірок робочого аркуша, достатньо ввести цей діапазон у поле *Импорт списка из ячеек* і натиснути на *Импорт*. Список користувача, що диктує порядок сортування, потрібно вибрати в діалоговому вікні *Параметры сортировки* (*Параметры* в діалоговому вікні *Сортировка диапазона*) у полі *Сортировка по первому ключу*. Порядок сортування за списком користувача можна застосовувати тільки для сортування за першим параметром.

Стандартний порядок сортування. При сортуванні за збільшенням Excel використовує наступний порядок:

— числа сортуються від найменшого від'ємного до найбільшого додатного;

- *алфавітно-цифрове сортування*. При сортуванні алфавітно-цифрового тексту програма порівнює значення за знаками зліва направо. Наприклад, якщо комірка містить текст “A100”, Excel помістить її після комірки, що містить запис “A1”, і перед коміркою, що містить запис “A11”;
- *текст*, що містить числа, сортується в наступному порядку: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 (пробіл) ! “ # \$ % & () * , . / : ; ? @ [\] ^ _ ‘ { | } ~ + < = > A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z A B B Г Д Е Є Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ю Я;
- *апострофи і дефіси* ігноруються (виняток: коли два рядки тексту однакові, не вважаючи дефіса, текст із дефісом переноситься в кінець);
- *порожні значення* завжди ставляться в кінці.

Сортування за зниженням відбувається у зворотному порядку. Виняток становлять порожні комірки, які завжди розміщуються в кінці списку.

Фільтрація таблиці даних

Для оброблення таблиць даних у програмі Excel призначено низку функцій і процедур. Розглянемо детальніше процедуру фільтрації даних.

Фільтрація — це швидкий і легкий спосіб пошуку підмножин з певної множини даних. Табличний процесор Excel для фільтрації списків використовує *Автофільтр* і *Расширенный фильтр*.

На відміну від сортування порядок рядків при фільтрації не порушується. Натомість тимчасово ховаються рядки, які не відповідають заданим користувачем умовам.

Рядки, відібрані при фільтрації в Excel, можна форматовувати, редагувати, друкувати, а також створювати на їхній основі діаграми, не змінюючи порядок рядків і не переміщуючи їх.

Для простих умов фільтрації даних найзручніше скористатися командою *Автофільтр* з підменю *Фильтр* пункту меню *Данные*. Якщо помістити курсор всередину таблиці даних (списку) і виконати цю команду, то справа від заголовка кожного стовпчика з'явиться піктограма , за допомогою якої можна виконувати

різні команди фільтрації списку. Коли потрібно відфільтрувати дані лише в деяких стовпчиках, можна застосувати автофільтр лише для них (при цьому вони мають бути розташовані поряд і створювати один діапазон комірок).

(Все)

(Первые 10...)

(Условие...)

Клавіша  розкриває команди автофільтра (Условие...), а також список усіх значень комірок стовпчика за алфавітом, що дає можливість з'ясувати весь набір значень і які зі значень програма розглядає як неоднакові. Якщо вибрати один з елементів цього списку, таблиця даних буде відфільтрована за цим елементом і на екрані відтворяться лише ті записи, що відповідають заданому фільтру. При цьому програма позначає відфільтровані елементи блакитним кольором.

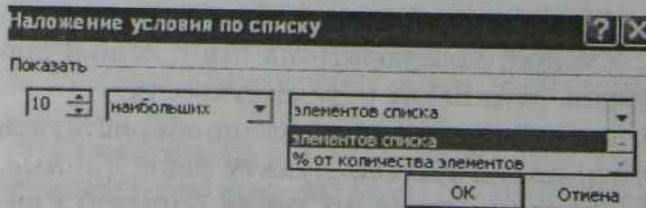
Перша команда автофільтра *Все* скасовує будь-які введені умови фільтрації і надає таблиці даних початкового вигляду. Команда *Первые 10* призначена для стовпчиків з числовими даними. За цією командою відкривається діалогове вікно *Наложение условия по списку* (мал. 24).

Праве поле  відтворює визначену в лівому полі кількість рядків з найбільшими або найменшими значеннями в цьому стовпчику, а параметр % от количества элементов — визначену у відсотках кількість рядків з найбільшими або найменшими значеннями.

Команда *Условие* дає змогу задавати складніші критерії фільтрації. За цією командою відкривається діалогове вікно *Пользовательский автофильтр*, у якому визначають одну (перший рядок) або дві (перший і другий рядки) умови, що можуть бути пов'язані між собою логічними операторами *И* (елементи стовпчика мають

задовольняти як першу, так і другу умову) або *ИЛИ* (елементи мають задовольняти одну з цих двох умов; мал. 25).

Якщо стовпчик містить числові дані, для них можна вста-



Мал. 24. Діалогове вікно *Наложение условия по списку*

новити звичайні умови порівняння (*Равно, Не равно, Меньше, Меньше или равно* тощо). Для текстових даних можуть бути застосовані умови *Начинается с, Не начинается с, Заканчивается на, Содержит* тощо, а також використання знаків: "?" — один будь-який довільний символ, "*" —

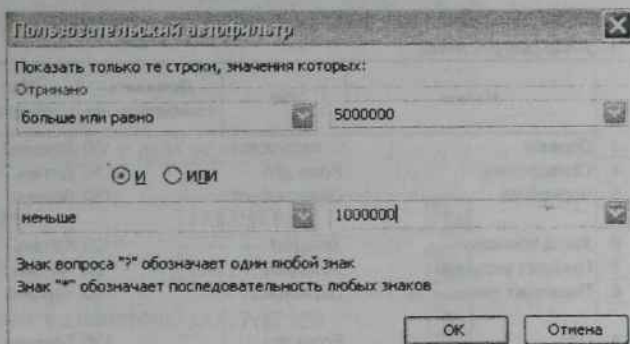
будь-яка кількість допустимих символів. При пошуку в тексті "?" або "*" перед ними треба поставити знак "~" (тильда).

У разі недостатності фільтрації даних за одним стовпчиком можна створити додаткові умови для інших стовпчиків. Додаткові критерії відбору продиктовані логічним оператором *И*, тобто зрештою залишаться лише записи, що одночасно задовольняють усім заданим умовам.

Для деактивації автофільтра слід повторно виконати команду *Автофильтр* з підменю *Фильтр* пункту меню *Данные*.

У разі застосування розширеного фільтра можна задати складніші умови відбору записів зі списку (більше ніж два набори умов для одного стовпчика, одна умова для кількох стовпчиків, умови, що задаються за результатом обчислення за формулою). На відміну від автофільтра, для розширеного фільтра умови фільтрації для списку вводяться в окремий діапазон комірок. Після виконання команди *Расширенный фильтр* з підменю *Фильтр* пункту меню *Данные* відкривається діалогове вікно з такою самою назвою, у якому потрібно встановити діапазони комірок для таблиці даних, умов відбору і результатів фільтрації.

Наприклад. Нехай потрібно з використанням розширеного фільтра виконати пошук рослин з довжиною стеблини понад 40 см, які призначають при захворюваннях серцево-судинної системи (мал. 26).



Мал. 25. Автофільтр, у якому задано дві умови, пов'язані між собою логічним оператором *И*

	A	B	C	D	E	F
1	Лікарські рослини					
2	Назва	Рід	Довжина стеблини, см	Час збирання	Основне захворювання	
3	Деревій	Складноцвіт	50	Травень	Хвороби травного тракту	
4	Приворотень	Розоцвіт	30	Квітень	Хвороби травного тракту	
5	Чорнобиль	Складноцвіт	150	Липень	Хвороби травного тракту	
6	Хвоц польовий	Хвоцові	20	Квітень	Хвороби печінки, жовчного міхура	
7	Гравілат місцевий	Розоцвіт	20	Липень	Хвороби органів дихання	
8	Первоцвіт лікарський	Первоцвіт	100	Червень	Хвороби органів дихання	
9	Глід	Розоцвіт	130	Травень	Хвороби серцево-судинної системи	
10	Кропива собача	Губоцвіт	50	Серпень	Хвороби серцево-судинної системи	
11	Горицвіт	Лютикові	15	Квітень	Хвороби серцево-судинної системи	
12						
13						
14	Назва	Рід	Довжина стеблини, см	Час збирання	Основне захворювання	
15					Хвороби серцево-судинної системи	
16						
17	Назва	Рід	Довжина стеблини, см	Час збирання	Основне захворювання	
18						

Мал. 26. Пошук лікарських рослин із використанням *Расширенного фильтра*

При використанні розширеного фільтра потрібно спочатку визначити (створити) три зони:

- *інтервал списку* — зона БД (A2:E11);
- *інтервал критерієв* — зона, у якій задають критерії фільтрації (A14:E15);
- *інтервал извлечения* — зона, у якій з'являтимуться результати фільтрації (A17:E20).

Створимо *Інтервал критерієв* та *Інтервал извлечения*, запишемо критерії пошуку в *Інтервал критерієв*, виділимо зону БД, виконаємо команду *Расширенный фильтр* меню *Данные* підменю *Фильтр* (мал. 27) і отримаємо результат (мал. 28).

Расширенный фильтр 

Обработка

☐ фильтровать список на месте
☒ скопировать результат в другое место

Исходный диапазон: 

Диапазон условий: 

Поместить результат в диапазон: 

☐ Только уникальные записи

Мал. 27. Створення інтервалу критеріїв

Назва	Рід	Довжина стеблини, см	Час збирання	Основне захворювання
Глід	Розоцвіті	130	Травень	Хвороби серцево-судинної системи
Кропива собача	Губоцвіті	50	Серпень	Хвороби серцево-судинної системи

Мал. 28. Отриманий результат

Створення фармацевтичних БД

Розвиток науки і виробництва зумовив різке розширення спектра різноманітних повідомлень, у зв'язку з чим питання про їх збереження та опрацювання постали досить гостро. Це сприяло появі програм, призначених для опрацювання великих масивів даних. За допомогою таких програм створюють інформаційні системи, метою яких є опрацювання даних про різноманітні об'єкти та явища реального світу і надання людині потрібної інформації про них. Можна виділити об'єкти з однаковими властивостями, що дає можливість об'єднувати їх в окремі групи. У кожній групі об'єкти можна впорядковувати за загальними правилами класифікації, наприклад, за алфавітом, за деякими конкретними загальними ознаками, такими як форма, мова опису, галузь засто-

сування тощо. Групування об'єктів за певними ознаками значно полегшує пошук і відбір потрібної інформації.

Тому мета вивчення БД як сукупності засобів для зберігання структурованої інформації полягає в узагальненні та систематизації уявлень, формуванні відповідних теоретичних знань, з'ясуванні загальних принципів опрацювання структурованої інформації та оволодінні навичками опрацювання БД за допомогою конкретної системи управління БД.

Широке використання теорії БД у фармацевтичній галузі робить актуальною підготовку студентів як користувачів БД. Аналізуючи різні аспекти діяльності користувача при роботі з БД, встановлюють, що всі вони пов'язані з вирішенням інформаційних завдань трьох основних типів:

- отримання інформації на основі даних, які вже зберігаються в базі;
- створення нової БД і зберігання одержаної моделі предметної галузі в певному стані;
- оновлення раніше створеної БД (тобто додавання нових та видалення застарілих даних).

Основні поняття та категорії БД

Дані та їхня семантика. Сприйняття реального світу можна порівняти з послідовністю різних, хоча іноді і взаємозалежних явищ. З давніх-давен люди намагалися описати ці явища (навіть тоді, коли не могли їх зрозуміти). Такий опис явищ називають *даними*.

Традиційно дані фіксують за допомогою конкретного засобу комунікації (наприклад, за допомогою природної мови) на конкретному носії (наприклад, на папері). Зазвичай дані та їхню семантику (інтерпретацію) фіксують одночасно, тому що природна мова досить гнучка для подання того й іншого. Розглянемо для прикладу твердження “Вартість бісептолу 22”: “22” — дані, а “вартість бісептолу” — семантика.

Часто дані та їхня семантика розділені. Наприклад, “Інформація про лікарські засоби” може бути представлена у вигляді таблиці, у верхній частині якої (окремо від даних) наведено їхню семантику (табл. 1).

Таблиця 1. Інформація про лікарські засоби

Код препарату	Назва препарату	Фармацевтична дія	Форма випуску	Показання до застосування	Ціна, грн
11245	Цефатрек-сил	Антибактеріальна	Ампули	Перитоніт, пневмонія	14,5
204	Бісептол	Антибактеріальна	Таблетки	Бронхіт, пневмонія	22
3121	Бромгексин	Муколітична	Таблетки	Бронхіт	8,3
40541	Доксициклін	Антибактеріальна	Капсули	Бронхіт, пневмонія	25
50012	Ізоніазид	Протитуберкульозна	Таблетки	Туберкульоз	44,2
120	Пертусин	Муколітична	Флакони	Бронхіт	2,4
71121	Фуразолін	Антибактеріальна	Таблетки	Пневмонія	3,5
1008	Мукалтин	Муколітична	Таблетки	Бронхіт, туберкульоз	1,4
1211	Фенобарбітал	Снودійна, заспокійлива	Порошок	Епілепсія	9,4
1021	Аміназин	Седативна	Драже	Психіатричні захворювання	14,6

Застосування КТ для ведення¹ та оброблення даних зазвичай сприяє ще більшому розподілу даних і семантики. КТ займаються здебільшого даними як такими. Переважна частина семантичної інформації взагалі не фіксується в явній формі (комп'ютер не “знає”, чи є “22” вартістю препарату, чи його кодом). Це пояснюється принаймні двома причинами, унаслідок яких застосування КТ зумовило відчуження даних від інтерпретації. Перші КТ не мали достатнього забезпечення для оброблення текстів природною мовою — основною мовою інтерпретації даних. До того ж вартість комп'ютерної пам'яті була спочатку досить високою. Її використовували для зберігання самих даних, а інтерпретація

¹ Ведення даних — термін, який об'єднує дії з додавання, видалення або зміни даних, що зберігаються.

традиційно покладалася на користувача. Користувач закладав інтерпретацію даних у свою програму, яка “знала”, наприклад, що перше значення, яке вводиться, пов'язане з кодом препарату, а п'яте — з його вартістю. Це істотно підвищувало роль програми, тому що поза інтерпретацією дані є сукупністю бітів на запам'ятовувальному пристрої.

Чітка залежність між даними і програмами, які їх використовують, створює серйозні проблеми у веденні даних і робить їх використання менш гнучким.

Концепція БД. Активна діяльність з пошуків прийнятних способів усупільнення безупинно зростаючого обсягу інформації привела до створення на початку 60-х років спеціальних програмних комплексів — систем управління БД (СУБД).

Основна особливість СУБД — наявність процедур для введення і зберігання не тільки самих даних, а й описів їхньої структури. Файли з описом збережених у них даних, які перебувають під управлінням СУБД, отримали назву банків даних, а потім БД.

Наприклад, потрібно зберегти інформацію про лікарські засоби та низку інших даних, пов'язаних з організацією роботи аптеки (БД “Аптека”). Використовуючи для цього одну із сучасних СУБД, можна підготувати опис лікарських засобів, наявних у продажу в цій аптеці (мал. 29), та ввести його разом з даними в БД “Аптека”.

Мова запитів СУБД дає змогу звертатися за даними як із програм, так і з терміналів. Сформувавши запит (мал. 30), отримуємо інформацію про всі антибактеріальні препарати, форма випуску

СТВОРИТИ ТАБЛИЦЮ інформація про лікарські засоби

(Код_препарату	Ціле
Назва_препарату	Текст (24)
Фармацевтична_дія	Текст (24)
Форма_випуску	Текст (8)
Показання_до_застосування	Текст (24)
Ціна_грн	Дійсне)

Мал. 29. Опис лікарських засобів, створений із застосуванням СУБД

ВИБРАТИ ІЗ ТАБЛИЦІ	"Назва, Фармацевтична_дія, Форма_випуску, Ціна_грн, Інформація про лікарські засоби"
ДЕ	Фармацевтична_дія = "Антибактериальна"
	Форма_випуску = "Таблетки"
	Ціна_грн < 30

Мал. 30. Мова запитів СУБД аптеки

яких — таблетки (ціна до 30 грн.). Цей запит не втратить актуальності і в разі розширення таблиці додатковою інформацією (наприклад, про виробника цього препарату).

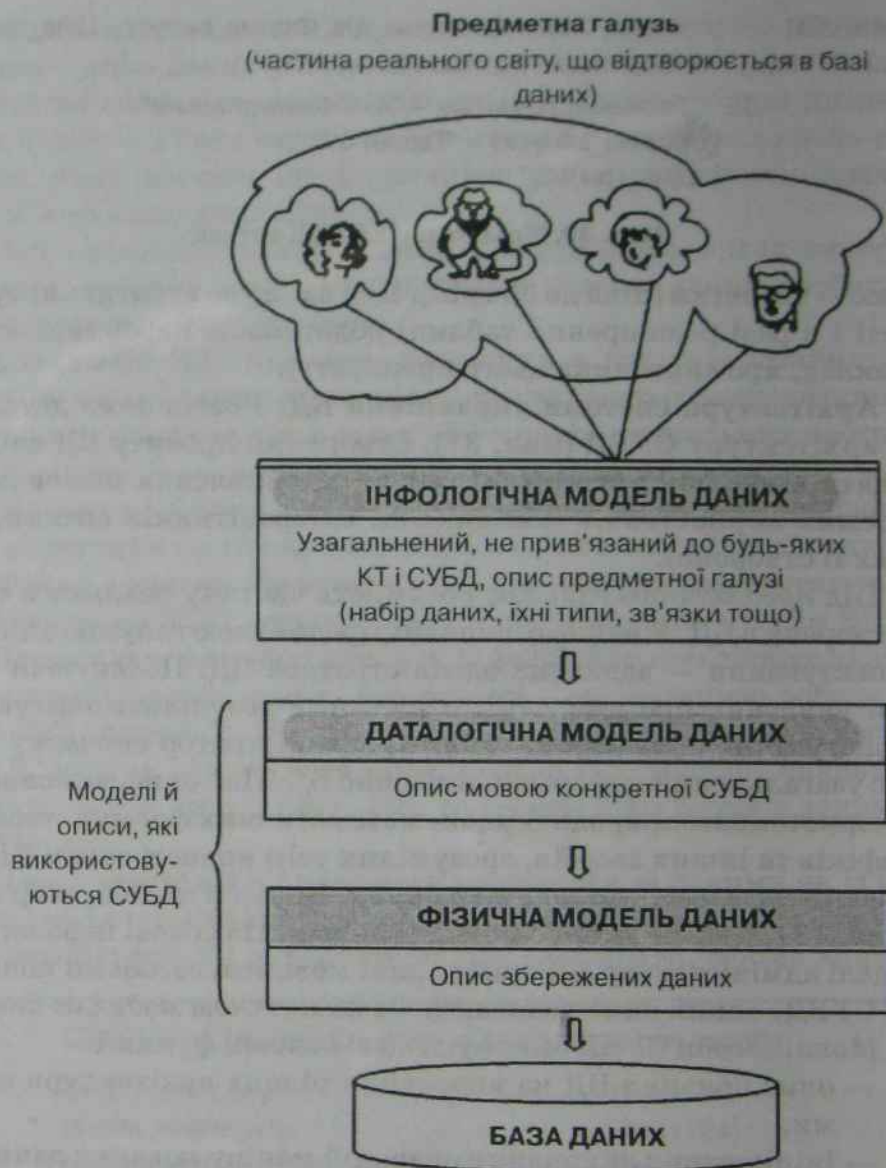
Архітектура системи управління БД. Розглянемо детальніше архітектуру СУБД (мал. 31). Створення проекту БД слід починати з аналізу предметної галузі та виявлення вимог до неї окремих користувачів (наприклад, співробітників аптеки, для яких її створено).

Під *предметною галуззю* розуміють частину реального світу, відтворену в БД. У нашому випадку предметною галуззю є аптека. Проектування — завдання адміністратора БД. Поєднуючи часткові уявлення про вміст БД, отримані в результаті опитування користувачів, зі своїми знаннями, адміністратор спочатку створює узагальнений неформальний опис БД. Цей опис, виконаний з використанням природної мови, математичних формул, таблиць, графіків та інших засобів, зрозумілих усім користувачам БД, називають *інфологічною моделлю даних*. Інші дві моделі, зображені на мал. 31, є комп'ютерно-орієнтованими. На основі інфологічної моделі адміністратор БД описує дані мовними засобами конкретної СУБД. Такий опис називають *даталогічною моделлю даних*.

Мовні засоби СУБД виконують дві основні функції:

- опис подання БД на керованих рівнях архітектури системи;
- ініціювання виконання операцій маніпулювання даними.

Перша з цих функцій забезпечується мовою опису даних, яку часто називають мовою визначення даних. Опис даних мовою визначення даних називають схемою БД. Він включає опис логічної структури даних і обмежень цілісності, що накладаються на неї, у рамках правил, регламентованих моделлю даних використову-



Мал. 31. Архітектура СУБД

ваної СУБД. Окрім зазначених функцій мова визначення даних деяких СУБД забезпечує можливість обмежити доступ до даних або повноважень користувачів.

Мова маніпулювання даними включає набір операторів маніпулювання даними, що дає змогу вносити, видаляти, модифікувати або вибирати дані.

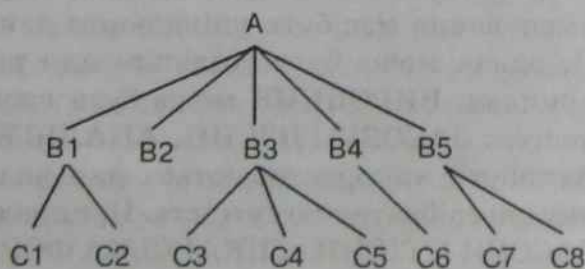
На сьогодні існують численні приклади мов СУБД, що поєднують можливості опису даних і маніпулювання даними в єдиних синтаксичних рамках. Більше того, у сучасних СУБД підтримується єдина інтегрована мова, що містить усі необхідні засоби для роботи з БД (починаючи від її створення) і базовий користувацький інтерфейс, що забезпечує роботу з БД. Найпопулярнішою і стандартною для більшості СУБД є мова SQL (structured query language).

Трирівнева архітектура (інфологічний, даталогічний і фізичний рівні) забезпечує незалежність збережених даних. Адміністратор БД може за потреби переписати збережені дані на інші носії інформації та (або) реорганізувати їхню фізичну структуру, змінивши лише фізичну модель даних. При цьому можна підключити до системи будь-яку кількість нових користувачів, доповнивши в разі потреби даталогічну модель. Зазначені зміни не будуть помічені користувачами. Отже, незалежність даних забезпечує можливість розвитку системи БД без руйнування існуючих додатків.

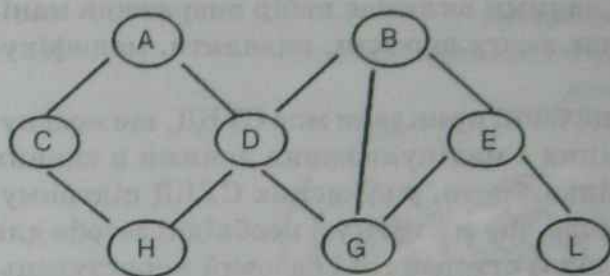
Моделі даних. Під моделлю даних розуміють сукупність структур даних, обмежень цілісності й операцій маніпулювання даними. За допомогою моделі даних можуть бути представлені об'єкти предметної галузі та взаємозв'язки між ними.

Розглянемо три основних типи інфологічної моделі даних: ієрархічну, мережеву і реляційну.

Ієрархічна (графова) модель даних — сукупність елементів, зв'язаних між собою за визначеними правилами. Об'єкти, зв'язані ієрархічними відношеннями, утворюють орієнтований граф — переверне-



Мал. 32. Приклад ієрархічної моделі



Мал. 33. Мережева модель даних

не дерево (мал. 32). До основних понять ієрархічної структури відносять рівень, елемент (вузол), зв'язок. Ієрархічну модель формують дані деревоподібної структури і логічні зв'язки за типом ціле — частина. Приклад ієрархічної

моделі — довільна адміністративна структура.

У мережевій структурі за наявності тих самих основних понять (рівень, вузол, зв'язок) кожен елемент може бути зв'язаний з будь-яким іншим елементом. На мал. 33 наведено мережеву модель БД у вигляді графа.

Реляційна модель даних (модель даних “сутність — зв'язок”)

Основні поняття. *Сутність* — будь-який об'єкт, інформацію про який потрібно зберегти в БД. Слід розрізняти такі поняття, як *тип сутності* й *екземпляр (представник) сутності*. Поняття “тип сутності” тотожне поняттю “множина” (набір однорідних об'єктів). Екземпляр сутності є елементом цієї множини. Наприклад, типом сутності може бути ФАРМАЦЕВТИЧНА ДІЯ, а екземпляром — ПРОТИЗАПАЛЬНИЙ ЗАСІБ, АНТИАЛЕРГІЙНИЙ ЗАСІБ, АНТИВІРУСНИЙ ЗАСІБ тощо.

Атрибут — поіменована характеристика сутності. Його найменування має бути унікальним для конкретного типу сутності, однак може бути спільним для різного типу сутностей (наприклад, ВИРОБНИК може бути визначений для багатьох сутностей: ЗАСОБИ ГІГІЄНИ, АНАЛЬГЕТИКИ, ВІТАМІНИ тощо). Атрибути використовуються для визначення виду інформації, яку слід зібрати про сутність. Прикладами атрибутів для сутності ЗАСОБИ ГІГІЄНИ є ЛІКАРСЬКА ФОРМА, ВИРОБНИК, ТЕРМІН ПРИДАТНОСТІ, ЦІНА тощо. Тут також існують розбіжності між типом та екземпляром. Тип атрибута ЛІКАРСЬКА ФОРМА має

багато значень: *молочко для тіла, спрей, серветки, зубна паста* тощо. Однак кожному екземпляру сутності привласнюють тільки одне значення атрибута.

Абсолютної відмінності між типами сутностей та атрибутами не існує. Атрибут набуває свого значення лише у зв'язку з типом сутності. В іншому контексті атрибут може виступати як самостійна сутність.

Ключ — мінімальний набір атрибутів, за значеннями яких можна однозначно знайти необхідний екземпляр сутності. Виключення з набору будь-якого атрибута не дає змоги ідентифікувати сутність за залишками. Для сутності ЛІКАРСЬКИЙ ЗАСІБ ключем є атрибут КОД_ПРЕПАРАТУ або набір НАЗВА, ФОРМА_ВИПУСКУ, ВИРОБНИК.

У СУБД розрізняють первинні та зовнішні ключі. Кожна сутність володіє хоча б одним із ключів. Один із них визначають як *первинний ключ*. При виборі первинного ключа слід віддавати перевагу ключам, складеним з мінімальної кількості атрибутів.

Зв'язок — поєднання двох або більше сутностей. Якби призначенням БД було тільки збереження окремих, не пов'язаних між собою даних, то її структура була б спрощеною. Однак одна з основних вимог до організації БД — це забезпечення можливості відшукати одні сутності за значеннями інших. Для цього потрібно встановити між ними певні зв'язки. Оскільки в реальних БД нерідко зберігаються сотні або навіть тисячі сутностей, то теоретично між ними може бути встановлено більше мільйона зв'язків. Наявність такої величезної кількості зв'язків і визначає складність інфологічної моделі.

Характеристика зв'язків і мова моделювання. При побудові можна скористатися мовою ER-діаграм (від англ. *entity, relationship* — сутність і зв'язок). Сутності позначено прямокутниками, асоціації — ромбами або шестикутниками, атрибути — овалами, а зв'язки між ними — ненаправленими ребрами, над якими проставлено ступінь зв'язку (1 або *B*, що позначає "багато"). Між двома сутностями, позначеними як *A* і *B*, можливі чотири типи зв'язків.

Перший тип — зв'язок ОДИН-ДО-ОДНОГО (1:1): кожному представнику сутності *A* постійно відповідає 1 або 0 представників



Мал. 34. ER-діаграма зв'язку ОДИН-ДО-ОДНОГО (пояснення в тексті)

сутності *B*. На мал. 34 наведено ER-діаграми інфологічної моделі зв'язку ОДИН-ДО-ОДНОГО в цілому (мал. 34, I) та на конкретному прикладі (мал. 34, II): кожен з препаратів має свою єдину молекулярну формулу.

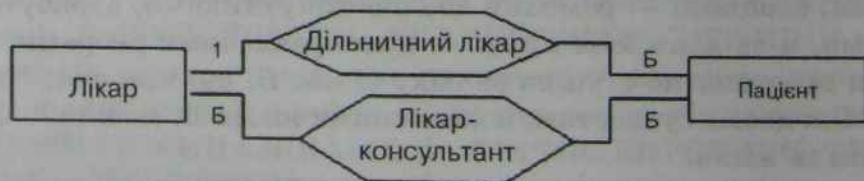
Другий тип — зв'язок ОДИН-ДО-БАГАТЬОХ (1:Б): одному представнику сутності *A* відповідають 0, 1 або кілька представників сутності *B*. Цей тип зв'язку наведено на мал. 35. Зрозуміло, що сутності НАЗВА_ПРЕПАРАТУ і ВИРОБНИК пов'язані зв'язком ОДИН-ДО-БАГАТЬОХ, оскільки один і той самий препарат може виготовлятися різними виробниками.

Оскільки між двома сутностями можливі зв'язки в обох напрямках, то існує ще два типи зв'язку БАГАТО-ДО-ОДНОГО (Б:1) і БАГАТО-ДО-БАГАТЬОХ (Б:Б).



Мал. 35. ER-діаграма зв'язку ОДИН-ДО-БАГАТЬОХ (пояснення в тексті)

Розглянемо інфологічну модель, наведену на мал. 36. Пацієнт може звертатися крім свого дільничного лікаря за консультаціями до інших лікарів; лікар може бути дільничним лікарем багатьох пацієнтів і може одночасно консультиувати інших пацієнтів.



Мал. 36. Множина зв'язків між сутностями ЛІКАР і ПАЦІЄНТ

У наведених прикладах для підвищення ілюстративності розглянутих зв'язків не вказано атрибуту сутностей в усіх ER-діаграмах. Це пов'язано з тим, що введення лише кількох основних атрибутів в інфологічну модель значно ускладнить ER-діаграму. У зв'язку з цим мова ER-діаграм використовується для побудови невеликих моделей або ж ілюстрацій окремих фрагментів.

Реляційний підхід

Математична модель реляційної БД. Наприкінці 60-х років XX століття з'явилися праці, у яких обговорювалися можливості застосування різних табличних даталогічних моделей даних, тобто можливості використання звичних і природних способів подання даних. Термін "реляційна модель даних" уперше застосував співробітник підприємства IBM доктор Е. Кодд. Математик за освітою, Е. Кодд запропонував використовувати для оброблення даних апарат теорії множин (об'єднання, перетин, різниця, декартовий добуток). Він показав, що будь-яке подання даних зводиться до сукупності двовимірних таблиць особливого вигляду, відомого в математиці як *відношення*.

Найменша одиниця даних реляційної моделі — це окреме *атомарне* (те, що не можна розділити) для певної моделі значення даних. Так, в одній предметній галузі прізвище, ім'я і по батькові можуть розглядатися як єдине значення, а в іншій — як три різних значення.

Доменом називається безліч атомарних значень одного типу. Так, на мал. 37 домен форм випуску — це всі можливі форми випуску лікарських засобів: ампули, таблетки, капсули, спрей, тощо, а домен ціни — безліч дійсних позитивних чисел. Якщо значення двох атрибутів беруться з одного домену, то, імовірно, має сенс порівняння, у якому використовуються ці два атрибути (наприклад, можна дати запит "Знайти антибактеріальні препарати вартістю до 50 грн."). Якщо ж значення двох атрибутів беруться з різних доменів, то їх зіставлення, імовірно, позбавлене смислу: чи варто порівнювати код препарату з його ціною.

Відношення на доменах $D_1, D_2, \dots, D_n$ (не обов'язково, щоб усі вони були різними) складається із заголовка і тіла. *Заголовок* (або інтерпретація) у свою чергу складається з фіксованої кількості атрибутів $A_1, A_2, \dots, A_n$.



Мал. 37. Відношення з математичної точки зору (A_i — атрибути; V_i — значення атрибутів)

Тіло відношення складається з безлічі *кортежів*. Кожен кортеж є множиною пар атрибут — значення ($A_i:V_i$), ($i=1,2,\dots,n$). Для будь-якої заданої пари атрибут — значення ($A_i:V_i$) V_i є значенням єдиного домену D_i , пов'язаного з атрибутом A_i .

Ступінь відношення — це кількість атрибутів відношення. Відношення першого ступеня називають унарним, другого — бінарним, третього ступеня — тернарним, ступеня n — n -арним.

Потужність відношення — це кількість кортежів відношення. Потужність відношення "Лікарські засоби" становить 10.

Оскільки відношення — це множина, а множина за визначенням не містить однакових елементів, то ніякі два кортежі відношення не можуть бути дублікатами один одного. Нехай R — відношення з атрибутами $A_1, A_2, \dots, A_n$. Відомо, що множина атрибутів $K=(A_1, A_2, \dots, A_k)$ відношення R є його можливим ключем лише за умови дотримання:

- *унікальності*: два різних кортежі R не мають одного і того самого значення для $A_1, A_2, \dots, A_k$;
- *мінімальності*: жоден з атрибутів $A_1, A_2, \dots, A_k$ не може бути виключений з K без порушення унікальності.

Кожне відношення володіє хоча б одним можливим ключем, оскільки лише комбінація всіх його атрибутів задовольняє умові унікальності. Один з можливих ключів (обраний довільно) визначається як його первинний ключ. Інші можливі ключі, якщо вони є, називають альтернативними ключами.

Вищезазначені і деякі інші математичні поняття стали теоретичною базою для створення реляційних СУБД, розроблення відповідних мовних засобів і програмних систем, що забезпечують їхню високу продуктивність, і створення основ теорії проектування БД. Однак для користувачів-початківців реляційних СУБД можна використовувати неформальні еквіваленти цих понять: відношення — таблиця (іноді файл), кортеж — рядок (іноді запис), атрибут — стовпчик, поле. При цьому поняття “запис” означає “екземпляр запису”, а “поле” — “ім’я і тип поля”.

Реляційна БД — це сукупність відношень, що містять усю потрібну інформацію і об’єднані різними зв’язками. Однак користувачі можуть сприймати таку БД як сукупність таблиць (табл. 2).

Таблиця 2. БД “Фітопрепарати”

Код пре-па-рату	Назва	Синоніми	Цілющі властивості	Ціна, грн	Наявність в аптеці
1	Глід		Використовують квітки і плоди. У плодах містяться органічні кислоти (урсолова, олеанолова, хлорогенова, кратегова, кавова, лимонна), флавоноїди, дубильні речовини, сорбіт, холін, ацетилхолін, жирна олія, β -ситостерин, каротиноїди, фруктоза, пектини. У квітках — кавова і хлорогенова кислоти, флавоноїди, каратиноїди, ацетилхолін, холін, триметиламін, ефірна олія, органічні кислоти	1,62	☒

Продовження табл. 2

Код пре-па-рату	Назва	Синоніми	Цілющі властивості	Ціна, грн	Наявність в аптеці
2	Без-смер-тник	Цмин пісчаний, сухоцвіт	Використовують квіткові кошики з верхніми частинами стебел, що містять флавоноїди, ефірну олію (до 0,04 %), ситостерин, стеролін, жирні й органічні кислоти, каротиноїди, слиз, вітаміни, гіркоти і дубильні речовини, сульфати і хлориди калію, кальцію, феруму	2,53	
3	Валеріана		Кореневища і корені валеріани містять 0,5—2 % ефірну олію, що складається зі складного ефіру борнеолу й ізовалеріанової кислоти, камфену, пінену й інших терпенів. Найбільше ефірної олії в коренях. Крім ефірної олії містяться також вільна валеріанова кислота, алкалоїди валерин і хатинін, леткі речовини, глікозид валерин, дубильні речовини, органічні кислоти, цукри. Препарати валеріани знижують збудливість центральної нервової системи і дають спазмолітичний ефект	3,20	☒
4	Підбіл	Мати-й-мачуха	Підбіл містить слизисті речовини, гіркий глікозид тусилагін, дубильні й інші речовини. У медичній практиці листки рослини застосовують при бронхітах, ларингітах, бронхостазах як відхаркувальний і протизапальний засіб, а також при шлунково-кишкових захворюваннях як в'язучий засіб	4,05	☒

Продовження табл. 2

Код препа-рату	Назва	Синоніми	Цілющі властивості	Ціна, грн	Наявність в аптеці
5	М'ята	Англійська м'ята, м'ята холодна	Використовують траву і листки, що містять ефірну олію, до складу якої входить ментол. Ефірної олії в листках до 4,4 %, у суцвіттях — до 6 %, у стеблах — до 0,3 %; ментолу в олії — до 65 %. Інші важливі компоненти: β -пінен, лімонен, цинеол, дипентен та інші терпеноїди	1,82	
6	Ромашка		Суцвіття ромашки містять ефірну олію, що складається з хамазулену, прохамазулену, сесквітерпенів, спиртів, каприлової кислоти, флавоноїдів, кумарину, ситостерину, холіну, каротину, аскорбінової кислоти, органічних кислот, поліцукрів	1,70	☒

Виробник	Адреса	Телефон
Фармак	м. Тернопіль, вул. Шевченка, 125, корп. 7	(0562)353032
Альба Україна	м. Київ 001, а/с 145	(044)4236851
Дарниця	м. Київ, вул. Червоноткацька, 5	+380677755991
Solvay	м. Вінниця, вул. 600-річчя, 25	(0432)523036

Код операції	Код препарату	Фірма-постачальник	Партія, кількість упаковок	Оптова ціна, грн	Дата доставки
1	1	Фармак	100	1,35	19-трав-2007
2	1	Альба Україна	150	1,90	25-трав-2007
3	2	Фармак	500	2,50	01-черв-2007
4	3	Фармак	350	5,01	01-черв-2007
5	5	Дарниця	500	3,96	07-лип-2007

Закінчення табл. 2

Код операції	Код препарату	Фірма-постачальник	Партія, кількість упаковок	Оптова ціна, грн	Дата доставки
6	4	Solvay	300	1,60	30-серп-2007
7	6	Альба Україна	100	6,30	01-вер-2007
8	4	Solvay	900	1,05	19-вер-2007

1. Кожна таблиця складається з однотипних рядків і має унікальне ім'я.

2. У кожному рядку фіксована кількість полів (стовпчиків) і значень (множинні поля і повторювані групи недопустимі). Таким чином, у кожній позиції таблиці на перетині рядка і стовпчика завжди або наявне одне значення, або немає жодного.

3. Рядки таблиці обов'язково відрізняються один від одного хоча б єдиним значенням, що дає змогу однозначно ідентифікувати будь-який рядок такої таблиці.

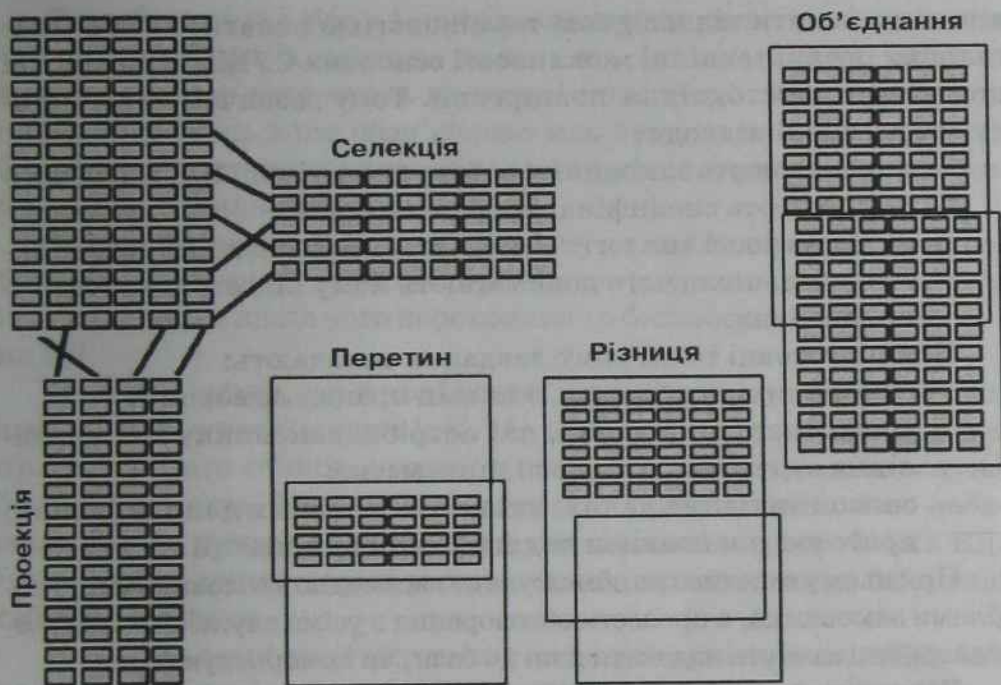
4. Стовпчикам таблиці присвоюють імена і в кожному з них розміщують однорідні значення даних (текст, цілі числа, малюнки тощо).

5. При виконанні операцій з таблицею її рядки і стовпчики можна обробляти в довільному порядку без урахування їхнього інформаційного змісту. Цьому сприяє наявність імен таблиць та їхніх стовпчиків, а також можливість виділення будь-якого їхнього рядка або набору рядків із вказаними ознаками (наприклад, антибактеріальні препарати для ін'єкцій).

Маніпулювання реляційними даними. Запропонувавши реляційну модель даних, Е.Ф. Кодд створив інструмент для зручної роботи з відношеннями — реляційну алгебру. Кожна операція цієї алгебри використовує одну або кілька таблиць (відношень) як її операнди¹ і генерує в результаті нову таблицю, тобто дає можливість “розрізувати” або “склеювати” таблиці (мал. 38).

Створено мови маніпулювання даними, які дають змогу реалізувати всі операції реляційної алгебри і практично будь-які їхні поєднання. Найпоширенішими серед них є SQL (структурована

¹ Операнд (*operand*) — 1) величина, якою оперують 2) аргумент операції; 3) частина машинної команди, що визначає об'єкт, яким оперують.



Мал. 38. Деякі операції реляційної алгебри

мова запитів) і QBE (query by example — запити за зразком). Обидві належать до мов високого рівня, за допомогою яких користувач вказує, які дані необхідно одержати, не уточнюючи при цьому процедуру їх одержання.

За допомогою єдиного запиту на кожній із цих мов можна об'єднати кілька таблиць у тимчасову таблицю та вирізати з неї необхідні рядки і стовпчики (селекція і проекція).

Приклад побудови БД "Склад — аптека"

Методично правильно починати роботу з олівцем та аркушем паперу в руках, не використовуючи комп'ютер. На початковому етапі він не потрібен. Неоптимальні рішення і прямі помилки, закладені на етапі проектування, досить важко усунути. Тому цей етап є основним.

Розроблення технічного завдання. Технічне завдання щодо проектування БД повинен надати замовник. Однак для цього

він має володіти відповідною термінологією і знати, хоча б у загальних рисах, технічні можливості основних СУБД. На жаль, на практиці такий підхід не поширений. Тому зазвичай використовують наступні підходи:

- демонструють замовнику роботу аналогічної БД, після чого погоджують специфікацію відмінностей;
- за відсутності аналогів з'ясовують коло завдань і потреб замовника, після чого допомагають йому підготувати технічне завдання.

При підготовці технічного завдання складають:

- список вихідних даних, з якими працює замовник;
- список вихідних даних, які потрібні замовнику для управління структурою свого підприємства;
- список вихідних даних, які не є важливими для замовника, проте які він повинен подати в інші організації.

При цьому важливо не обмежувати взаємодію з головними підрозділами замовника, а провести обговорення з усіма службами і підрозділами, які можуть надавати дані до бази, чи їх користувачами.

Розроблення структури БД. З'ясувавши основну частину даних, які замовник споживає або постачає, можна переходити до створення структури бази, тобто структури її основних таблиць. Робота починається зі складання генерального списку полів — він може нараховувати десятки і навіть сотні позицій.

Відповідно до типу даних, що розміщуються в кожному полі, визначають найоптимальніший тип для кожного поля. Розподіляють поля генерального списку по базових таблицях. На першому етапі розподіл здійснюють за функціональною ознакою.

Мета розподілу — забезпечити введення даних в одну таблицю, по можливості, в рамках одного підрозділу, а ще краще — на одному робочому місці.

У кожній із таблиць намічають ключове поле. Зазвичай вибирають поле, дані в якому повторюватися не можуть. Наприклад, для таблиці даних про препарати таким полем може бути індивідуальний код препарату. Якщо в таблиці відсутні поля, які можна було б використовувати як ключові, вводять додаткове поле "Лічильник" — воно не може містити даних, що повторюються, за визначенням.

За допомогою олівця і аркуша паперу креслять зв'язки між таблицями. Таке креслення називають схемою даних. Зв'язок між таблицями створюють на основі загального поля, причому в одній із таблиць воно обов'язково має бути ключовим, тобто на боці "один" виступає ключове поле, що містить унікальні значення, які не повторюються.

Розробленням схеми даних закінчується "паперовий" етап роботи над технічною пропозицією. Цю схему можна погоджувати із замовником, після чого переходити до безпосереднього створення БД.

Слід пам'ятати, що в ході розроблення проекту замовник неодмінно генеруватиме нові ідеї. На всіх етапах проектування він прагне охопити єдиною системою все нові і нові підрозділи і служби підприємства. Можливість гнучкого використання його побажань багато в чому визначається кваліфікацією розробника БД. Якщо схему даних складено правильно, підключати до бази нові таблиці неважко.

На цьому етапі завершується попереднє проектування БД, і на наступному етапі починається її безпосереднє розроблення. З цього моменту слід розпочинати роботу з СУБД.

Побудова інфологічної моделі. Для побудови інфологічної моделі даних слід визначити суть зв'язків та атрибуту.

Сутності таблиць:

- постачальники (фірми, що надають послуги з доставки препаратів);
- препарати (препарати та їх описання);
- закупівля (інформація про закупівлю).

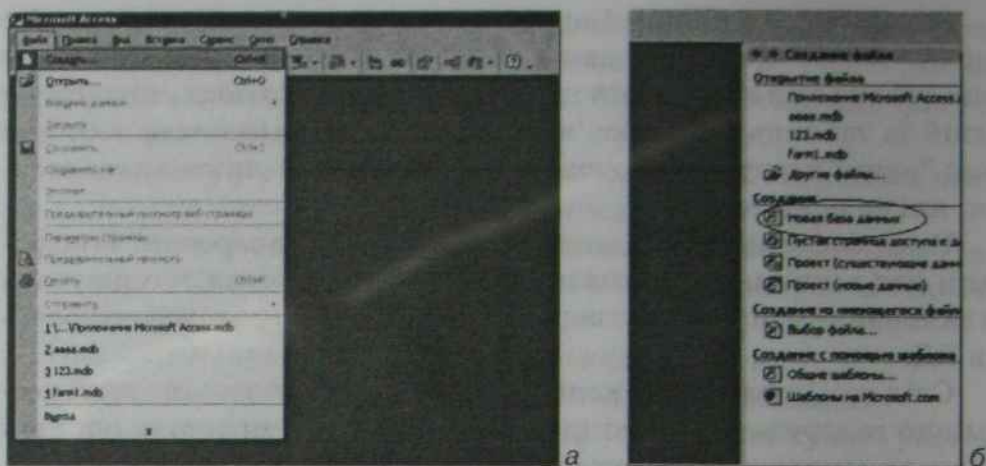
Атрибути кожної таблиці:

Постачальники:

- назва фірми;
- адреса;
- телефон.

Препарати:

- код препарату;
- назва;
- синоніми;
- форма випуску;



Мал. 39. Створення нової БД (пояснення в тексті)

- цілющі властивості;
- ціна (грн.);
- наявність у продажу.

Закупівля:

- код закупівлі;
- код препарату;
- фірма-постачальник;
- партія;
- оптова ціна (грн.);
- дата закупівлі.

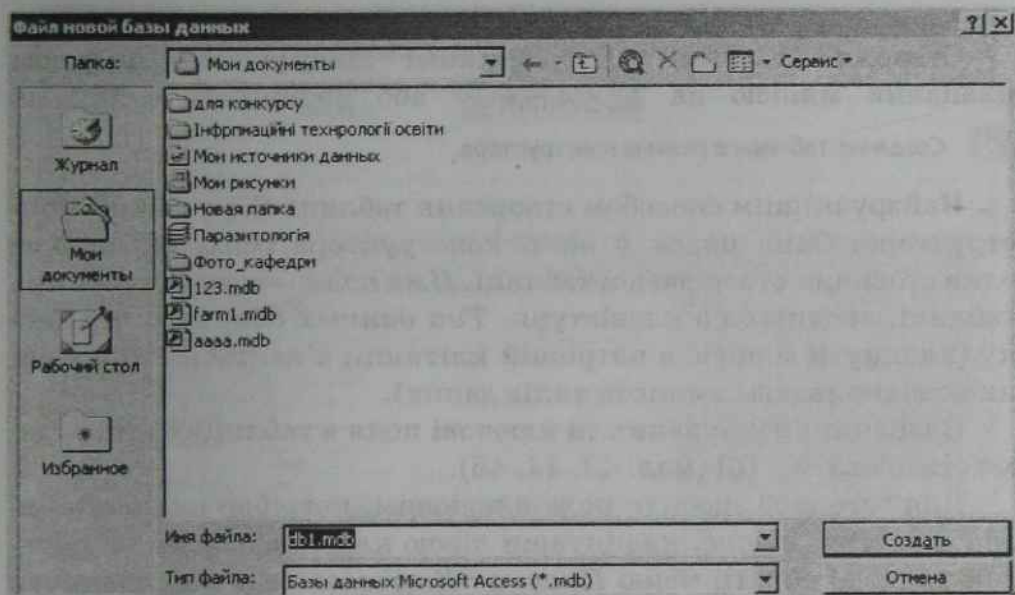
Для створення БД потрібно виконати певні кроки.

Крок 1

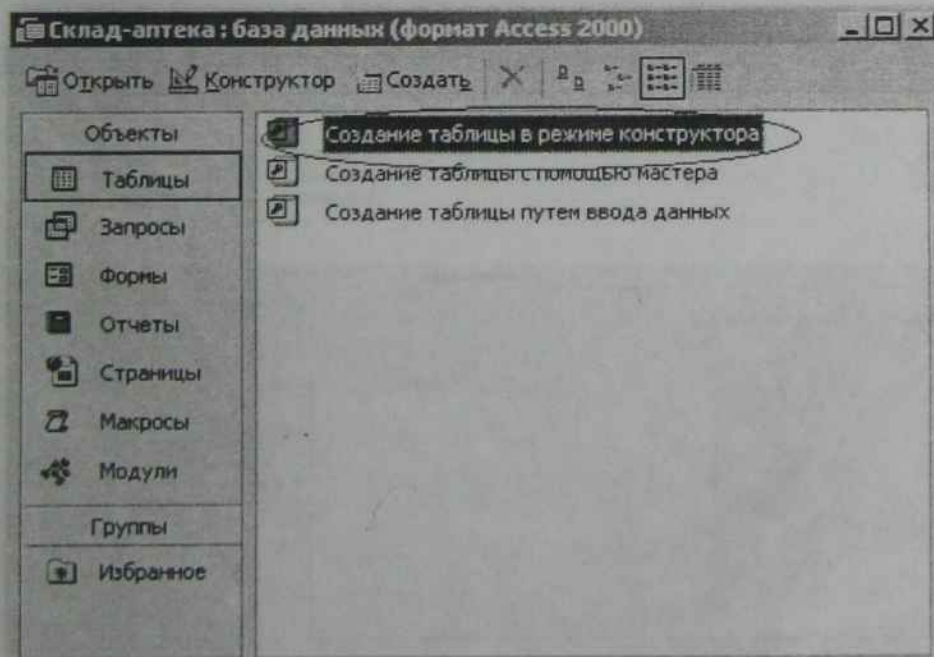
Завантажте програму MS Access. Для цього скористайтесь ярликом програми в меню *Пуск*, ярликом на робочому столі чи панелі швидкого запуску . У головному меню виберіть команду *Файл/Создать* (мал. 39, а). У правій частині вікна зі списку можливих для створення об'єктів вибираємо *Новая база данных* (мал. 39, б).

У нове вікно, що з'явиться, введіть назву вашої бази (мал. 40). У цьому разі — назву “Склад — аптека”.

Написавши назву, натисніть на *Создать*. З'явиться вікно БД, у якому відтворено основні об'єкти БД (мал. 41).



Мал. 40. Уведения назви БД



Мал. 41. Вікно БД

Крок 2

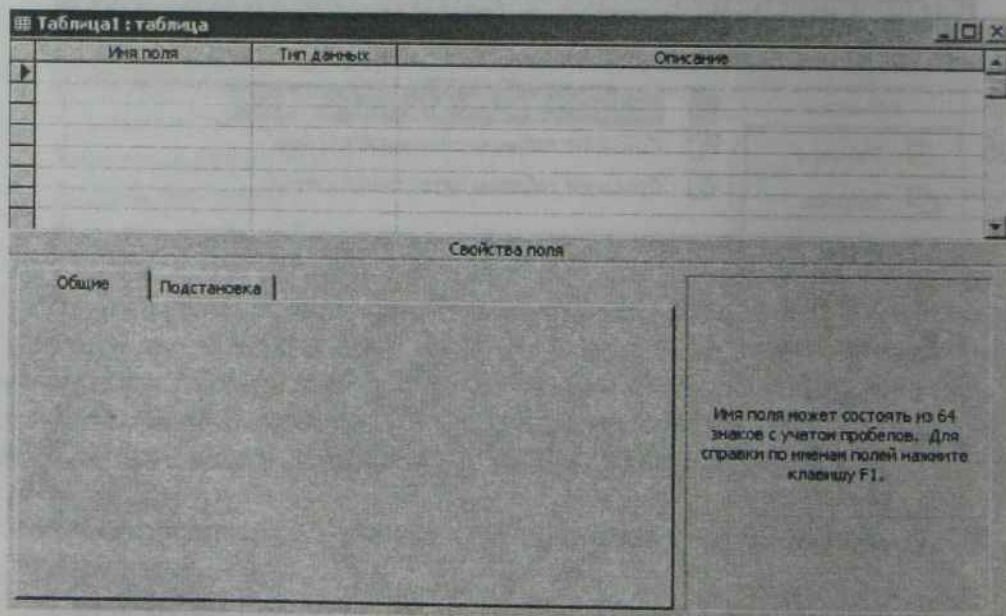
Створимо таблиці БД у режимі конструктора шляхом клацання мишею на  Конструктор або подвійного кліку на

 Создание таблицы в режиме конструктора.

Найзручнішим способом створення таблиць БД є режим конструктора. Один рядок у вікні конструктора (мал. 42) описує один стовпчик створюваної таблиці. *Имя поля* — назва стовпчика таблиці, вводиться з клавіатури. *Тип данных* обирають зі списку (клацнути мишею в потрібній клітинці; з'явиться стрілочка, якою відкривається список типів даних).

Визначимо типи даних та ключові поля в таблицях, які будемо створювати в БД (мал. 43, 44, 45).

Для того щоб зробити поле ключовим, потрібно виділити рядок, що описує поле, клацнувши лівою клавішею миші на початок рядка, і обрати меню *Правка* → *Ключевое поле* або клацнути мишею на піктограму із зображенням ключа на панелі інструментів . На мал. 44 поле “Назва фірми” є ключовим.



Мал. 42. Вікно конструктора таблиць

Постачальники : таблиця

Имя поля	Тип данных	Описание
☒ Наименование	Текстовый	
☐ Адреса	Текстовый	
☐ Телефон	Текстовый	
☐		
☐		
☐		
☐		

Свойства поля

Общие	Подстановка
Размер поля	255
Формат поля	
Маска ввода	
Подпись	
Значение по умолчанию	
Условие на значение	
Сообщение об ошибке	
Обязательное поле	Нет
Пустые строки	Нет
Индексированное поле	Да (Совпадения не допускаются)
Сжатие Юникод	Нет
Режим DME	Нет контроля
Режим предложений DME	Нет

Имя поля может состоять из 64 знаков с учетом пробелов. Для справки по именам полей нажмите клавишу F1.

Мал. 43. Таблица "Постачальники"

препарати : таблиця

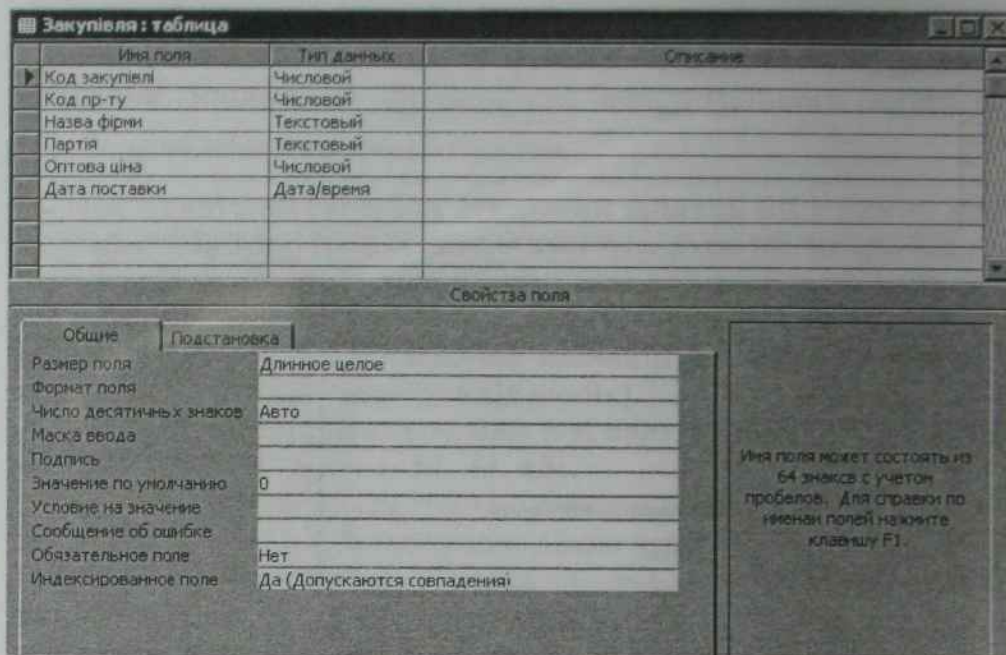
Имя поля	Тип данных	Описание
☒ Код пр-ту	Числовой	
☐ Наименование	Текстовый	
☐ Адреса	Текстовый	
☐ Форма выпуска	Текстовый	
☐ Целевое назначение	Поле MEMO	
☐ Цена (грн)	Числовой	
☐ Наличие у продавца	Логический	
☐		
☐		
☐		

Свойства поля

Общие	Подстановка
Размер поля	Двойное с плавающей точкой
Формат поля	
Число десятичных знаков	Авто
Маска ввода	
Подпись	
Значение по умолчанию	
Условие на значение	
Сообщение об ошибке	
Обязательное поле	Нет
Индексированное поле	Да (Совпадения не допускаются)

Имя поля может состоять из 64 знаков с учетом пробелов. Для справки по именам полей нажмите клавишу F1.

Мал. 44. Таблица "Препарати"



Мал. 45. Таблиця "Закупівля"

Крок 3

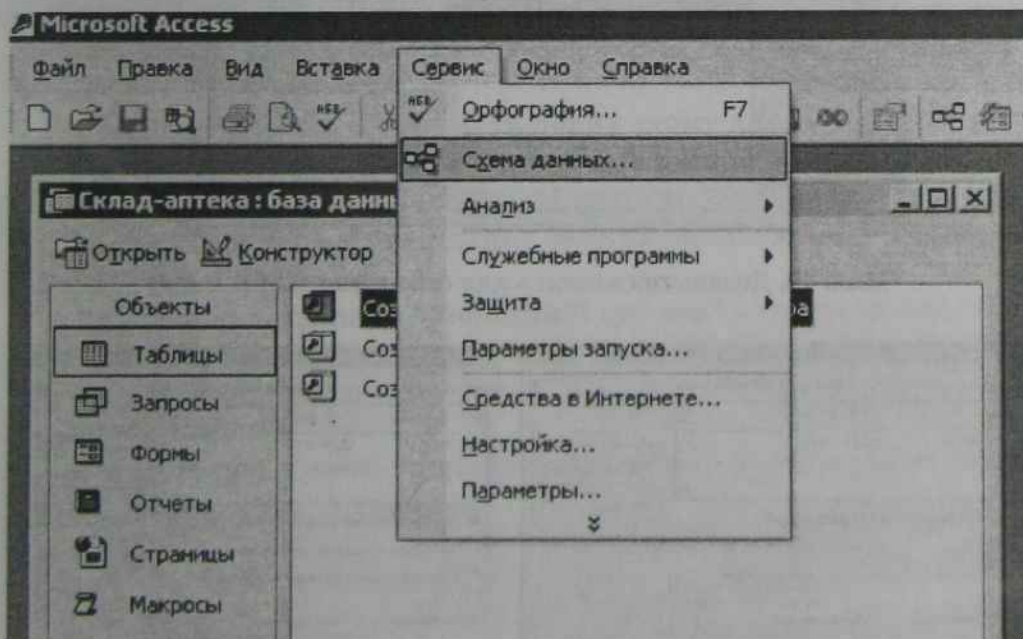
Наступним кроком у створенні БД є побудова даталогічної моделі БД. Для побудови даталогічної моделі даних розглянемо зв'язок між атрибутами сутностей і побудуємо цю модель (мал. 46).

Для створення зв'язків між таблицями (мал. 47) потрібно в головному меню БД вибрати *Сервис/Схема данных*. Виділяємо всі три таблиці і натискаємо на *Добавить*, а потім на *Закреть* (мал. 48).

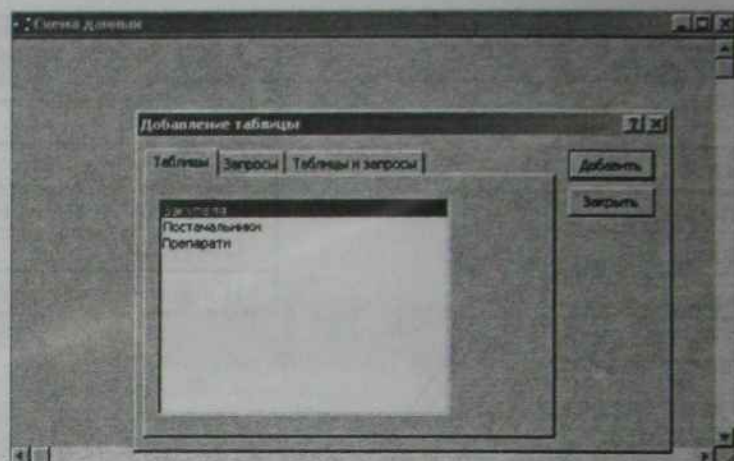
У вікні *Схемы данных* об'єднуємо таблиці. Щоб об'єднати дві таблиці, треба навести вказівник миші на ключове поле першої таблиці і перетягнути його лівою клавішею миші на відповідне поле другої таблиці (воно має таку саму назву, як ключове поле першої таблиці). Відкриється діалогове вікно *Изменение связей* (мал. 49), у якому вказано, між якими таблицями та полями буде встановлено зв'язок і тип зв'язку (один до багатьох або один до одного). У цьому вікні слід встановити прапорці забезпечення цілості даних, каскадного оновлення зв'язаних полів, каскадного видалення



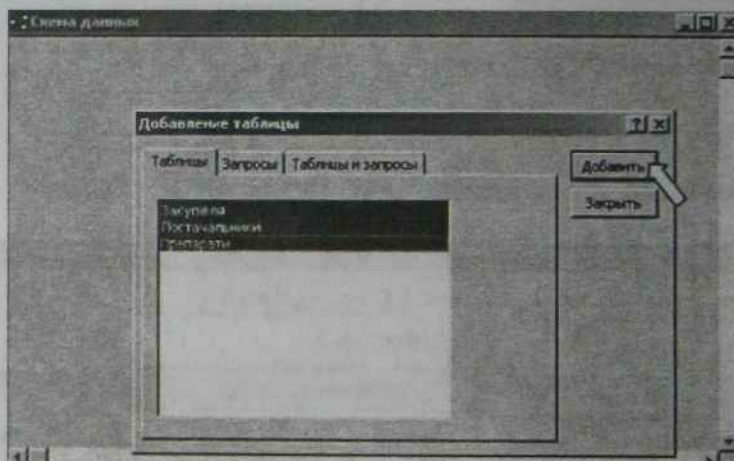
Мал. 46. Даталогічна модель БД “Склад — аптека”



Мал. 47. Створення міжтабличних зв'язків

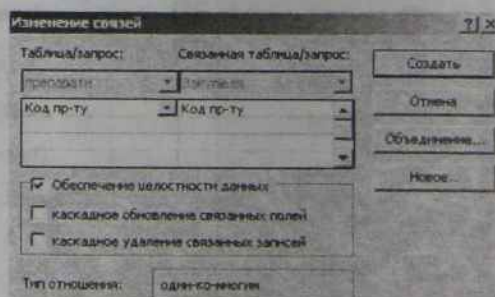
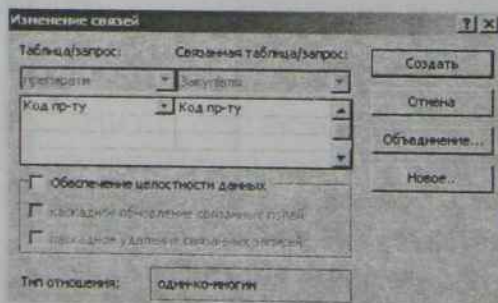


а)

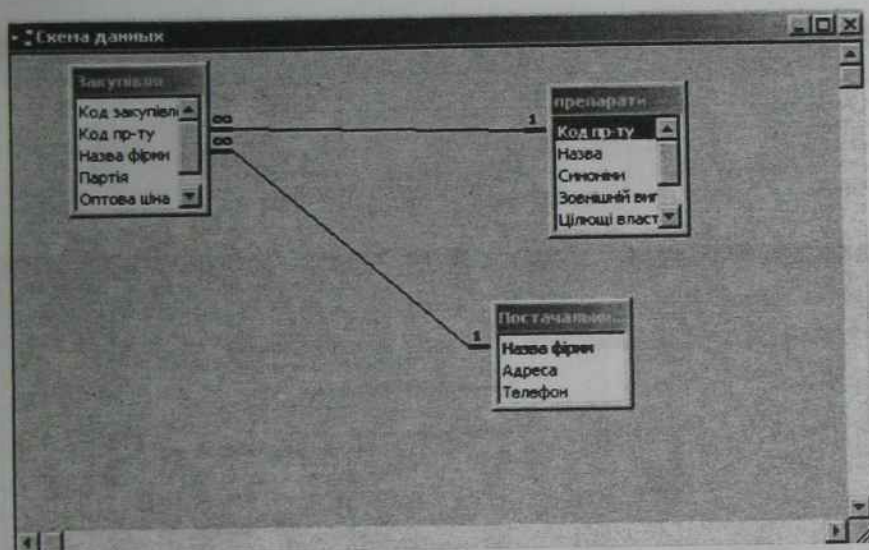


б)

Мал. 48. Додавання таблиць для створення схеми даних



Мал. 49. Зміна зв'язків



Мал. 50. Схема даних

зв'язаних записів. Натискаємо *Создать*. Об'єднуємо поле "Код препарату" таблиці "Закупівля" із полем з такою самою назвою таблиці "Препарати". Аналогічно об'єднуємо поле "Назва фірми" таблиці "Закупівля" з полем "Назва фірми" таблиці "Постачальники".

У результаті маємо отримати певну схему даних (мал. 50).

Зберігаємо схему даних і закриваємо вікно.

Крок 4

Після створення схеми даних можна заповнювати відповідні таблиці (мал. 51).

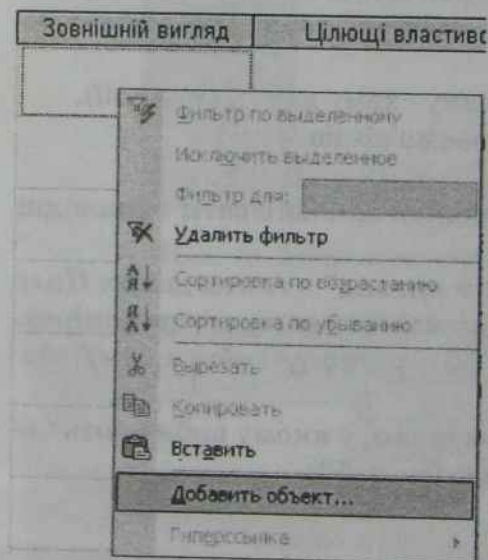
Для заповнення поля "Зовнішній вигляд" з типом даних *Поле объекта OLE* слід клацнути правою клавішею миші по комірці. З'явиться контекстне меню (мал. 52), у якому вибирають *Добавить объект*.

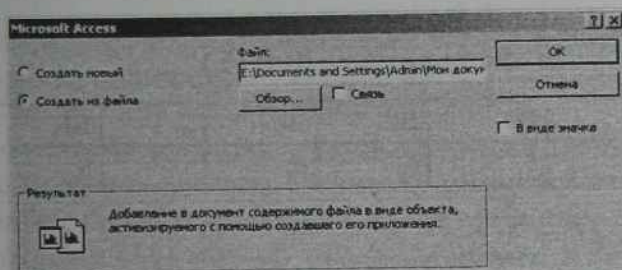
У результаті з'явиться діалогове вікно, у якому вибирають *Создать из файла* та натискають *Обзор* (мал. 53).

Постачальники: таблиця			
	Назва фірми	Адреса	Телефон
*	Sohau	м. Вінниця, вул. 600-річчя, 25	(0432) 523036
*	Альба Україна	м. Київ 001, а/с 145	(044) 4236851
*	Дарниця	м. Київ, вул. Червоногвардійська 5	380677755991
*	Литзави	м. Житомир, Київська шосе, 21	(0412) 496-184; (0412) 427-261
*	ТОВ "Ліктравін-Чай"	10001, Україна, м. Житомир, Київська шосе, 21	(0412) 36-63-84
*	Фармак	м. Тернопіль, вул. Шевченка, 125, корп. 7	(0562) 353032

Препарати: таблиця						
Код пр-ту	Назва	Синоніми	Зовнішній вигляд	Цілющі властивості	Ціна, грн	Наявність у продажу
*	Глід			Використовують квітки і плоди. У плодах – органічні...	1,62	☐
*	2 Бессмертник	Цицвін пісковий, суцвієт	Точковий рисунок	Використовують квіткові кошики з верхніми...	2,53	☒
*	3 Валеріана		Точковий рисунок	Кореневища і корені валеріани містять 0,5–2%...	3,2	☒
*	4 Підбіл	Мати-й-мачуха	Точковий рисунок	Підбіл містить сильніші речовини, гіркий...	4,05	☒
*	5 М'ята	Англійська м'ята, м'ята холодна		Використовують траву і листя, що містять ефірну...	1,82	☐
*	6 Ромашка			Суцвіття ромашки містять ефірну олію, що...	1,7	☐
*	7 ШЛУНКОВИЙ ЗБІР №3		Пакет	Компоненти збору містять антраглікозиди, вільні...	2,7	☒

Мал. 51. Заповнення таблиць "Постачальники" і "Препарати"

Мал. 52. Контекстне меню комірки з типом даних *Поле об'єкта OLE*



Закупівля: таблиця

	Код закупівлі	Код препарату	Фірма-постачальник	Партія	Оптова ціна, грн	Дата поставки
		1 Валеріана	Фармак	500	2,5	19.05.2007
		2 Глід	Фармак	100	1,35	19.05.2007
		3 Глід	Альба Україна	100	1,33	25.05.2007
		4 Безсмертник	Альба Україна	150	1,9	01.06.2007
		5 Підбіл	Фармак	350	5,01	05.07.2007
		6 М'ята	Дарниця	500	3,96	25.07.2007
		7 Валеріана	Solva	900	1,05	30.08.2007
		8 Ромашка	Solva	300	1,6	19.09.2007
		9 Глід	Дарниця	110	1,32	20.09.2007
*		0				

Мал. 53. Заповнення таблиці "Закупівля"

Матричні моделі фармацевтичних розрахунків

Модель розрахунку приготування суміші

Вихідними даними для розв'язання задачі приготування суміші є такі величини (табл. 3, 4):

- M — кількість суміші, яку готують (мг; г; кг);
- N — кількість компонентів суміші.

Таблиця 3. Склад вихідних компонентів,
із яких формується суміш

Компоненти	B1	B2	B3	...	BN
Компонент 1	a_{11}	a_{21}	a_{31}	...	a_{N1}
Компонент 2	a_{12}	a_{22}	a_{32}	...	a_{N2}
Компонент 3	a_{13}	a_{23}	a_{33}	...	a_{N3}
... ..	...	...	...	...	...
Компонент N	a_{N1}	a_{N2}	a_{N3}	...	a_{NN}

Примітка: a_{ij} — концентрація речовини i в компоненті j (мг; г; кг; %).

вона не має рішень. Якщо спільна система рівнянь має єдине рішення, вона називається визначеною. Невизначена система рівнянь — та, що має більше одного рішення.

Дві системи рівнянь є рівноважними, або еквівалентними, якщо вони мають ту саму множину рішень. Система, рівноважна даній, може бути отримана за допомогою елементарних перетворень. Систему (18) можна також записати у вигляді матричного рівняння:

$$A \times X = B \quad (19),$$

де A — матриця коефіцієнтів при змінних, або матриця системи;

$$\begin{pmatrix} a_1 & a_2 & \dots & a_{1n} \\ a_2 & a_2 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_n \end{pmatrix}$$

X — матриця-стовпчик (вектор) невідомих;

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix}$$

B — матриця-стовпчик (вектор) вільних членів.

$$\begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_n \end{pmatrix}$$

У розгорнутому вигляді систему (19) можна представити в такий спосіб:

$$\begin{pmatrix} a_1 & a_2 & \dots & a_{1n} \\ a_2 & a_2 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_n \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_n \end{pmatrix}.$$

Існує кілька методів розв'язання системи (18), орієнтованих на обчислення вручну: методи Крамера, Гаусса тощо. У разі використання комп'ютера для проведення обчислень доцільно розглянути розв'язання системи (18) у загальному вигляді (метод зворотної матриці). Будемо вважати, що квадратна матриця системи A_{nn} є невивродженою, тобто її визначник $|A| \neq 0$. У цьому разі існує зворотна матриця A^{-1} .

Помноживши ліворуч обидві частини матричної рівності (19) на обернену матрицю A^{-1} , одержимо:

$$A^{-1} \times A \times X = A^{-1} \times B;$$

$$E \times X = A^{-1} \times B;$$

$$E(X=X).$$

Отже, розв'язування системи методом зворотної матриці матиме вигляд матриці-стовпчика:

$$X = A^{-1} \times B.$$

Таким чином, для розв'язання системи (19) (обчислення вектора X) потрібно розрахувати зворотну матрицю коефіцієнтів і помножити її праворуч на вектор вільних членів.

Приклад 1. Нехай потрібно розв'язати систему:

$$\begin{cases} 3x + 2b = 7; \\ 4x - 5b = 40. \end{cases}$$

Розв'язок:

1. Уведіть матрицю A (у цьому разі розмірами 2×2) у діапазон $A1:B2$:

$$A = \begin{pmatrix} 3 & 2 \\ 4 & -5 \end{pmatrix}.$$

Вектор $B=(7,40)$ уведіть у діапазон $C1:C2$.

2. Розрахуйте зворотну матрицю A^{-1} . Для цього:

- виділіть блок комірок під зворотну матрицю. Наприклад, виділіть блок $A3:B4$ (лівою клавішею миші);
- натисніть на панелі інструментів *Стандартная Вставка функции*;

- у діалоговому вікні *Мастер функций* у робочому полі *Категория* виберіть *Математические*, а в робочому полі *Функция* — ім'я функції *МОБР*. Після цього натисніть на *ОК*;
- діалогове вікно *МОБР* мишею відсуньте вбік від вихідної матриці та введіть діапазон вихідної матриці *A1:B2* у робоче поле *Массив* (лівою клавішею миші). Натисніть *Ctrl+Shift+Enter*;
- якщо зворотна матриця не з'явилася в діапазоні *A3:B4*, то варто клацнути мишею в *Строчке формул* і повторити натиснення *Ctrl+Shift+Enter*.

У результаті в діапазоні *A3:B4* з'явиться зворотна матриця:

$$\begin{pmatrix} 0,2117391 & 0,086957 \\ 0,173913 & -0,13043 \end{pmatrix}.$$

3. Шляхом множення зворотної матриці A^{-1} на вектор B обчисліть вектор X . Для цього:

- виділіть блок комірок під вектор X . Її розмірність — $m \times r$, у цьому прикладі — 2×1 . Наприклад, виділіть блок комірок *C3:C4* (лівою клавішею миші);
- натисніть на панелі інструментів *Стандартная Вставка функции*;
- у діалоговому вікні *Мастер функций* у робочому полі *Категория* виберіть *Математические*, а в робочому полі *Функция* — ім'я функції *МУМНОЖ*, натисніть на *ОК*;
- діалогове вікно *МУМНОЖ* мишею відсуньте вбік від вихідних матриць і введіть діапазон зворотної матриці A^{-1} *A3:B4* у робоче поле *Массив 1* (лівою клавішею миші), а діапазон матриці B *C1:C2* — у робоче поле *Массив 2*. Після цього натисніть *Ctrl+Shift+Enter*;
- якщо вектор X не з'явився в діапазоні *C3:C4*, то варто клацнути мишею на *Строчку формул* і повторити натискання *Ctrl+Shift+Enter*.

У результаті в діапазоні *C3:C4* з'явиться вектор X . Причому $X=5$ перебуватиме в комірці *C3*, а $B=-4$ — у комірці *C4*.

Оптимізаційні задачі у фармації

Історія розвитку теорії оптимізації

Проблеми виявлення найкращого серед певної множини варіантів вирішувані. Найкращий варіант називають *оптимальним* (від лат. *optimus* — найкращий, досконалий). Щоб визначити оптимальний серед множини різних варіантів, доводиться розв'язувати задачі на знаходження максимуму чи мінімуму певних показників, тобто найвищих чи найнижчих значень деяких величин. Обидва ці поняття — *максимум* і *мінімум* — об'єднують єдиним терміном "*екстремум*" (від лат. *extremum* — крайній). Задачі на знаходження максимуму чи мінімуму певних величин називають *екстремальними задачами*. Методи дослідження та розв'язування різних типів екстремальних задач становлять основу теорії оптимізації.

З розвитком виробництва в умовах обмеженості земних ресурсів стають актуальними задачі на визначення оптимального використання корисних копалин, енергії, матеріалів, робочого часу, управління фізичними, хімічними, біологічними, технологічними, економічними та іншими складними процесами. До таких задач можна віднести, наприклад, задачі про організацію виробництва ліків з метою отримати максимальний прибуток при заданих обмеженнях на ресурси, організацію перевезень ліків з бази до аптеки з мінімальною сумарною вартістю, раціон харчування, раціональне використання сировини, швидке нагрівання або охолодження металу до заданої температури тощо.

Перші задачі на екстремум з'явилися понад 2500 років тому. Багато істориків вважають найдавнішою серед екстремальних задач задачу Дідони. Фінікійська царівна Дідона, рятуючись від переслідувань свого брата, пішла на захід уздовж берегів Середземного моря шукати собі притулку (згідно з поемою римського поета Вергілія "Енеїда" усе це сталося в IX столітті до нашої ери). На узбережжі Туніської затоки Дідона вела переговори з місцевим ватажком Ярбом про продаж землі, що їй сподобалась. Попросила вона землі небагато — стільки, скільки можна оточити бичачою шкірою. Царівні вдалося вмовити Ярба. Тоді Дідона порізала шкіру бика на дрібні стрічки, зв'язала їх і оточила велику

територію, на якій заснувала фортецю, а біля неї — місто Карфаген. Скільки ж землі можна оточити бичачою шкірою? У сучасному математичному формулюванні ця проблема має такий вигляд: *серед плоских замкнених кривих заданої довжини слід знайти криву, яка охоплює найбільшу площу*. Ця задача отримала назву задачі Дідони або класичної ізопериметричної задачі (ізопериметричні фігури — це фігури з однаковим периметром). Крива, яка є її розв'язком, — коло. Вергілій при описі дій Дідони використав дієслово “circumdare” (оточувати), корінь якого “circus” означає “коло”. Отже, можна припустити, що класичну ізопериметричну задачу сама Дідона розв'язала правильно.

Цю проблему досліджували грецькі філософи ще в V столітті до нашої ери. Про неї писав великий Арістотель. Задачі на екстремум зустрічаються ще в “Началах” Евкліда, у творах Архімеда, Герона, Аполлонія та інших античних математиків і філософів. В епоху Відродження (XIV—XVI століття), коли значно активізувалась наукова діяльність, задачі на знаходження екстремумів привертають увагу багатьох учених. Довгий час (до другої половини XVII століття) не існувало ніяких загальних прийомів розв'язування задач на екстремум. Прагнення їх знайти значною мірою стимулювало розвиток математичного аналізу. Перший загальний метод дослідження задач на екстремум відкрив П. Ферма. Сучасною мовою його можна сформулювати так: *у точці екстремуму деякої функції однієї змінної похідна дорівнює нулю, тому екстремуми слід шукати серед коренів похідної*. Цей результат включено зараз до шкільного курсу математики під назвою “теорема Ферма”. Фактично Ферма описав цей прийом лише для алгебраїчних багаточленів. У XVIII столітті швейцарський математик, фізик, механік та астроном Леопард Ейлер і французький математик та механік Жозеф Луї Лагранж розробили методи розв'язування екстремальних задач з цільовими функціями від кількох змінних без обмежень на аргументи та з обмеженнями за типом рівностей. Основним серед таких методів є метод множників Лагранжа, який нині входить до програми кожного математичного курсу вищих навчальних закладів. Пізніше ці дослідження було доповнено методами розв'язування задач, у яких обмеження на аргументи задаються як рівностями, так і нерів-

ностями. До середини 30-х років XX століття більшість учених вважали, що проблематика задач на екстремум практично вичерпана. Усе змінилося, коли в 1939 році до професора Л.В. Канторовича прийшли на консультацію представники фанерного тресту і запропонували до його уваги кілька задач, що виникли у них на виробництві. При математичній формалізації з'ясувалось, що це задачі на знаходження екстремуму лінійної функції на множині точок багатогранника. Перебрати всі вершини багатогранника було майже неможливо у зв'язку з їх великою кількістю. Л.В. Канторович дослідив такі задачі та запропонував метод їх розв'язування, заклавши основи нового напрямку в теорії екстремальних задач — *лінійного програмування*. Термін "лінійне програмування" з'явився в середині 40-х років XX століття в працях Т.Ч. Купманса. Для прикладу сформулюємо в загальному вигляді дві задачі лінійного програмування: транспортну задачу та задачу про оптимальний план виробництва продукції.

Транспортна задача. Нехай запас лікарських засобів перебуває на кількох базах і ці засоби потрібно доставити до кількох аптек. Відомі запаси лікарських засобів на базах, потреби в них кожної аптеки, а також вартість перевезень між базами й аптеками. Необхідно скласти такий план перевезень (вказати, яку кількість лікарських засобів потрібно перевезти з кожної бази до кожної аптеки), щоб сумарна вартість перевезень була мінімальною.

Задача про оптимальний план виробництва продукції. Хіміко-фармацевтичний завод виробляє продукцію кількох видів. Задано витрати на одиницю продукції кожного типу, прибуток від її реалізації, обсяг наявних ресурсів та обмеження на обсяг виробництва кожного типу продукції. Необхідно скласти такий план виробництва, який з урахуванням обмежень на ресурси і обсяг випуску кожного типу продукції забезпечував би найбільший загальний прибуток. Методи лінійного програмування набули широкого застосування на практиці. Зокрема за розроблення математичних методів та їх упровадження в економіку Л.В. Канторович та американський економіст Т.Ч. Купманс у 1975 році стали лауреатами Нобелівської премії. Значний внесок у розвиток зазначених напрямів теорії оптимізації зробили також українські вчені В.М. Глушков, В.С. Міхалевич, Ю.М. Єрмольєв, Б.М. Пше-

ничний, Н.З. Шор та ін. Значна кількість подібних задач виникла в хімічній промисловості, у фармацевтичній галузі тощо.

Постановка задачі оптимізації. Основні поняття

Математичний опис мети, якої слід досягти при розв'язуванні реальної задачі, називають *цільовою функцією* Z , що часто визначають як критерій якості або критерій ефективності. Обмеження, що відтворюють, як правило, дефіцит відповідних ресурсів або умови, за яких відбувається певний процес, визначають деяку множину X значень величин, від яких залежить цільова функція і які задовольняють усі умови задачі. Ця множина значень утворює *допустиму множину задачі*.

Екстремальна задача в математичному поданні є задачею обчислення екстремуму (мінімуму чи максимуму) деякої функції Z на деякій множині X . Серед екстремальних задач виділяють задачі мінімізації і задачі максимізації.

Задачу мінімізації (максимізації) записують так:

$$Z \rightarrow \min (\max), x \in X \quad (20),$$

де функція Z — цільова функція; X — допустима множина.

Формалізація екстремальної задачі полягає в точному визначенні її основних елементів: функції $Z(x)$ і множини X .

У найпростішому випадку однієї змінної x локальний максимум і мінімум функції визначається наступним чином. Функція $Z(a)$, визначена при $x=a$, має в точці a (локальний) мінімум або (локальний) максимум $Z(a)$, якщо існує таке додатне число δ , яке при всіх $\Delta x = x - a$, для яких виконується нерівність $0 < \Delta x < \delta$ та існує значення $Z(a + \Delta x)$, відповідно:

$$\Delta Z = Z(a + \Delta x) - Z(a) < 0$$

або

$$\Delta Z = Z(a + \Delta x) - Z(a) > 0.$$

Зазначимо, що визначення локального максимуму чи мінімуму підкреслює той факт, що поняття екстремуму пов'язане лише з досить малим околom точки a . При розв'язанні оптимізаційних задач важливо знайти не локальні екстремуми, а глобальний максимум чи глобальний мінімум (найбільше або найменше значення) функції на множині X .

Якщо цільова функція, яка оптимізується, і обмеження лінійні, завдання оптимізації вирішують методами лінійного програмування і зазвичай називають *задачею лінійного програмування*.

Задача лінійного програмування полягає в знаходженні n змінних $x_1, x_2, \dots, x_n$, які мінімізують (або максимізують) дану лінійну цільову функцію

$$Z=f(x_1, x_2, \dots, x_n)=c_1x_1+c_2x_2+\dots+c_nx_n \quad (21)$$

при лінійних обмеженнях-рівностях

$$a_{i1}x_1+a_{i2}x_2+\dots+a_{in}x_n=A_i, \text{ де } i=1, 2, \dots, k \quad (22)$$

і лінійних обмеженнях-нерівностях

$$A_{j1}x_1+A_{j2}x_2+\dots+A_{jn}x_n \geq B, \text{ де } j=1, 2, \dots, m \quad (23).$$

Допустимим розв'язком задачі лінійного програмування є впорядкована множина чисел $(x_1, x_2, \dots, x_n)$, що задовольняють обмеження (22) і (23). Це точка в n -мірному просторі. Найчастіше оптимальний розв'язок, якщо він існує, є єдиним. Однак можливі випадки, коли оптимальних розв'язків безліч.

Задача про оптимальний план виробництва продукції

Хіміко-фармацевтичний завод виробляє продукцію n видів і для її виготовлення використовується m видів ресурсів. Позначимо через a_{ij} витрати i виду ресурсів ($1 \leq i \leq m$) на виробництво одиниці продукції j виду ($1 \leq j \leq n$), через b_i — наявні ресурси i виду ($1 \leq i \leq m$), c_j — прибуток, що одержує підприємство від реалізації одиниці продукції j виду ($1 \leq j \leq n$), а через d_j, D_j — задані нижню і верхню межі обсягів виробництва j виду продукції.

Потрібно скласти такий план $x=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ виробництва, щоб за наявних ресурсів задовольнити задані обмеження на випуск кожного виду продукції і водночас забезпечити якомога більший загальний прибуток. Математична модель задачі має вигляд

$$f(x)=\sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max$$

за умов

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, \quad 1 \leq i \leq m,$$

$$d_j \leq x_j \leq D_j, \quad 1 \leq j \leq n.$$

Транспортна задача

Запаси лікарських засобів розподілено на кількох базах і ці засоби потрібно доставити до кількох аптек. Відома вартість перевезень засобів між базами й аптеками. Задача полягає в тому, щоб визначити, яку кількість лікарських засобів потрібно перевезти з кожної бази до кожної аптеки, щоб забезпечити їх потреби з мінімальними затратами на перевезення. Нехай:

m — кількість баз постачання;

n — кількість аптек;

a_i — кількість одиниць необхідних лікарських засобів на i базі постачання ($1 \leq i \leq m$);

b_j — потреба j аптеки ($1 \leq j \leq n$) у лікарських засобах (у тих самих одиницях);

c_{ij} — вартість перевезення одиниці лікарських засобів з i бази постачання до j аптеки.

Позначимо x_{ij} кількість одиниць лікарських засобів, яку заплановано перевезти з i бази постачання до j аптеки. Тоді вартість перевезення препарату становить

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

і її потрібно мінімізувати. При цьому на змінні x_{ij} накладають такі обмеження:

а) $x_{ij} \geq 0, 1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n$;

б) $\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, 1 \leq j \leq n$ (слід повністю задовольнити потреби всіх аптек);

в) $\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq a_i, 1 \leq i \leq m$ (обсяг продукції, яку вивозять з баз, не повинна перевищувати наявні на них запаси).

Задача про призначення

Нехай для виконання n різних робіт на деякому фармацевтичному заводі виділено n працівників, причому за кожним видом роботи можна закріпити лише одного працівника. Відома ефективність c_{ij} виконання i роботи j працівником, $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, n}$. Причому при закріпленні працівників за роботами загальна ефективність виконання робіт має бути найвищою.

Якщо ввести змінні x_{ij} , $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, n}$, які визначають за формулою

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } i - \text{та робота закріплена за } j - \text{м працівником} \\ 0, & \text{у протилежному випадку,} \end{cases}$$

то математична модель задачі буде такою: треба знайти максимум лінійної форми

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

за умов

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \quad i = \overline{1, n},$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \quad j = \overline{1, n},$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}, \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, n}.$$

Цільова функція виражає загальну ефективність виконання робіт. Перше обмеження задачі означає, що за кожною i роботою закріплений один працівник, а друге обмеження — кожний j працівник закріплений за однією роботою.

Задача про раціон

Для збереження здоров'я і працездатності людина повинна споживати за добу певну кількість поживних речовин — білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, води тощо. Відомі кількості одиниць кожної поживної речовини, що міститься в кожному виді їжі, мі-

німальна добова потреба в кожній поживній речовині, а також вартість одиниці кожного виду їжі. Задача полягає в тому, щоб скласти добовий раціон, який задовольнить мінімальні потреби в поживних речовинах. Загальна вартість раціону при цьому має бути найнижчою.

Нехай:

m — кількість поживних речовин, що містяться в їжі;

n — кількість видів їжі;

a_{ij} — кількість одиниць i поживної речовини, яка міститься в одиниці їжі j виду, $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$;

b_i — мінімальна добова потреба в i поживній речовині, $i = \overline{1, m}$;

c_j — вартість одиниці їжі j виду, $j = \overline{1, n}$.

Якщо x_j — кількість одиниць їжі, що планується використати в добовому раціоні, то математична модель задачі буде такою: треба знайти мінімум лінійної функції

$$f(x) = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

за умов

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq b_i, \quad i = \overline{1, m}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = \overline{1, n}.$$

Задача про сплав

У хімічній лабораторії заводу потрібно виплавити сплав, що містить m хімічних елементів у відповідному співвідношенні $a_i\%$ ($1 \leq i \leq m$). Припустимо, що в розпорядженні лабораторії є n різних сплавів, кожний j сплав містить $s_{ij}\%$ i хімічного елементу ($1 \leq j \leq n$, $1 \leq i \leq m$) і може бути використаний для виробництва нового сплаву. Ціна одного кілограма j сплаву — c_j грн. ($1 \leq j \leq n$). Завдання полягає в тому, щоб визначити, яку кількість кожного сплаву потрібно витратити на кожний кілограм нового сплаву, щоб він був найдешевшим.

Позначивши шукані величини як x_j , отримуємо таку цільову функцію

$$f(x) = \sum_{j=1}^n c_j x_j,$$

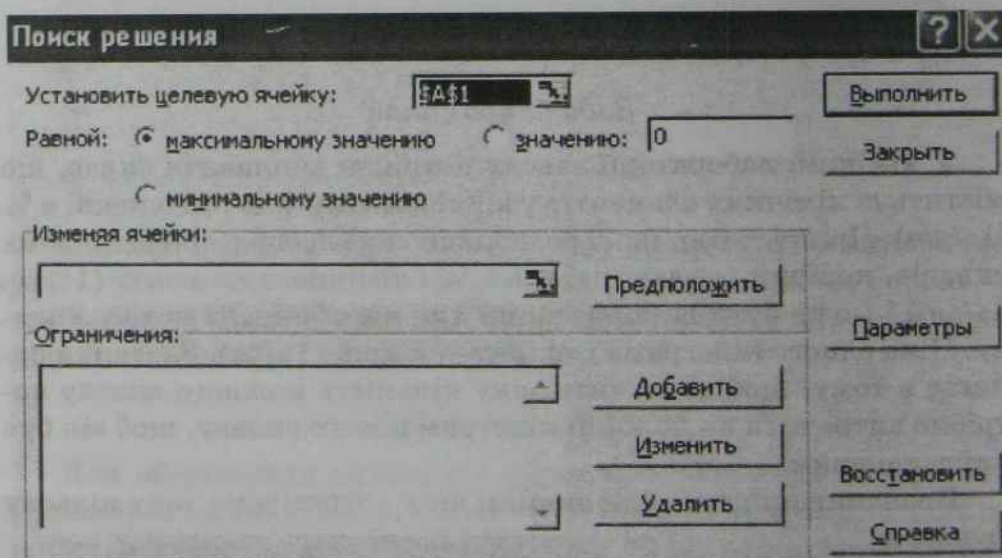
яку треба мінімізувати при такій системі обмежень:

$$\sum_{j=1}^n s_j x_j = a, \quad 1 \leq i \leq m, \quad x_j \geq 0, \quad 1 \leq j \leq n.$$

Розв'язування задач оптимізації за допомогою табличного процесора

У редакторі електронних таблиць MS Excel розв'язування оптимізаційних задач забезпечується пакетом розширення Solver ("Пошук розв'язку"), за допомогою якого можна розв'язувати задачі лінійного і нелінійного програмування. При зверненні до процедури "Пошук розв'язку" (Сервис/Поиск решения) відкривається діалогове вікно *Поиск решения* (мал. 54).

Дамо коротку характеристику кожному з полів. *Установить целевую ячейку* — поле, у якому вказується комірка цільова, значення якої необхідно максимізувати, мінімізувати або прирівняти до заданого числа. Ця комірка має містити формулу. *Равной* — поле, яке служить для вибору варіанта оптимізації значення цільової комірки (максимізація, мінімізація або підбір заданого числа). Щоб встановити число, потрібно ввести його в поле. *Из-*



Мал. 54. Діалогове вікно *Поиск решения*

меняя ячейки — поле, у якому вказано комірки, значення яких змінюються в процесі пошуку розв'язку доти, поки не буде виконано накладені обмеження та умова оптимізації, зазначена в полі *Установить целевую ячейку*. *Предположить* — поле, що використовується для автоматичного пошуку комірок, які впливають на формулу, посилення на яку зафіксовано в полі *Установить целевую ячейку*. Результат пошуку відтворюється в полі *Изменяя ячейки*. *Ограничения* — поле, яке служить для відтворення списку обмежень поставленої задачі. *Добавить* — кнопка, яка відкриває діалогове вікно *Добавить ограничение*. *Изменить* — кнопка, яка відкриває діалогове вікно *Изменить ограничение*. *Удалить* — кнопка, яка вилучає вказане обмеження. *Выполнить* використовується для запуску пошуку розв'язку поставленої задачі. *Закрыть* — кнопка, яка закриває діалогове вікно без запуску пошуку розв'язку поставленої задачі. При цьому зберігаються настройки, зроблені в діалогових вікнах, які з'являлися після натиснення на *Параметры*, *Добавить*, *Изменить* або *Удалить*. *Параметры* — кнопка, що відкриває вікно *Параметры поиска решения*, у якому можна завантажити або зберегти оптимізувальну модель і вказати передбачені варіанти пошуку розв'язку. *Восстановить* — кнопка, яка служить для очищення полів діалогового вікна *Поиск решения* і відновлення значень параметрів пошуку розв'язку.

Розглянемо детальніше процедуру знаходження розв'язку на прикладі розв'язування задачі про оптимальний план виробництва продукції.

Приклад 1. В аптеці виготовляють препарати трьох видів (препарат А, препарат В і препарат С) з використанням при виготовленні компонентів трьох видів (компонент І, компонент ІІ і компонент ІІІ; табл. 5).

Таблиця 5. Витрати компонентів при виготовленні препаратів

Компонент	Препарат А	Препарат В	Препарат С
Компонент І, г	20	50	10
Компонент ІІ, г	20	0	40
Компонент ІІІ, г	20	10	10

Вартість виготовлення препаратів однакова і становить 10 грн. Щодня в аптеку надходить 5 кг компонента І і по 4 кг компонентів ІІ і ІІІ. Потрібно розрахувати оптимальне співвідношення денного виробництва препаратів різного виду, якщо виробничі потужності аптеки дають змогу використати весь запас компонентів, що надійшли. Спочатку створюємо математичну модель задачі: x_1 — денний випуск препарату А; x_2 — денний випуск препарату В; x_3 — денний випуск препарату С.

Побудуємо цільову функцію, яка відтворює вартість виготовлених аптекою препаратів:

$$Z=10x_1+10x_2+10x_3.$$

Визначимо наявні обмеження (див. табл. 5):

$$1) 20x_1+50x_2+10x_3 \leq 5000;$$

$$2) 20x_1+0x_2+40x_3 \leq 4000;$$

$$3) 20x_1+10x_2+10x_3 \leq 4000.$$

Ці обмеження означають, що денна витрата компонентів не повинна перевищувати їхні запаси. Крім того, оскільки не можна реалізувати частину препарату і кількість препаратів не може бути від'ємною, додамо ще низку обмежень:

$$1) x_1 \geq 0;$$

$$2) x_2 \geq 0;$$

$$3) x_3 \geq 0;$$

$$4) x_1 \text{ — ціле};$$

$$5) x_2 \text{ — ціле};$$

$$6) x_3 \text{ — ціле}.$$

Тепер можна розв'язувати задачу на комп'ютері. Відкриємо новий робочий аркуш. У комірки А3, А4 і А5 внесемо показник денного запасу компонентів — 5000, 4000 і 4000 відповідно (мал. 55).

	А	В	С	Д	Е	ґ
1			x_1	x_2	x_3	Цільова функція
2	Денний запас компонентів		0	0	0	$=10*(C2+D2+E2)$
3	5000	$=C3*\$C\$2+D3*\$D\$2+E3*\$E\2	20	50	10	
4	4000	$=C4*\$C\$2+D4*\$D\$2+E4*\$E\3	20	0	40	
5	4000	$=C5*\$C\$2+D5*\$D\$2+E53*\$E\4	20	10	10	
6						

Мал. 55. Запис створеної моделі в MS Excel

У комірки C2, D2 та E2 внесемо початкові значення невідомих x_1 , x_2 і x_3 — нулі. У процесі пошуку розв'язку значення цих комірок буде визначено автоматично. У комітках діапазону C3:E5 розмістимо таблицю витрат інгредієнтів.

У комірки B3, B4 і B5 введемо формули для розрахунку витрат інгредієнтів за видами. У комірці B3 формула матиме вигляд $=C3*SC\$2+D3*SD\$2+E3*SE\$2$, а інші формули можна одержати методом автозаповнення (копіювання).

У комірку F2 занесемо формулу цільової функції $=10*(C2+D2+E2)$. Виконаємо команду *Сервис/Поиск решения*. У діалоговому вікні *Поиск решения* в полі *Установить целевую ячейку* вкажемо комірку, що містить цільову функцію — F2 (мал. 56). Встановлюємо перемикач *Равной* в положення *Максимальному значению*, оскільки потрібно досягти максимального обсягу виробництва.

У полі *Изменяя ячейки* мишею задаємо діапазон параметрів, які слід підібрати, (невідомі x_j) — C2:E2. Задамо набір обмежень. Натискаємо на *Добавить*. У діалоговому вікні *Добавление ограничения* в полі *Ссылка на ячейку* мишею вибираємо діапазон B3:B5. Як умову задамо " $\leq$ ". У полі *Ограничение* мишею задамо діапа-

Поиск решения

Установить целевую ячейку:

Равной: ☒ максимальному значению ☐ значению:

☐ минимальному значению

Изменяя ячейки:

Ограничения:

-
-
-

Параметры

Выполнить

Закреть

Добавить

Изменить

Удалить

Восстановить

Справка

Мал. 56. Встановлення параметрів вікна *Поиск решения*

	A	B	C	D	E	F
1			x_1	x_2	x_3	Цільова функція
2	Денний запас компонентів		184	24	8	2160
3	5000	4960	20	50	10	
4	4000	4000	20	0	40	
5	4000	4000	20	10	10	
6						

Мал. 57. Розв'язок задачі

зон **A2:A6**. Ця умова вказує, що денна витрата компонентів не повинна перевищувати їхні запаси. Натискаємо на ОК.

Знову натискаємо на **Добавить**. У полі *Ссылка на ячейку* вкажемо діапазон C2:E2. Як умову задамо ">=". У полі *Ограничение* задамо число 0. Ця умова означає, що кількість препаратів, яку виготовляють, невід'ємна. Натискаємо на ОК.

Ще раз натиснемо на **Добавить**. У полі *Ссылка на ячейку* вкажемо діапазон C2:E2. Як умову виберемо пункт "цел". Ця умова не дає змоги виготовляти частки препаратів. Натискаємо на ОК. Вибираємо команду *Выполнить*. По завершенні оптимізації відкриється діалогове вікно *Результаты поиска решения*. Встановимо перемикач *Значения параметров* у положення *Сохранить найденное решение*, після чого натискаємо на ОК.

У результаті отримуємо (мал. 57) оптимальний набір змінних (оптимальна кількість препаратів, що виготовляються в аптеці) при даних обмеженнях (при даній кількості компонентів).

Системи підтримки прийняття рішень у середовищі табличного процесора

Основні поняття алгебри логіки

У звичайній алгебрі вивчають залежності типу $y=f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, де $x_1, x_2, \dots, x_n$ — аргументи, y — функція. Аргументи і функції при цьому можуть набувати різних значень: додатних і від'ємних, цілих і дробових, дійсних і уявних. Для розроблення експертних систем, зокрема систем підтримки прийняття рішень, використовують функції виду $y=f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, які називаються *логічними*. Вони відрізняються від звичайних тим, що як аргументи, так і

функції можуть мати тільки два значення, які позначають символами 0 і 1. Логічні функції вивчаються в теорії, розробленій у 1848 році англійським математиком Дж. Булем. Ця теорія називається *алгеброю логіки*.

Знання основ алгебри логіки підвищує загальну інтелектуальну культуру людини, сприяє формуванню логічно правильного мислення, основними рисами якого є чітка визначеність, послідовність, несуперечність та доказовість. Освоєння логічної науки дає можливість свідомо будувати правильні міркування, відрізнити їх від неправильних, уникати логічних помилок, вміло й ефективно обґрунтовувати істинність думок, захищати свої погляди і переконливо спростовувати хибні думки та неправильні міркування своїх опонентів, сприяє вдосконаленню стихійно сформованої логіки мислення.

Поняття висловлювання. Одним з основних понять алгебри логіки є поняття “висловлювання”.

Будь-яка діяльність людини так або інакше пов’язана з різними висловлюваннями. Судження, зауваження, запис тощо є висловлюваннями. В алгебрі логіки висловлювання є змінною, яка може набувати двох значень і над якою можна виконувати певні дії. Іншими словами, *висловлюванням* називається речення, яке можна оцінити як істинне чи хибне.

Аналогічно змінним звичайної алгебри висловлювання позначають літерами якого-небудь алфавіту, наприклад латинського: *A, B, X* тощо.



Мал. 58. Класифікація висловлювань

Типи висловлювань. У логіці висловлювання класифікують за будовою та за змістом. Висловлювання за будовою може бути простим чи складеним, а за змістом — проблемним, достовірним або умовним (мал. 58).

Висловлювання, яке за своїм змістом містить одне яке-небудь повідомлення або твердження про існуючий світ, називається *простим*. Наприклад, “квітки ромашки застосовують для лікування захворювань травного тракту”, “листки м'яти містять ефірну олію”. З простих висловлювань за допомогою зв'язок І, АБО та НЕ утворюються *складені висловлювання*, які називають *логічними функціями*. Прості висловлювання, з яких утворюється складене, називаються *логічними аргументами*. Речення “Валідол справляє седативну і судинорозширювальну дію” є складеним висловлюванням (логічною функцією “І”).

Висловлювання за своїм змістом може бути проблемним, достовірним або умовним. *Проблемне* — це висловлювання, у якому щось стверджується чи заперечується з певним ступенем припущення. Наприклад, “причиною головного болю є, імовірно, підвищений тиск”. *Достовірне* — це висловлювання, що містить знання, обґрунтовані та перевірені на практиці, наприклад, “життя без води неможливе”. *Умовне* — це висловлювання, у якому відтворено залежність того чи іншого явища від тих чи інших обставин і в якому причина і наслідок поєднані за допомогою логічного складеного сполучника “якщо ... , то ...”. Наприклад, “якщо в організмі не вистачає вітаміну D, то існує висока ймовірність розвитку рахіту”. Отже, в умовному висловлюванні слід розрізняти *причину і наслідок*.

Множина значень висловлювання. Будь-яке висловлювання може відповідати або не відповідати дійсності. У першому випадку воно називається істинним, у другому — хибним. Істинне висловлювання можна позначати символом 1, а хибне — символом 0. Таке позначення є умовним. Можна також використовувати інші символи-позначення: істинне висловлювання позначають символом І, а хибне — Х. Таким чином, не зважаючи на різноманітність висловлювань, усі вони в алгебрі логіки можуть набувати тільки двох значень — 1 або 0.

Існують висловлювання, які завжди є істинними. Наприклад, “для життя необхідний кисень”, “нирки — життєво важливий орган”. Позначивши наведені висловлювання через X і Y , відповідно, роблять такий запис:

$$X=1, Y=1.$$

Існують висловлювання, які є завжди хибними. Наприклад, “анемія — це серцева недостатність”, “для розвитку живого організму потрібен нікотин”. Позначивши їх через S і P , відповідно, роблять запис:

$$S=0, P=0.$$

Алфавіт логіки висловлювань. У класичній логіці є спеціальний розділ про складені висловлювання — *логіка висловлювань*. У логіці висловлювань використовується штучна мова, яка має такі знакові засоби (алфавіт логіки висловлювань):

- *змінні логіки висловлювань* $A, B, C, D, \dots$ (пропозиційні змінні) позначають прості висловлювання;
- *знаки логічних сполучників*: $\wedge$ — кон’юнкція; $\vee$ — диз’юнкція; $\rightarrow$ — імплікація; $\leftrightarrow$ — еквіваленція; $\neg$ — заперечення;
- *технічні знаки* (дужки, кома).

Логічні операції і таблиці істинності

Бінарні й унарні операції. Логіка оперує скінченою кількістю операторів. Множину логічних операторів поділяють на дві групи:

- *бінарні оператори* використовують дві логічні змінні. Сюди належать оператори I, ABO ;
- *унарні оператори* використовують одну логічну змінну. Цю групу становить оператор заперечення HE .

Операція заперечення. Домовимося позначати прості висловлювання літерами латинського алфавіту $A, B, C, \dots$. Значення логічної функції позначимо цифрою 1 для ІСТИНА і 0 для ХИБА.

Розгляд логічних операцій розпочнемо з найпростішої — операції заперечення, яка відповідає в звичайній мові частці *не*. Цю операцію позначають як $\neg$ (інколи висловлювання “ A позначають також $\bar{A}$ ”). Висловлювання $\neg A$ читається так: не A .

Якщо A — деяке висловлювання, наприклад, “у пацієнта діагностовано пневмонію”, то $\neg A$ — нове складене висловлювання “у

пацієнта не діагностовано пневмонію". Отже, якщо A — істинне висловлювання, то $\neg A$ — хибне і навпаки. Цей факт покладено в основу визначення логічної операції " $\neg$ ".

Висловлювання називається запереченням висловлювання A , якщо воно істинне, коли A — хибне, і хибне, коли A — істинне (табл. 6).

Таблиця 6. Таблиця істинності для заперечення

A	$\neg A$
1	0
0	1

Операція кон'юнкції. Наступна логічна операція — кон'юнкція, яка відповідає в звичайній мові сполучнику *і*. Позначається кон'юнкція символом $\wedge$, який ставиться між висловлюваннями. Якщо A і B — прості висловлювання, то $A \wedge B$ — складене висловлювання (читається як A і B).

Нехай A — висловлювання "у хворого підвищена температура тіла", а B — висловлювання "у хворого підвищений артеріальний тиск". Тоді $A \wedge B$ буде висловлюванням "у хворого підвищена температура тіла і підвищений артеріальний тиск". Утворене висловлювання істинне за умови істинності обох висловлювань, що входять до його складу. Тобто, кон'юнкцією висловлювань A і B називається таке висловлювання, яке істинне лише за умови істинності висловлювань A і B (табл. 7). Наведена таблиця є таблицею множення двох чисел 0 і 1, тому кон'юнкцію називають ще логічним множенням і записують як $A \wedge B = A \times B$.

Операція диз'юнкції. Наступна логічна операція — диз'юнкція, яка відповідає в звичайній мові сполучнику *або*. Відразу слід зазначити, що сполучник *або* має в українській мові (і в багатьох інших європейських мовах) два різних значення. В одному випадку ми говоримо про *або*, що виключає, а в іншому — про *або*, що не виключає. Якщо ми маємо два висловлювання A і B і обидва висловлювання хибні, то, безсумнівно, складне висловлювання A або B слід вважати хибним. Якщо A — істинне, а B — хибне (чи B — істинне, а A — хибне), то також очевидно, що висловлювання A або B слід розглядати як істинне; це ціл-

ком відповідає смислу слова *або* в українській мові. Але як слід розглядати складне висловлювання A або B , якщо A і B істинні: як істинне чи хибне? Якщо наведене висловлювання вважається істинним, ми кажемо, що маємо справу з *або*, що не виключає, в іншому разі — з *або*, що виключає. Логічна операція, яка відповідає *або*, що не виключає, в логіці висловлювань називається диз'юнкцією і позначається символом $\vee$. Отже, *диз'юнкцією* висловлювань A і B називають таке висловлювання, яке хибне лише за умови хибності висловлювання A і B (див. табл. 7).

Таблиця 7. Таблиця істинності кон'юнкції та диз'юнкції

A	B	$A \wedge B$	A	B	$A \vee B$
1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	0	1
0	1	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0

Наприклад. Якщо за A взяти висловлювання “причиною головного болю може бути підвищення артеріального тиску”, а за B — “причиною головного болю може бути мігрень”, то A або B є висловлюванням “причиною головного болю може бути підвищення артеріального тиску або мігрень”. Часто диз'юнкцію називають логічною сумою і записують $A \vee B = A + B$, пояснюючи це тим, що перші три співвідношення таблиці є результатом додавання двох чисел 0 і 1.

Ці три операції — заперечення, кон'юнкції та диз'юнкції — фундаментальні (основні) операції алгебри логіки.

Операція імплікації. Однією з важливих операцій логіки висловлювань є імплікація. Ця операція позначається символом $\rightarrow$. *Імплікацією* висловлювань A і B називається таке висловлювання, яке є хибним лише тоді, коли антецедент (перша частина імплікації — висловлювання A) є істинним, а консеквент (друга частина імплікації — висловлювання B) — хибним, в усіх інших випадках висловлювання $A \rightarrow B$ є істинним (табл. 8).

Операція еквівалентності. Введемо останню логічну операцію — еквівалентність. Вона позначається символом $\leftrightarrow$. Складне ви-

словлювання $A \leftrightarrow B$ читається як A еквівалентно B . Еквівалентності (подвійною імплікацією) висловлювань A і B називається таке висловлювання, яке є істинним тоді і тільки тоді, коли висловлювання A і B одночасно істинні або одночасно хибні (див. табл. 8).

Таблиця 8. Таблиця істинності імплікації та еквівалентності

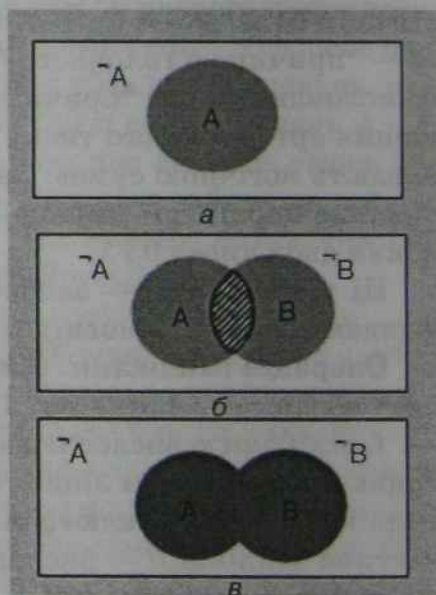
A	B	$A \rightarrow B$	A	B	$A \leftrightarrow B$
1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	0	0
0	1	1	0	1	0
0	0	1	0	0	1

Діаграми Вена. Для графічного відтворення всіх можливих об'єктів, які належать до певного класу, використовують діаграми Вена для логічних операцій заперечення (мал. 59, а), диз'юнкції (мал. 59, б) та кон'юнкції (мал. 59, в).

Прямокутником у діаграмі Вена позначають зону певного класу об'єктів, а конкретний клас позначають кругом. Візьмемо для прикладу клас хімічних елементів. Цей клас можна візуалізувати всіма об'єктами в межах прямокутника — металами, неметалами тощо. Якщо ми хочемо в межах класу відтворити, наприклад, метали, то наводимо всі метали в межах круга, а інші елементи — зовні.

Ілюстрація операції заперечення (див. мал. 59, а): зону висловлювання A позначено кругом, тоді $\neg A$, за визначенням, — зона зовні круга. Якщо висловлювання A набуває значення ІСТИНА, то $\neg A$ — ХИБА і навпаки.

Заштрихована ділянка (див. мал. 59, б) відтворює зону висловлювання $A \wedge B$, а мал. 59, в ілюструє дію операції $A \vee B$.



Мал. 59. Діаграми Вена (пояснення в тексті)

Основні логічні функції. Із простих висловлювань шляхом здійснення певного обсягу логічних операцій можна будувати складені висловлювання, які називають відповідно логічними функціями І, АБО та НЕ. Ці три функції є фундаментом алгебри логіки, на якому ґрунтується вся її теорія. Множину інших логічних функцій можна виразити через основні І, АБО та НЕ (табл. 9).

Таблиця 9. Вираження множини логічних функцій

Логічна функція	Її вираження
Еквівалентність	$A \leftrightarrow B \equiv ((A \rightarrow B) \wedge (B \rightarrow A))$
Імплікація	$A \rightarrow B \equiv \neg A \vee B$

Застосовуючи логічні операції, можна, подібно до того як в алгебрі, за допомогою символів $+$, $\times$, $-$ будувати вирази різного ступеня складності, наприклад:

$$(A \vee B) \wedge C;$$

$$A \vee (B \wedge C);$$

$$(A \vee \neg A) \wedge (B \rightarrow A);$$

$$((A \wedge B) \rightarrow C) \leftrightarrow \neg A$$

$$(((A \rightarrow B) \vee \neg B) \leftrightarrow (A \wedge C)) \vee (K \wedge C).$$

Розглянемо висловлювання “для відкритого перелому кісток таза характерні ушкодження шкіри, сильний біль у ділянці таза, неспроможність самотійно змінити положення тіла”.

Наведемо такі позначення:

A — наявність ушкодження зовнішніх тканин тіла (шкіри);

B — сильний біль у ділянці таза;

C — неспроможність самотійно встати;

K — неспроможність самотійно сісти;

1 — відкритий перелом кісток таза.

Тоді складна формула $(A \wedge B \wedge (C \vee K)) = 1$ є скороченим записом розглянутого висловлювання.

Окрім символів логічних операцій ($\vee$, $\wedge$, $\neg$, $\rightarrow$, $\leftrightarrow$), латинських літер, якими позначають прості висловлювання, у наведених формулах використовуються права і ліва дужка. Як і в алгебрі, вони вказують послідовність дій при виконанні операції.

Маємо висловлювання:

$$(((A \rightarrow B) \vee \neg B) \leftrightarrow (A \wedge C)) \vee (K \wedge C).$$

Потрібно підрахувати його значення істинності для значень A — I , B — X , C — X , K — I .

Підставляємо замість літер ці значення істинності:

$$(((I \rightarrow X) \vee \neg X) \leftrightarrow (I \wedge X)) \vee (I \wedge X).$$

Операції виконують у порядку, визначеному за допомогою дужок. Застосування кожної операції відбувається згідно з таблицею істинності для цієї операції. Таким чином, отримуємо:

$$I \rightarrow X = X, \neg X = I.$$

Отже,

$$(I \rightarrow X) \vee \neg X = X \vee I = I.$$

Надалі

$$I \wedge X = X.$$

Тому

$$(((I \rightarrow X) \vee \neg X) \leftrightarrow (I \wedge X)) = I \leftrightarrow X = X;$$

$$(I \wedge X) = X;$$

$$(((I \rightarrow X) \vee \neg X) \leftrightarrow (I \wedge X)) \vee (I \wedge X) = X \vee X = X.$$

Як бачимо, значення істинності всього виразу, тобто значення істинності формули логіки висловлювання залежить від значень істинності висловлювань, що входять до її складу.

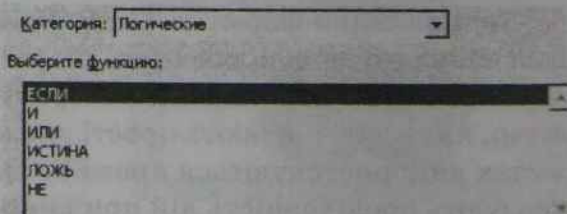
Логічні функції в середовищі табличного процесора

У середовищі табличного процесора *Excel* множина логічних функцій представлена категорією *Логические* (мал. 60).

Розглянемо детальніше характеристику та синтаксис логічної функції *ЕСЛИ*.

Логічна функція ЕСЛИ

В *Excel* імплікація реалізується за допомогою логічної функції *ЕСЛИ* (в англійських програмах-додатках офісного призначення — *IF*). Логічна функція *ЕСЛИ* повертає одне значення, якщо задана умова при перевірці чи обчисленні дає значення істини, та інше значення, якщо значення хибне.



Мал. 60. Множина логічних функцій Excel

Синтаксис функції:

ЕСЛИ (лог_выражение; значение_если_истина; значение_если_ложь).

Лог_выражение — це математичне відношення, що допускає лише дві можливі відповіді, а саме *так* (істинне твердження) або *ні* (твердження хибне).

Значение_если_истина — це значення, яке повертається, якщо логічний вираз істинний. Це значення може бути формулою чи текстом. У першому випадку програма підраховує значення формули, а в другому — повертає текст з цього поля в комірку.

Значение_если_ложь — це значення, що повертається, якщо логічний вираз хибний. Як і в попередньому випадку, це значення може бути формулою чи текстом.

При конструюванні складніших виразів дозволено “вкладати” логічну функцію *ЕСЛИ* одна в одну як значення аргументів кілька разів (до семи).

Функція *ЕСЛИ* є підґрунтям для конструювання систем підтримки прийняття рішень. Схематично функцію *ЕСЛИ* подають як розгалуження.

Розгалуження — це така форма організації дій, при якій залежно від виконання або невиконання певної умови здійснюється та або інша послідовність дій. Для виконання певної вказівки *S* потрібно спочатку визначити хибне чи істинне твердження *P*. Якщо



твердження *P* істинне, то виконуємо вказівку *S1*, і на цьому вказівка *S* закінчується. Якщо ж твердження *P* хибне, то виконуємо вказівку *S2* (або її не передбачено умовою задачі), і на цьому вказівка *S* закінчується (мал. 61).

Технологію побудови систем під-

Мал. 61. Схема розгалуження

тримки прийняття рішень розглянемо на конкретних прикладах.

Приклад 1

Дітям із дитячого садочка №145 м. Києва відповідно до віку призначають певний полівітамінний комплекс (табл. 10).

Таблиця 10. Дози полівітамінних комплексів відповідно до віку дитини

Джунглі Бебі	Джунглі Кідс				Джунглі з мінералами									
1 мл 1 раз на добу	2,5 мл на добу	5 мл на добу			1 таблетка через день							1 таблетка на добу		
0 — 12 міс.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14 і більше
Вік дитини, роки														

У середовищі табличного процесора слід розробити автоматичну систему підтримки прийняття рішень, яка допомогла б уникати неправильного дозування полівітамінного комплексу (табл. 11).

Таблиця 11. Дані про дітей

№	Прізвище та ініціали	Вік дитини, міс.	Полівітамінний комплекс	Доза
1	Бурлака С.В.	3		
2	Петренко В.Д.	12		
3	Крутий Р.Л.	4		
4	Карпович Л.С.	38		
5	Наконечна Т.П.	43		
6	Діброва А.І.	54		
7	Працьовитий М.В.	50		
8	Пасічник В.А.	63		

Занесемо дані табл. 11 до табличного процесора Ексел: у діапазоні комірок A1:E9 сформуємо відповідну таблицю (мал. 62).

	A	B	C	D	E
1	№	Прізвище та ініціали	Вік дитини, міс.	Полівітамінний комплекс	Доза
2	1	Бурлака С.В.	3		
3	2	Петренко В.Д.	12		
4	3	Крутий Р.Л.	4		
5	4	Карпович Л.С.	38		
6	5	Наконечна Т.П.	43		
7	6	Діброва А.І.	54		
8	7	Працьовитий М.В.	50		
9	8	Пасічник В.А.	63		

Мал. 62. Вигляд даних у табличному процесорі Excel

Полівітамінний комплекс призначають залежно від віку дитини: до 1 року — *Джунглі Бебі*, від 1 до 5 років — *Джунглі Кідс*, дітям віком понад 5 років — *Джунглі з мінералами*. Змоделюємо процес мислення при виборі відповідного полівітамінного комплексу (мал. 63).

Реалізуємо створену модель, використовуючи логічну функцію *ЕСЛИ* табличного процесора Excel. Вставити функцію до комірки *D2* можна різними способами, зокрема шляхом команди *Функція* меню *Вставка*. Програма відкриває діалогове вікно *Мастер функций*, у якому слід у полі *Категорія*

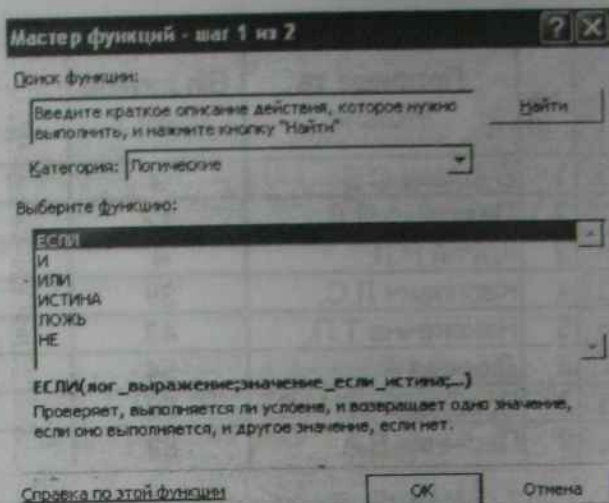


Мал. 63. Модель процесу мислення при виборі полівітамінного комплексу

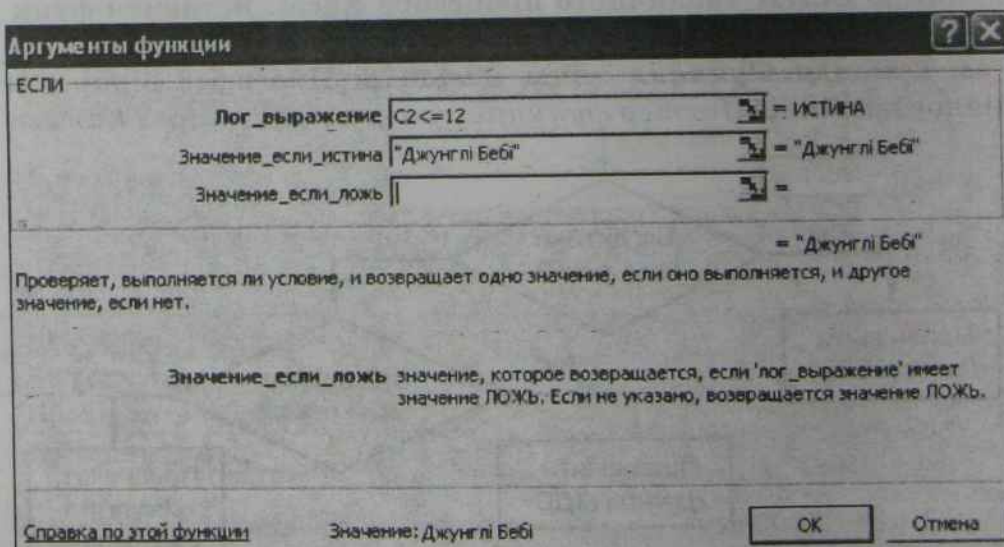
рия вибрати *Логические*, а в полі *Выберите функцию* — *ЕСЛИ* (мал. 64).

Шляхом натиснення *ОК* відкриваємо наступне діалогове вікно *Аргументы функции ЕСЛИ*. Оскільки вибір полівітамінного комплексу залежить від віку дитини, то в поле *Лог_выражение* введемо комірку, у якій зберігаються дані про вік дитини, — *C2*, оператор порівняння $\leq$ (в Excel — оператор $\leq$) та перший віковий бар'єр *12* (мал. 65).

У поле *Значение_если_истина* вписуємо послідовність дій, якщо умова $C2 \leq 12$ виконується. Згідно з побудованою моделлю



Мал. 64. Діалогове вікно *Мастер функций*



Мал. 65. Заповнення полів діалогового вікна *Аргументы функции ЕСЛИ*

Аргументи функції		?	X
ЕСЛИ			
Лог_выражение	C2<=5*12		= ИСТИНА
Значение_если_истина	"Джунгли Кідс"		= "Джунгли Кідс"
Значение_если_ложь	"Джунгли з Мінералами"		= "Джунгли з Мінералк"
			= "Джунгли Кідс"
Проверяет, выполняется ли условие, и возвращает одно значение, если оно выполняется, и другое значение, если нет.			
Лог_выражение любое значение или выражение, которое при вычислении дает значение ИСТИНА или ЛОЖЬ.			

Справка по этой функции

Значение: Джунгли Бебі

OK

Отмена

Мал. 66. Заповнення полів діалогового вікна вкладеної функції ЕСЛИ

(див. мал. 63) маємо призначити *Джунгли Бебі*. Тому в поле *Значение_если_истина* вводимо текст *Джунгли Бебі* (див. мал. 65).

Переходимо до поля *Значение_если_ложь*. Умова $C2 \leq 12$ не виконується, отже вік дитини понад 1 рік. У цьому разі однозначної відповіді щодо вибору полівітамінного комплексу дати не можливо, оскільки дитина може приймати або *Джунгли Кідс* (до 5 років), або *Джунгли з мінералами* (понад 5 років). Виникає потреба ще раз перевірити вік дитини щодо вікового бар'єра — 5 років. Для цього в поле *Значение_если_ложь* вкладемо ще одну функцію ЕСЛИ. Відкриється нове діалогове вікно вкладеної функції ЕСЛИ. Заповнюємо відповідні поля (мал. 66).

Після натиснення на *OK* у комірці D2 з'являється запис *Джунгли Бебі*. Шляхом копіювання формул отримуємо результат у решті комірок стовпчика D (мал. 67).

Дозування полівітамінного комплексу залежить лише від віку дитини. Змоделюємо процес мислення при визначенні дози полівітамінного комплексу (мал. 68).

Аналогічно реалізуємо створену модель. Зокрема, в комірці E2 формула матиме такий вигляд:

=ЕСЛИ(C2 <= 12; "1 мл 1 раз на добу"; ЕСЛИ(C2 <= 2 * 12; "2,5 мл 1 раз на добу"; ЕСЛИ(C2 <= 5 * 12; "5 мл 1 раз на добу"; ЕСЛИ(C2 <= 12 * 12; "1 таблетка через день"; "1 таблетка на добу")))).

	A	B	C	D	E
1	№	Прізвище та ініціали	Вік дитини, міс.	Полівітамінний комплекс	Доза
2	1	Бурлака С.В.	3	Джунглі Бебі	
3	2	Петренко В.Д.	12	Джунглі Бебі	
4	3	Кругий Р.Л.	4	Джунглі Бебі	
5	4	Карпович Л.С.	38	Джунглі Кідс	
6	5	Наконечна Т.П.	43	Джунглі Кідс	
7	6	Діброва А.І.	54	Джунглі Кідс	
8	7	Працьовитий М.В.	50	Джунглі Кідс	
9	8	Пасічник В.А.	63	Джунглі з мінералами	

Мал. 67. Вигляд таблиці після вибору полівітамінного комплексу

У результаті копіювання формули до комірок E3:E9 отримаємо певну таблицю (мал. 69).

Для захисту формул від незумисних (чи зумисних) змін виконаємо команду *Разрешить изменение диапазонов* меню *Сервис/Защита*. Програма відкриє відповідне діалогове вікно. Для створення діапазону, який може бути змінений, натискаємо на *Создать*. У діалоговому вікні, що з'явилось, в поле *Имя* вводимо назву діапазону (програмі присвоєна назва *Диапазон 1*). У поле



Мал. 68. Модель процесу мислення при визначенні дози полівітамінного комплексу

	A	B	C	D	E
1	№	Прізвище та ініціали	Вік дитини, міс.	Полівітамінний комплекс	Дозування
2	1	Бурлака С.В.	3	Джунглі Бебі	1 мл на добу
3	2	Петренко В.Д.	12	Джунглі Бебі	1 мл на добу
4	3	Крутий Р.Л.	4	Джунглі Бебі	1 мл на добу
5	4	Карпович Л.С.	38	Джунглі з мінералами	5 мл на добу
6	5	Наконечна Т.П.	43	Джунглі з мінералами	5 мл на добу
7	6	Діброва А.І.	54	Джунглі з мінералами	1 табл. через день
8	7	Працьовитий М.В.	50	Джунглі з мінералами	2,5 мл на добу
9	8	Пасічник В.А.	63	Джунглі з мінералами	2,5 мл на добу

Мал. 69. Вигляд таблиці після визначення дози полівітамінного комплексу

Ячейки вводимо діапазон комірок, який можна змінити (щодо нашого прикладу — це прізвище, ініціали дитини та її вік), — *B2:C9* (мал. 70). За бажанням користувач може ввести пароль (поле *Пароль діапазона*) та вказати перелік дозволених дій із визначеним діапазоном (*Разрешения*). Натискаємо на *ОК*.

Програма повертається до діалогового вікна *Разрешить изменение диапазонов*, у якому для збереження створеного діапазону натискаємо на *Применить* (мал. 71).

Щоб запобігти зміні всіх інших діапазонів робочого аркуша

Новый диапазон

Имя:

Диапазон1

Ячейки:

=B2:C9

Пароль диапазона:

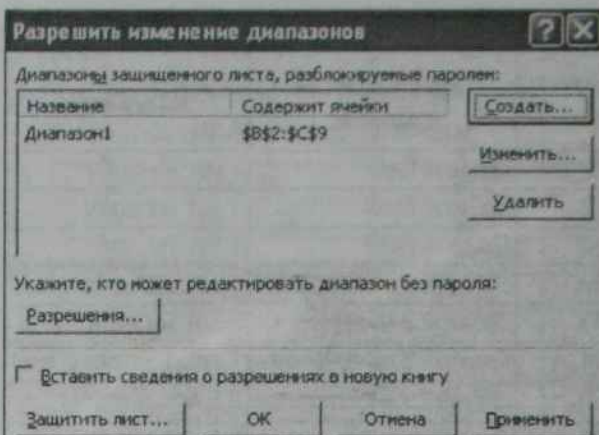
Разрешения...

ОК

Отмена

Ексел, натискаємо на *Защитить лист*. Після введення користувачем пароля програма дає змогу змінити дані лише в стовпчиках *Прізвище та ініціали* і *Вік дитини, міс.* При спробі змінити формули в стовпчиках *Полівітамінний комплекс* і *Доза* програма видає повідомлення про неможливість виконати таку операцію.

Мал. 70. Діалогове вікно *Новый диапазон*



Мал. 71. Діалогове вікно *Разрешить изменение диапазонов*

йняття рішення про надання знижок при купівлі лікарських засобів.

Відповідно до зразка (табл. 12) створюємо макет бланку відомості купівлі лікарських засобів.

Таблица 12. Відомість купівлі лікарських засобів

Назва препарату	Ціна, грн	Кількість, шт.	Вартість, грн
OFF!	14,5	120	
Аспірин плюс С	11,95	15	
Беналгіл	6,18	23	
Бронхосан	7,7	5	
Валідол	7,8	30	
Вітамін А	1,16	2	
Вітамін Е 30 %	3,35	40	
Вітамін В ₆	5,54	15	
Гуталакс	18	20	
Дексаметазон	4,49	10	
Бинт марлевий медичний 7 м	6,23	200	
		Вартість покупки, грн	
		Знижка, %	
		Остаточна вартість, грн	

Таким чином, для вибору полівітамінного комплексу та його дози користувачеві слід лише ввести дані до стовпчика *Прізвище та ініціали і Вік дитини, міс.* Рішення про *Полівітамінний комплекс і Дози* програма видає автоматично.

Приклад 2

У середовищі табличного процесора можна створити автоматичну систему підтримки при-

	A	B	C	D
1	Розрахунок вартості проданого товару			
2	Назва препарату	Ціна, грн	Кількість, шт.	Вартість, грн
3	OFF!	14,5	120	
4	Аспірін плюс С	11,95	15	
5	Беналгіл	6,18	23	
6	Бронхосан	7,7	5	
7	Валідол	7,8	30	
8	Вітамін А	1,16	2	
9	Вітамін Е 30 %	3,35	40	
10	Вітамін В ₆	5,54	15	
11	Гуталакс	18	20	
12	Дексаметазон	4,49	10	
13	Бинт марлевий медичний 7 м	6,23	200	
14		Вартість покупки, грн		
15		Знижка, %		
16		Остаточна вартість, грн		

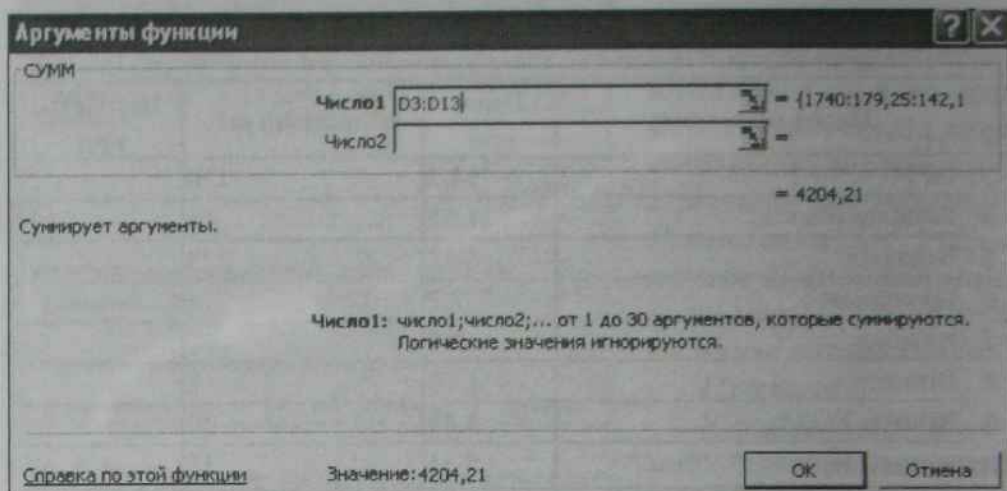
Мал. 72. Вигляд даних, уведених у табличний процесор Excel

Умови знижок: якщо вартість покупки не перевищує 1000 грн, знижки немає, не перевищує 5000 грн — знижка становить 2 % від вартості покупки, становить понад 5000 грн — 4 % вартості покупки.

Введемо дані в табличний процесор Excel: у діапазоні комірок A1:D16 сформуємо макет бланку відомості купівлі лікарських засобів (мал. 72).

У комірку D3 введемо формулу підрахунку вартості купівлі засобу гігієни OFF: $=B3*C3$. Решту формул отримаємо шляхом копіювання.

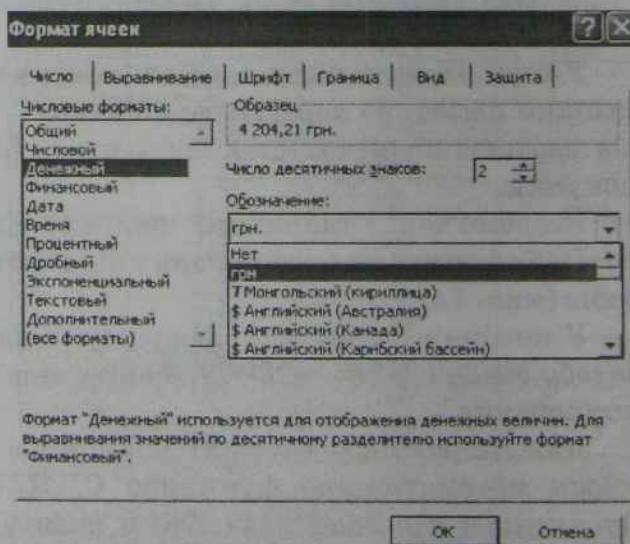
Для підрахунку вартості покупки в комірці D14 скористаємося математичною функцією СУММ. У діалоговому вікні Аргументы функции (мал. 73) в поле Число1 введемо діапазон комірок D3:D13 (кожна з комірок діапазону — вартість окремої позиції лікарських засобів, що купуються).

Мал. 73. Заповнення полів діалогового вікна *Аргументы функции СУММ*

Після натиснення на *ОК* у комірці *D14* з'являється цифра, що означає вартість покупки, — 4204,21. Для встановлення одиниць вимірювання виконаємо команду *Ячейки* меню *Формат*. У діалоговому вікні *Формат ячеек* (мал. 74) вибираємо вкладку *Число*, в полі *Числовые форматы* — *Денежный*. Знак грошової одиниці вибираємо з випадного списку поля *Обозначение*.

Відсутність, наявність та розмір знижки залежать від вартості покупки. Змодельюємо процес мислення при встановленні наявності чи відсутності знижки (мал. 75).

Реалізуємо створену модель, використо-

Мал. 74. Діалогове вікно *Формат ячеек*



Мал. 75. Модель процесу мислення при визначенні розміру знижки

вуючи логічну функцію *ЕСЛИ* табличного процесора Ехсел. Зокрема в комірці D15 формула матиме такий вигляд:

	A	B	C	D
1	Розрахунок вартості проданого товару			
2	Назва препарату	Ціна, грн	Кількість, шт.	Вартість, грн
3	OFF!	14,5	120	1740
4	Аспірин плюс С	11,95	15	179,25
5	Беналгіл	6,18	23	142,14
6	Бронхосан	7,7	5	38,5
7	Валідол	7,8	30	234
8	Вітамін А	1,16	2	2,32
9	Вітамін Е 30 %	3,35	40	134
10	Вітамін В ₆	5,54	15	83,1
11	Гуталакс	18	20	360
12	Дексаметазон	4,49	10	44,9
13	Бинт марлевий медичний 7 м	6,23	200	1246
14		Вартість покупки, грн		4204,21
15		Знижка, %		2
16		Остаточна вартість, грн		4120,13

Мал. 76. Відомість розрахунку вартості купівлі лікарських засобів з урахуванням знижок

	A	B	C	D
1	Розрахунок вартості проданого товару			
2	Назва препарату	Ціна, грн	Кількість, шт.	Вартість, грн
3	Мілістан зі смаком апельсина	9.7	10	97
4	Мілістан зі смаком лимона	12.45	10	124.5
5	Мілістан дитячий, таблетки жувальні	7.11	10	71.1
6	Мілістан, капсули	3.76	5	18.8
7		Вартість покупки, грн		311.40
8		Знижка, %		0
9		Остаточна вартість, грн		311.40

Мал. 77. Перерахунок відомості відповідно до нових даних

=ЕСЛИ(D14<=1000;"0 %";ЕСЛИ(D14<=5000;"2 %";"4 %"))).

До комірки D16 введемо формулу для підрахунку залишкової вартості: =D14-D14*D15. Захистимо формули від змін (технологію захисту в середовищі табличного процесора описано вище).

У результаті отримаємо відомість для розрахунку вартості купівлі лікарських засобів з урахуванням знижок (мал. 76).

Змінюючи дані стовпчиків *Назва препарату*, *Ціна*, *Кількість*, програма автоматично перераховує вартість окремої позиції лікарських засобів, що купуються, вартість усієї покупки, знижку та остаточну вартість (мал. 77).

Інформаційні технології апроксимації та прогнозування статистичних даних

Поняття апроксимації статистичних даних

На практиці часто доводиться мати справу із задачею апроксимації. Апроксимацією називають процес підбирання емпіричної формули $\varphi(x)$ для встановленої з досвіду функціональної залежності $y=f(x)$. Емпіричні формули служать для аналітичного представлення експериментальних даних.

Звичайно задачу апроксимації розв'язують у два етапи. Спочатку встановлюють тип залежності $y=f(x)$ і, відповідно, тип емпіричної формули, тобто з'ясовують, чи є вона лінійною, квадратичною, логарифмічною тощо. Після цього розраховують чисельні значення невідомих параметрів обраної емпіричної формули, для яких наближення до заданої функції виявляється найкращим. У разі відсутності певних теоретичних міркувань для підбирання типу формули звичайно вибирають функціональну залежність серед найпростіших, порівнюючи їхні графіки із графіком заданої функції. Після вибору типу формули визначають її параметри. Для найкращого вибору параметрів задають ступінь наближення апроксимації експериментальних даних. У багатьох випадках, особливо якщо функція $f(x)$ задана графіком або таблицею (на дискретній множині точок), для оцінки ступеня наближення розглядають різниці $f(x)-\varphi(x)$ для точок $x_0, x_1, \dots, x_k$. Існують різні ступені наближення і, відповідно, способи розв'язання цієї задачі. Деякі з них дуже прості, результативні, проте результат значно наближений, інші точніші, однак і складніші. Звичайне визначення параметрів при відомому типі залежності здійснюють за методом найменших квадратів. При цьому функція $\varphi(x)$ вважається найкращим наближенням до $f(x)$, якщо для неї сума квадратів відхилень "теоретичних" значень $\varphi(x_i)$, розрахованих за емпіричною формулою, від відповідних дослідних значень y_i має найменше значення порівняно з іншими функціями, серед яких вибирають обчислюване наближення:

$$Z = \sum_{i=0}^n [f(x_i) - \varphi(x_i)]^2 \rightarrow \min \quad (24).$$

Використовуючи один із методів диференційного числення — метод найменших квадратів формують аналітичні умови досягнення сумою квадратів (24) свого найменшого значення.

У найпростішому випадку задача апроксимації експериментальних даних має такий вигляд. Нехай є деякі дані, отримані практичним шляхом (у ході експерименту або спостереження), які можна представити парами чисел (табл. 13).

Таблиця 13. Залежність між даними, позначеними парами чисел (x, y)

x	x_1	x_2	...	x_n
y	y_1	y_2	...	y_n

На основі цих даних потрібно підібрати функцію $y=f(x)$, яка щонайкраще згладжувала б експериментальну залежність між змінними і по можливості точно відтворювала загальну тенденцію залежності між x і y . Це означає, що відхилення $y_i - y_i(x_i)$ у певній формулі були б найменшими (24).

З'ясувати тип функції можна або з теоретичних міркувань, або аналізуючи розташування точок (x_n, y_n) на координатній площині (мал. 78).

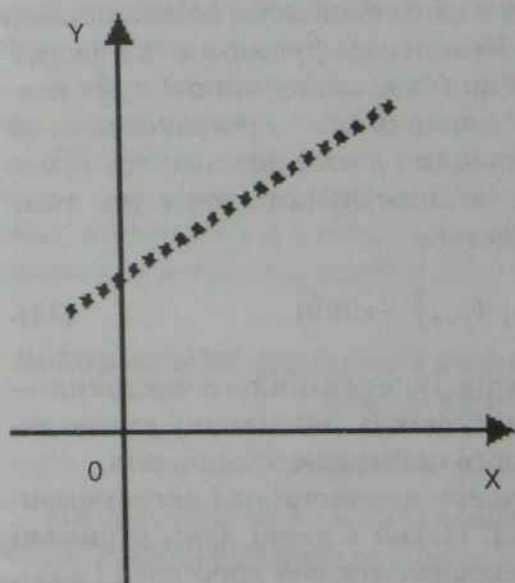
Зважаючи на те що одержані практичні дані характеризуються певною похибкою, зумовленою неточністю вимірювань, потребою в округлюванні результатів тощо, природно припустити, що тут ідеться про лінійну залежність $y=ax+c$. Щоб функція набула конкретного вигляду, необхідно певним чином обчислити a і b .

Розташування експериментальних точок у вигляді кривої (мал. 79) наводить на думку про те, що залежність обернено пропорційна і функцію $\phi(x)$ потрібно підбирати у вигляді:

$$y = a + \frac{b}{x}.$$

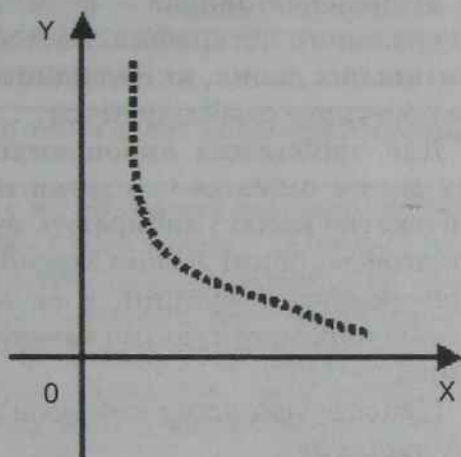
Тут також слід обчислити параметри a і b .

Таким чином, розташування експериментальних точок може мати будь-який вигляд і кожному вигляду відповідає конкретний тип функції.



Мал. 78. Розташування точок на координатній площині

Побудова емпіричної функції зводиться до обчислення вхідних до неї параметрів, так щоб із всіх функцій такого виду вибрати ту, котра краще за інших описує залежність між досліджуваними величинами. Тобто сума квадратів різниці між табличними значеннями функції в деяких точках і значеннями, обчисленими за отриманою формулою, повинні бути мінімальними.



Апроксимація експериментальних даних у табличному процесорі

Мал. 79. Розташування експериментальних точок у вигляді кривої

У програмі MS Excel апроксимацію здійснюють шляхом побудови графіка з наступним підбиранням функції (лінії тренда). Можливі наступні варіанти функції:

1) лінійна — $y = ax + b$. Її звичайно застосовують у найпростіших випадках, коли експериментальні дані нарастають або знижуються з постійною швидкістю;

2) поліномна — $y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n$. Її використовують для описання експериментальних даних, що поперемінно нарастають і знижуються. Ступінь полінома визначається кількістю екстремумів (максимумів або мінімумів) кривої. Поліном II ступеня може описати тільки один максимум або мінімум, поліном III ступеня може мати один або два екстремуми, IV ступеня — не більше трьох екстремумів і т.д.;

3) логарифмічна — $y = a \ln x + b$, де a і b — константи, $\ln$ — функція натурального логарифма. Функцію застосовують для описання експериментальних даних, які спочатку швидко нарастають або знижуються, а потім поступово стабілізуються;

4) ступенева — $y = bx^a$, де a і b — константи. Апроксимацію ступеневою функцією використовують для описання експериментальних даних з постійним збільшенням (або зниженням) швидкості наростання. Дані не повинні мати нульових або від'ємних значень;

5) експоненціальна — $y = be^{ax}$, де a і b — константи, e — основа натурального логарифма. Застосовують її для описання експериментальних даних, які швидко наростають або знижуються, а потім поступово стабілізуються.

Для здійснення апроксимації на діаграмі експериментальних даних шляхом клацання правої кнопки миші викликають контекстне меню і вибирають пункт *Додати лінію тренда*. У діалоговому вікні *Лінія тренда* на вкладці *Тип* вибирають тип апроксимуючої функції, а на вкладці *Параметри* задають додаткові параметри, що впливають на відтворення апроксимуючої кривої.

Правило-орієнтир побудови діаграми в середовищі електронних таблиць

1. Виділіть зону значень аргументу, функцій і назви аргументу і функції.

2. Виконайте команду *Вставка/Діаграма* (або клацніть на піктограму  на панелі інструментів).

3. У вікні *Тип діаграми* кліком (табл. 14) виберіть потрібний тип та натисніть *Далее>*.

Таблиця 14. Правило побудови діаграми

Тип діаграми	Призначення
Гістограма	Гістограма демонструє зміну даних за певний період часу й ілюструє співвідношення окремих значень даних. Категорії розташовуються вздовж горизонталі, а значення — уздовж вертикалі. Таким чином, більша увага приділяється змінам у часі. Гістограма з накопиченням демонструє внесок окремих елементів у загальну суму. У тривимірній гістограмі дані порівнюють уздовж двох осей
Лінійна діаграма	Лінійна діаграма відтворює співвідношення окремих компонентів. Категорії розташовані вздовж горизонталі, а значення — вздовж вертикалі. Таким чином, більша увага приділяється співставленню значень, і менша — змінам у часі. Лінійна діаграма з накопиченням відтворює внесок окремих елементів у загальну суму

Закінчення табл. 14

Тип діаграми	Призначення
Графік	Графік відтворює тенденції зміни даних за однакові проміжки часу
Кругова діаграма	Кругова діаграма ілюструє як абсолютну величину кожного елемента ряду даних, так і його внесок у загальну суму. На круговій діаграмі може бути представлений лише один ряд даних. Таку діаграму рекомендовано використовувати з метою підкреслити певний великий елемент. Для полегшення роботи з маленькими частинками в основній діаграмі їх можна об'єднати в єдиний елемент, а потім виділити в окремій діаграмі нарівні з основною
Точкова діаграма	Точкова діаграма відтворює взаємозв'язок між числовими значеннями в кількох рядах і характеризує дві групи чисел у вигляді одного ряду точок у координатах x, y . Ця діаграма візуалізує непарні інтервали даних. Її часто використовують для подання даних наукового характеру. Під час підготовки даних потрібно розташувати в одному рядку або стовпчику всі значення змінної x , а відповідні значення y — у суміжних рядках або стовпчиках
Діаграма із зонами	Діаграма із зонами підкреслює величину зміни протягом певного періоду часу, показуючи суму введених значень. Вона також відтворює внесок окремих значень у загальну суму
Кільцева діаграма	Як і кругова діаграма, кільцева діаграма ілюструє внесок кожного елемента в загальну суму, але, на відміну від кругової діаграми, вона не може містити кілька рядів даних. Кожне кільце в кільцевій діаграмі відтворює окремий ряд даних
Пелюсткова діаграма	У пелюстковій діаграмі кожна категорія має власну вісь координат, що виходить з початку координат. Лініями з'єднуються всі значення певної серії. Пелюсткова діаграма дає змогу порівняти загальні значення даних кількох серій

4. У вікні *Источник данных* перевірити правильність вказівки даних для побудови діаграми. Натисніть *Далее* для продовження чи *Назад* для повернення до попереднього пункту.

5. У вікні *Параметры диаграммы* встановить необхідні параметри: легенду, заголовки, осі, лінії сітки, підписи даних, таблицю даних. Натисніть *Далее>* для продовження.

6. У вікні *Размещение диаграммы* вкажіть розміщення або на поточному аркуші, або на окремому.

Натисніть *Готово* для завершення побудови діаграми або *<Назад* для повернення до попереднього пункту.

Побудова графіків функціональних залежностей

У MS Excel для побудови прямих, поверхонь та різних кривих може бути використаний спеціальний інструмент — *Мастер диаграмм*, що дає можливість будувати різні типи графіків. Для застосування *Мастера диаграмм* слід внести точки графіка в робочу таблицю, викликати *Мастер диаграмм*, задати тип діаграми, діапазони даних і підпис осі x , ввести назви осей. Ознайомимося з використанням *Мастера диаграмм* для побудови графіків у ході розв'язування конкретного прикладу.

Приклад 1. Розглянемо побудову графіка в Excel на прикладі рівняння $y=2x+1$. Нехай потрібно побудувати відрізок прямої, що лежить в I квадранті ($x \in [0;3]$) із кроком $\Delta=0,25$.

Розв'язок. Задачу побудови графіка (як і будь-якої діаграми в Excel) звичайно розв'язують у кілька етапів. Після запуску пакета відкривають чистий робочий аркуш.

Етап 1. Уведення даних. Перше ніж будувати графік прямої $y=2x+1$, слід скласти таблицю даних (x і y) для його побудови в робочому вікні таблиці Excel. Для цього значення x і y варто подати у вигляді таблиці, де стовпчиками є відповідні показники. Нехай у розглянутому прикладі перший стовпчик буде значеннями x , а другий відповідно значеннями y . Для цього в комірку A1 вводимо слово *Аргумент*, а в комірку B1 — слово *Пряма*.

Почнемо з введення значень аргументу. У комірку A2 вводять перше значення аргументу (ліва границя діапазону 0), у комірку A3 — друге значення (ліва границя діапазону плюс крок побудови 0,25). Потім, виділивши блок комірок A2:A3, шляхом автозаповнення отримуємо всі значення аргументу.

Далі вводимо значення прямої. У комірку B2 вводимо її рівняння $=2*A2+1$. Потім шляхом автозаповнення копіюємо цю формулу в діапазоні B2:B14 (табл. 15).

Таблиця 15. Уведення даних для побудови діаграми

	А	В
1	Аргумент	Пряма
2	0	1
3	0,25	1,5
4	0,5	2
5	0,75	2,5
6	1	3
7	1,25	3,5
8	1,5	4
9	1,75	4,5
10	2	5
11	2,25	5,5
12	2,5	6
13	2,75	6,5
14	3	7

Етап 2. Вибір типу діаграми. На панелі інструментів *Стандартная* натискаємо *Мастер диаграмм*. У діалоговому вікні, що з'явилося, *Мастер диаграмм (шаг 1 из 4): тип диаграмм* вказати тип діаграми. У діалоговому вікні *Мастер диаграмм: тип диаграммы* ліворуч наведено список типів діаграм, праворуч — вид варіантів підтипів. Для вказівки типу діаграми спочатку вибирають мишею тип у лівому списку, а потім — підтип діаграми в правому вікні (шляхом натискання лівою клавішею миші на обраний підтип).

У розглянутому прикладі виберемо тип — *График*, вид — *График с маркерами*. Після цього натискаємо *Далее* в діалоговому вікні.

Етап 3. Вказівка діапазону. У діалоговому вікні, що з'явилося, *Мастер диаграмм (шаг 2 из 4): источник данных диаграммы*, вибирають вкладку *Диапазон данных* і в полі *Диапазон* вказують інтервал даних, тобто вводять посилання на комірки, що містять дані, які необхідно представити на діаграмі.

Визначення діапазону (інтервалу) даних є найвідповідальнішим моментом побудови діаграми. Тут необхідно вказати тільки

ті дані, які мають бути зображені на діаграмі (у нашому прикладі — значення точок прямої). Окрім цього, для введення легенди їх також слід включити в діапазон (у прикладі — *Пряма*). Для цього за допомогою клавіші *Delete* потрібно очистити робоче поле *Діапазон* і, переконавшись, що в ньому залишився тільки миготливий курсор, навести курсор миші на ліву верхню комірку даних (B1), натиснути її ліву клавішу і, не відпускаючи її, протягнути вказівник миші до правої нижньої комірки, що містить дані (B14), потім відпустити ліву клавішу миші. У робочому полі повинен з'явитися запис: *=Лист1!\$B\$1:\$B\$14*.

Якщо з першого разу не вдалося одержати необхідний запис у полі *Діапазон*, усі дії слід повторити.

Етап 4. Уведення підписів по осі X (горизонтальної). У діалоговому вікні *Мастер диаграмм* (шаг 2 из 4): *источник данных диаграммы* необхідно вибрати вкладку *Ряд* (клацнувши по ній вказівником миші) і в полі *Подписи оси X* вказати діапазон підписів (у прикладі — *Аргумент*). Для цього варто активізувати поле *Подписи оси X*, клацнувши по ньому вказівником миші, і, навівши його на ліву верхню комірку підписів (A2), клацнути ліву клавішу миші, потім, не відпускаючи її, протягнути вказівник миші до правої нижньої комірки, що містить підпис (A14), потім відпустити ліву клавішу миші. У робочому полі має з'явитися запис: *=Лист 1!\$A\$2:\$A\$14*. Тут, як і для даних, для нас найважливішою є вказівка діапазону A2:A14, що підтверджує правильне введення інтервалів підпису. Після появи необхідного запису діапазону необхідно натиснути *Далее*.

Етап 5. Уведення заголовків. У третьому вікні *Мастер диаграмм* (шаг 3 из 4): *параметры диаграммы* потрібно ввести заголовок діаграми і назви осей. Для цього необхідно вибрати вкладку *Заголовки*, клацнувши по ній вказівником миші. Клацнувши в робочому полі *Название диаграммы* вказівником миші, уведуть із клавіатури в поле назву *Пряма*. Потім аналогічним чином уведуть у поле *Вісь X* (вісь категорій) і *Вісь Y* (вісь значень) відповідно назви *Аргумент* і *Значення*.

Далі в цьому вікні слід вибрати вкладку *Легенда* і вказати, чи потрібна “легенда” (розшифрування кривих). Шляхом клацання мишею встановлюємо прапорець у полі *Добавить легенду*.

Етап 6. Вибір місця розміщення. У четвертому вікні *Мастер диаграмм (шаг 4 из 4)*: розміщення діаграми слід вказати місце розташування діаграми. Для цього перемикач *Поместить диаграмму на листе* встановити в потрібне положення (на окремому аркуші або поточному).

Етап 7. Завершення. Якщо діаграма в демонстраційному полі набула потрібного вигляду, натискають *Готово*. В іншому разі варто натиснути *Назад*, змінити установки і натиснути *Готово*.

Питання для самоконтролю

1. Як ви розумієте поняття “система”? Наведіть приклади.
2. Визначте й охарактеризуйте властивості систем.
3. Наведіть класифікацію систем.
4. Які системи називають ізольованими? Наведіть приклади.
5. Назвіть спільні та відмінні властивості закритих і відкритих систем.
6. Поясніть суть структури систем.
7. Визначте поняття елемента системи.
8. Охарактеризуйте види систем за структурним складом.
9. Опишіть структуру мережевої системи.
10. Перерахуйте типи деревоподібних систем.
11. Дайте визначення поняттю “загальна теорія систем”.
12. Назвіть наукові методи загальної теорії систем.
13. Як ви розумієте поняття “модель”? Наведіть приклади.
14. Наведіть класифікацію моделей.
15. Назвіть призначення біологічних моделей.
16. Порівняйте фізичні та кібернетичні моделі.
17. Визначте тип моделей, перерахованих нижче: штучне серце, штучний нейрон, модель демографічного вибуху Мальтуса, лабораторні тварини.
18. Назвіть типи математичних моделей біологічних об’єктів і явищ за ступенем складності.
19. Розкрийте суть поняття “математичне моделювання”.
20. Охарактеризуйте етапи математичного моделювання.
21. У чому полягають переваги й обмеження методу математичного моделювання?

22. Наведіть приклади математичних моделей.
23. Поясніть суть ІС.
24. Наведіть класифікацію ІС.
25. Визначте мету створення ІС.
26. Назвіть типи задач, які дає змогу вирішувати ІС.
27. Охарактеризуйте життєвий цикл створення і розвитку інформаційних фармацевтичних систем.
28. Які стадії включає процес розроблення нової ІС?
29. Опишіть технологію сортування таблиці даних за одним (двома, трьома) ключем у середовищі табличного процесора.
30. Опишіть технологію вибірки з таблиці даних за умови однозначної відповідності даних критерію пошуку в середовищі табличного процесора.
31. Опишіть технологію вибірки з таблиці даних за умови однозначної відповідності фрагмента даних критерію пошуку в середовищі табличного процесора.
32. Опишіть технологію вибірки з таблиці даних за умови числових нерівностей у середовищі табличного процесора.
33. Назвіть основні концепції БД.
34. Дайте визначення поняттям БД, СУБД.
35. Охарактеризуйте основні вимоги до СУБД.
36. Виділіть основні переваги СУБД під час реалізації на їхній основі автоматизованих пошуково-інформаційних систем.
37. Наведіть приклади структурованих і неструктурованих даних. Відповідь обґрунтуйте.
38. Наведіть класифікацію БД.
39. Назвіть стадії проектування СУБД.
40. Охарактеризуйте основні системи централізованих БД з мережевим доступом.
41. Наведіть класифікацію основних типів моделей даних.
42. Дайте порівняльну характеристику ієрархічної та реляційної моделей даних.
43. Наведіть приклади ієрархічної моделі даних.
44. Опишіть мережеву модель даних.

45. Поясніть суть реляційної моделі даних.
46. Опишіть основні властивості реляційної моделі даних.
47. Дайте характеристику видів взаємозв'язків між відношеннями.
48. Дайте фізичне тлумачення таких елементів математичної моделі багатокомпонентної суміші: невідомі ($x_1, x_2, \dots, x_k$); коефіцієнти при невідомих ($a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1k}$); праві частини ($b_1, b_2, \dots, b_k$).
49. Яким чином формується модель багатокомпонентної суміші?
50. Яке співвідношення між числом рівнянь і числом невідомих у математичній моделі суміші?
51. Що є ознакою фізично неможливої суміші?
52. У яких випадках система лінійних алгебраїчних рівнянь не має розв'язку?
53. У яких випадках система лінійних алгебраїчних рівнянь має безліч розв'язків?
54. Що вивчає теорія оптимізації?
55. Перерахуйте основні типи оптимізаційних задач фармації.
56. Розкрийте суть лінійного програмування.
57. Опишіть технологію вирішення оптимізаційних задач у середовищі табличного процесора.
58. Розкрийте суть процесів формування цільової функції та обмежень фармацевтичної оптимізаційної задачі.
59. Сформулюйте транспортну задачу.
60. Дайте визначення поняттю "висловлювання".
61. Перерахуйте типи висловлювань.
62. Наведіть приклади умовних висловлювань. Відповідь обґрунтуйте.
63. Яке висловлювання називають достовірним? Наведіть приклад.
64. Опишіть множину значень висловлювання.
65. Що складає алфавіт логіки висловлювань?
66. Назвіть множину бінарних операторів.
67. За яким критерієм класифікують оператори на унарні та бінарні?

68. Дайте визначення поняттю “логічні операції”.
69. Яке призначення діаграм Вена?
70. Назвіть властивості логічних операцій.
71. Які логічні функції належать до основних? Відповідь обґрунтуйте.
72. Наведіть приклади словесного способу подання логічних функцій.
73. Подайте табличним способом функцію $(A \wedge B) \rightarrow C$.
74. Розкрийте суть аналітичного способу подання логічної функції.
75. Обґрунтуйте необхідність прогнозування розвитку медико-біологічних процесів.
76. Опишіть технологію апроксимації даних функціональними залежностями.
77. Перерахуйте типи діаграм табличного процесора.
78. Визначте технологію побудови діаграм.
79. Опишіть технологію редагування діаграм.

Розділ 4. ФАРМАЦЕВТИЧНІ ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

Щороку в світі збільшується кількість комп'ютерів, відповідно збільшується кількість тих, хто користується мережею Internet.

Internet — всесвітня комп'ютерна мережа, яка об'єднує в єдине ціле десятки тисяч різнотипних локальних і глобальних мереж, мільйони комп'ютерів і десятки мільйонів людей.

Сучасні інформаційні технології дають можливість усім бажаючим успішно працювати з комп'ютерними мережами. Стало можливим одержувати знання безпосередньо із всесвітнього інформаційного простору, проводячи роботу, яка включає елементи аналізу, подібну до процесу наукових досліджень. Діяльність такого роду активізує процеси, спрямовані на поглиблення знань, пошук додаткового матеріалу і навчання не тільки школярів і студентів, але всіх людей, які займаються самоосвітою.

Існує маса матеріалів з історії розвитку Всесвітньої комп'ютерної мережі. Їх легко можна знайти в багатьох посібниках і підручниках з інформатики, web-дизайну і мов гіпертексту.

Однак на запитання щодо суті Internet на сучасному етапі його розвитку та його ресурсів відповідь відшукати непросто. Можна досить довго розмірковувати на тему, скільки в світі комп'ютерів і яка частина з них має вихід в Internet. Насправді, не кількість комп'ютерів визначає ресурси всесвітньої мережі. Її основною характеристикою є доступність інформації для інших користувачів. Тобто, насамперед, мова йде про ресурси доступних серверів.

На сьогодні Internet — це понад 600 млрд документів, написаних практично на всіх мовах світу і розташованих приблизно на 40 млн серверах. Чому ми вживаємо слово *понад* у поєднанні з лексемою *приблизно*? Справа в тім, що досить складно оцінювати ресурси всесвітньої комп'ютерної мережі в статистиці. Internet — це неймовірно динамічна система.

Вважається, що сьогодні 38 % ресурсів Internet надаються безкоштовно. Здебільшого відкриті джерела Internet перекривають будь-яку, окремо взятую комерційну службу БД. Так, наприклад, найбільша національна служба на початок 2003 року включала тільки 44 млн документів, зосереджених у 3300 БД, а аналогічна державна служба США — понад 4,8 млрд документів, розташованих майже в 29 тис. БД. І використовується в них не лише англійська мова.

Водночас окремі безкоштовні сервери Internet забезпечують пошук тільки приблизно 4 млрд документів (тобто виходить не більше ніж 0,66 % загальної кількості).

Висновки:

1. Можливості пошукових систем обмежені.
2. За потреби знайти матеріал необхідно користуватися великою кількістю пошукових машин.

Подальший розвиток і вдосконалення Internet відбуваються практично безупинно і здійснюються переважно (що декого і дотепер дивує) самими власниками локальних і регіональних мереж, які входять до складу всесвітньої комп'ютерної мережі, причому без команд або яких-небудь розпоряджень “згори”.

Не існує на сьогодні і єдиного плану розвитку всесвітньої комп'ютерної мережі. Internet на сьогодні — це, мабуть, найдемократичніша система у світі. Вона не має ні штаб-квартири, ні дирекції, ні адміністрації у прямому розумінні цих слів. У ній немає і постійно діючої системи контролерів і спостерігачів. Проте Internet реально існує і досить інтенсивно й успішно розвивається.

Сьогодні підключитися до Internet може кожний практично з будь-якого комп'ютера, на якому є відповідне програмне забезпечення і модем, просто шляхом увімкнення комп'ютера, натиснення на клавішу “Підключитися” і чергового виходу в Internet. Причому користувачеві не потрібно знати, як саме влаштована комп'ютерна мережа і за якими принципами вона працює.

Книги, періодичні видання, радіо, телебачення, консультанти, окремі комп'ютерні БД не в змозі конкурувати з Internet. І насамперед, це пов'язано з його оперативністю. Оформлені у вигляді гіпертекстового документа матеріали можна зробити загальним надбанням за лічені секунди. І дійсно, є сайти, на яких

дані поновлюються в автоматичному режимі щомиті (наприклад, біржові звіти, торги, Internet-аукціони).

В Internet-газетах новини поновлюються кілька разів на добу. Тривалість існування деяких матеріалів у всесвітній мережі може обчислюватися як секундами, так і роками. Усі проблеми такого роду надзвичайно ускладнюють проведення об'єктивного кількісного аналізу.

Історія виникнення мережі Internet

У 1969 році Міністерство оборони США започаткувало розроблення проекту, який мав на меті створити надійну систему передачі інформації на випадок війни. Агентство передових досліджень США (ARPA) запропонувало розробити для цього комп'ютерну мережу. Цю місію доручили фахівцям Каліфорнійського університету Лос-Анджелеса, Стенфордського дослідного центру, Університету штату Юта та Університету штату Каліфорнія в Санта-Барбарі. Ця мережа отримала назву ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network — мережа Агентства передових досліджень). У рамках проекту мережа об'єднала названі заклади. Роботу з її створення фінансувало Міністерство оборони США. Мережа ARPANET набула значного поширення в різних галузях науки.

Перший сервер ARPANET було встановлено 1 вересня 1969 року в Каліфорнійському університеті в Лос-Анджелесі. Комп'ютер "Honeywell 516" мав 12 кілобайт оперативної пам'яті. До 1971 року було розроблено першу програму для відправлення електронної пошти мережею, яка відразу набула надзвичайної популярності. У 1973 році до мережі через трансатлантичний кабель було підключено перші іноземні організації з Великобританії та Норвегії.

У 70-х роках мережу переважно використовували для пересилання електронної пошти, тоді саме з'явилися перші списки поштових розсилок, групи новин та дошки оголошень. Але в ті часи мережа ще не могла взаємодіяти з іншими мережами, побудованими за іншими технічними стандартами. До кінця 70-х років почали активно розвиватися протоколи передачі даних, стандартизовані у 1982—1983 роках.

Першого січня 1983 року мережа ARPANET перейшла з протоколу NCP до протоколу TCP/IP, який досі успішно використовується для об'єднання мереж. Саме у 1983 році за мережею ARPANET закріпився термін "Internet".

У 1984 році було розроблено систему доменних назв (Domain Name System — DNS). Тоді ж у мережі ARPANET з'явився конкурент — Національний науковий фонд США (NSF) сформував міжуніверситетську мережу NSFNet (National Science Foundation Network) з дрібніших мереж, включаючи відомі на той час Usenet та Bitnet, яка мала значно більшу пропускну здатність, ніж ARPANET. До цієї мережі за рік під'єдналося близько 10 тис. комп'ютерів. Назва "Internet" перейшла до NSFNet.

У 1988 році було винайдено протокол Internet relay chat (IRC), завдяки якому в Internet з'явилася можливість спілкуватися в реальному часі (чат).

У 1989 році в Європі, у Європейському центрі ядерних досліджень (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire, CERN) "народилася" концепція мереж. Її запропонував видатний британський учений Тім Бернерс-Лі, який протягом двох років розробляв протокол HTTP, мову гіпертекстової розмітки HTML та ідентифікатори URL.

У 1990 році мережа ARPANET припинила своє існування і її місце зайняла конкурентоспроможна NSFNet. Тоді саме було зафіксовано перший випадок підключення до Internet посередництвом телефонної лінії, так зване "дозвонювання" (dial-up access).

У 1991 році мережі стали доступними в Internet, а в 1993 році з'явився відомий веб-браузер (web-browser) NCSA Mosaic.

У 1995 році NSFNet знову набула характеру дослідницької мережі. Маршрутизацією всього трафіку Internet тепер займалися мережеві провайдери (постачальники послуг), а не суперкомп'ютери Національного наукового фонду.

У тому самому році мережі стали основним постачальником інформації в Internet, обійшовши за обсягом трафіку протокол передачі файлів FTP. Було сформовано Консорціум всесвітньої павутини (WorldWideWeb (WWW) Consortium). Можна сказати, що саме мережі надали Internet його сучасного вигляду.

У 90-х роках Internet об'єднав більшість існуючих на той час мереж (хоча деякі, як, наприклад, Fidonet, залишилися відособленими). Завдяки відсутності єдиного керуючого центру, а також відкритості технічних стандартів, що автоматично надавало мережам незалежності від бізнесу чи уряду, об'єднання набуло не-ймовірної популярності. До 1997 року в Internet нараховувалось близько 10 млн комп'ютерів і було зареєстровано понад 1 млн доменних назв (див. далі). У 1998 році папа римський Іоанн Павло II заснував Всесвітній день Internet — 30 вересня.

На сьогодні Internet доступний не лише через комп'ютерні мережі, а й через супутники зв'язку, радіосигнали, кабельне телебачення, телефонні лінії, мережі стільникового зв'язку, електропроводи і навіть водопроводи. Всесвітня мережа стала невід'ємною частиною нашого життя.

Ключові принципи мережі Internet

Internet складається з багатьох тисяч корпоративних, наукових, урядових мереж. Об'єднання різних за архітектурою мереж стало можливим завдяки протоколу IP (Internet Protocol) і принципу маршрутизації пакетів даних. Протокол IP було спеціально створено агностичним відносно фізичних каналів зв'язку. Тобто будь-яка мережа передачі цифрових даних може передавати Internet-трафік. На стиках мереж спеціальні маршрутизатори займаються сортуванням та перенаправленням пакетів даних, базуючись на IP-адресах одержувачів цих пакетів.

Протокол IP утворює єдиний адресний простір у масштабах всього світу, але в кожній окремо взятій мережі може існувати свій власний адресний підпростір, вибір якого ґрунтується на класі мережі. Така організація IP-адрес дає змогу маршрутизаторам однозначно визначати подальший напрямок для кожного, навіть найменшого, пакета даних. У результаті між різними мережами Internet не виникає конфліктів і дані точно і без перешкод передаються від мережі до мережі по всій планеті.

Сам протокол IP виник у дискусіях, які точилися всередині організації IETF (Internet Engineering Task Force), назву якої можна перекласти як група для вирішення завдань проектування

Internet. IETF та її робочі групи досі займаються розвитком протоколів всесвітньої мережі. Комітети цієї організації публікують так звані документи RFC (Request for Comments — запит коментарів). У цих документах даються технічні специфікації і точні пояснення багатьох проблемних питань. Деякі документи RFC організація IAB (Internet Architecture Board — Рада з архітектури Internet) оголошує Стандартами Internet. З 1992 року IETF, IAB та низка інших організацій утворюють Товариство Internet (Internet Society, ISOC) — організаційну основу для різноманітних дослідницьких та консультативних груп, що займаються розвитком Internet.

Протоколи мережі Internet. У цьому разі протокол — це спосіб взаємодії, обміну даними між комп'ютерами при роботі в мережі. Щоб різні комп'ютери могли сумісно працювати, вони повинні “розмовляти однією мовою”, тобто використовувати однакові протоколи. Сукупність цих протоколів називають стеком протоколів TCP/IP.

Найпоширеніші мережеві протоколи відповідно до моделі OSI:

- 1) на прикладному рівні — *DNS, FTP, HTTP, HTTPS, IMAP, LDAP, POP3, SMTP, SSH, Telnet, XMPP (Jabber)*;
- 2) на сеансовому рівні — *SSL, TLS*;
- 3) на транспортному рівні — *TCP, UDP*;
- 4) на мережевому рівні — *BGP, ICMP, IGMP, IP, OSPF, RIP, EIGRP, IS-IS*;
- 5) на рівні каналу — *Ethernet, Frame relay, HDLC, PPP, SLIP*.

Окрім цього, існує ціла низка ще нестандартизованих, але вже досить популярних протоколів. Як правило, це протоколи децентралізованого обміну файлами і текстовими повідомленнями; на основі деяких із них побудовано цілі файлообмінні мережі. Це такі протоколи, як *OSCAR, CDDb, eDonkey, BitTorrent, Gnutella, Skype*.

Служби мережі Internet

На сьогодні найпопулярнішими службами Internet є WWW, web-форуми, блоги, вікі-проекти (у тому числі й вікіпедія),

Internet-магазини, Internet-аукціони, електронна пошта та списки розсилань, групи новин (переважно Usenet), файлообмінні мережі, електронні платіжні системи, Internet-радіо, Internet-телебачення, IP-телефонія, системи обміну повідомленнями, FTP-сервери, IRC.

Субкультура мережі. Сучасний Internet має також дуже багато соціальних і культурних граней. Він є універсальним середовищем для спілкування, розваг і навчання. За допомогою Internet можна здійснювати шопінг та оплачувати послуги. Для багатьох людей Internet — це спосіб заробітку. А в цілому Internet — це віддзеркалення сучасного суспільства та його світосприйняття.

Український сегмент мережі Internet

Історія вітчизняного Internet починається восени 1990 року, коли сектор Юрія Янківського з Міжгалузевого наукового центру технології програмування “Технософт” (керівник — Ігор Вельбицький) підключився до світової мережі Internet, ставши першим українським абонентом Демос/KIAE (мережа RELCOM).

За умов поганої доступності автоматичного телефонного зв'язку в країні, коли надіслати звичайний факс займало майже чотири години, можливість не тільки передати електронну пошту у світову мережу всього за 30 хв (UUCP), а й брати участь у відкритих світових форумах USENET стала дійсним інформаційним проривом спочатку для інженерів “Технософту”, а незабаром і для багатьох інших першопрохідників Internet з України.

Підкорені ідеєю Internet, інженери “Технософту” розгорнули перший український вузол RELCOM і навесні 1991 року розпочали підключати абонентів України. Першим абонентом вже українського сегменту Internet став Інститут кібернетики, а вже до кінця 1991 року вузол “Технософт” обслуговував абонентів не тільки Києва, а й багатьох інших міст України.

Історія домену (так би мовити, виключно українського) Internet починається восени 1991 року, коли українські фахівці розпочали переговори з IANA про виділення для України власного домену, осібно від загального для всього колишнього Ра-

дяньського Союзу — .SU. Першого грудня 1992 року представник IANA Джонатан Постел делегує домен першого рівня коду країни — .UA — провідним українським Internet-фахівцям, обраним Internet-співтовариством.

Код України .UA було встановлено Міжнародним стандартом ISO 3166 для ідентифікації географічної території, а не як засіб ідентифікації держави та/або нації.

У січні 1993 року у м. Славське було проведено конференцію українських Internet-фахівців, на якій делеговано 27 регіональних доменів — для кожної з областей України та окремо для міст Києва і Севастополя.

У 1995 році адміністратором .UA ccTLD делеговано цільові публічні домени COM.UA, GOV.UA, NET.UA. Домен GOV.UA призначений для обслуговування державних установ та організацій України, що здійснюють свою діяльність відповідно до діючого законодавства України. Домен COM.UA делегований в інтересах заздалегідь невизначеного співтовариства користувачів. Тому публічний домен COM.UA є одночасно доменом загального призначення (generic domain). Домени третього рівня в домені NET.UA делегуються юридичним особам, зареєстрованим на території України і декларуючим надання мережевих послуг на території України як провідний вид діяльності. Також було введено короткі, з двох літер, географічні домени-синоніми (km.ua=khmelnysky.ua тощо).

Станом на кінець червня 2007 року київський регіон як і раніше домінує серед користувачів — 61,2 %. Сумарна частка активних регіонів, серед яких Крим, Одеська, Львівська, Дніпропетровська, Донецька, Харківська та Запорізька області, становить 27,6 % користувачів. А в інших регіонах — 11,2 % користувачів Internet. За даними авторитетного Міжнародного агентства Miniwatts Marketing Group InternetWorldStats кількість користувачів Internet в Україні становить 5,2 млн чоловік, а регіональний розподіл найактивніших відвідувачів всесвітньої мережі має такий вигляд: лідерами є Київ (30—35 %) і Харків (15 %); Дніпропетровськ, Донецьк, Львів, Запоріжжя та Одеса — по 7 %, Рівне та Житомир — 0,25 %.

Комп'ютери в мережі Internet класифікують як сервери та робочі станції. Робочі станції — це комп'ютери, за якими працюють користувачі. Сервери — це спеціально виділені машини, призначені для обслуговування робочих станцій. Вони, як правило, мають великі ресурси (апаратні, програмні, інформаційні), які можуть бути виділені для користування в мережі. Сервери постійно перебувають у робочому стані і забезпечують передачу даних у мережі. На серверах встановлюють спеціальне програмне забезпечення, яке називають програмами-серверами, на відміну від програм-клієнтів (програм на робочих станціях користувачів).

Internet — це система взаємопов'язаних мереж, до її складу входять комп'ютери різних типів. Для зв'язку між ними використовують різноманітні канали. Найпоширенішим є телефонна лінія (двожильний дріт). Нарівні з ним використовують супутниковий зв'язок, радіоефір, оптико-волоконний кабель, телевізійний кабель. Взаємодія всіх об'єктів мережі забезпечується використанням спільного мережевого протоколу — своєрідної мови "спілкування" комп'ютерів один з одним.

Протокол є стандартом, який задає порядок обміну повідомленнями на рівні електричних сигналів. Загальноприйнятим протоколом у мережі Internet є TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol). У мережі Internet для передачі даних застосовують принцип комутації пакетів. Дані, які циркулюють в інформаційному полі, розбиваються на невеликі блоки і вкладаються в так звані пакети. Кожний пакет, окрім власне даних, містить заголовок зі службовою інформацією про адресу відправника, адресу одержувача, номер пакета в повідомленні тощо. Пакети передаються від одного вузла Internet до іншого, який розташований ближче до адресата. Пакети одного і того самого повідомлення можуть бути передані навіть різними шляхами. Якщо передача пакета була невдалою, то вона повторюється. У пункті призначення пакети впорядковуються і збираються в один документ. Протокол TCP відповідає за розподіл документів на пакети і збирання їх до купи, а протокол IP — за доставку пакетів адресатові.

Ідентифікація комп'ютерів у мережі. Адресація в Internet

Кожен комп'ютер, під'єднаний до Internet, має свою унікальну адресу навіть у разі тимчасового під'єднання. У будь-який момент часу всі комп'ютери, під'єднані до Internet, мають різні адреси. Адреса в Internet однозначно задає місцезнаходження комп'ютера в мережі. З цією метою використовують спеціальну систему адрес IP-адреси.

IP-адреси застосовують для ідентифікації комп'ютерів у мережі. IP-адреса завжди має довжину 32 біти і складається з чотирьох частин, які називаються октетами. Чотири частини об'єднуються в запис, у якому кожний октет відокремлюється крапкою, наприклад, 198.68.191.10.

За своєю структурою кожна 32-бітова IP-адреса поділяється на дві частини — префікс і суфікс, які утворюють дворівневу ієрархію. Префікс означає фізичну мережу, до якої підключений комп'ютер, а суфікс — окремий комп'ютер у цій мережі. Яка частина адреси належить до префікса, а яка — до суфікса, визначається значеннями перших чотирьох бітів, і відповідно до цього їх поділяють на три основних класи — А, В і С. Для забезпечення максимальної гнучкості IP-адреси виділяють організаціям залежно від кількості мереж і комп'ютерів в організації відповідно до цих класів.

Мережі класу А належать найбільшим світовим постачальникам послуг Internet. Їхня кількість становить 126 і кожна з них може включати майже 17 млн комп'ютерів.

Мережі класу В — середнього масштабу. Їхня кількість може трохи перевищувати 16 тис. У кожній з них міститься 65 534 хостів. Такі мережі обслуговують найбільші університети та інші великі організації.

Мережі класу С належать дрібним постачальникам. Кількість цих мереж може перевищувати 2 млн. Кількість комп'ютерів у кожній мережі досягає 254. Мережі саме цього класу є мережами переважної більшості провайдерів Internet.

Якщо довільну IP-адресу символічно позначити як набір октетів w.x.y.z, то в узагальненому вигляді структуру IP-адрес для основних класів А, В і С можна подати у вигляді таблиці (табл. 16).

Таблиця 16. Структура IP-адрес у мережах класів А, В і С

Клас мережі	Значення першого октету, w	Октет номера мережі	Октет номера хосту	Кількість мереж	Кількість хостів ¹ у мережі
А	1—126	w	x.y.z	126	16 777 214
В	128—191	w.x	y.z	16 384	65 534
С	192—223	w.x.y	z	2 097 151	254

Наведена таблиця дає змогу за відомою IP-адресою комп'ютера швидко визначити клас мережі, її номер і номер комп'ютера в мережі. Наприклад, комп'ютер з IP-адресою 221.132.3.123 розміщений у мережі класу С з ідентифікатором мережі 221.132.3 і має в цій мережі ідентифікатор 123.

Для того щоб відділити префікс від суфікса в IP-адресі, застосовують спеціальне 32-бітне число, яке називається *маскою мережі*. За своєю структурою маска є таким самим набором із чотирьох октетів, як і звичайна IP-адреса. У табл. 17 наведено маски підмереж, які використовують для мереж класів А, В і С.

Таблиця 17. Значення масок підмереж

Клас мережі	Значення маски
А	255.0.0.0
В	255.255.0.0
С	255.255.255.0

Маски підмереж застосовують також для логічного поділу великих мереж на підмережі меншого масштабу.

Уявімо людину, яка користується мережею і регулярно відвідує не один, а кілька десятків чи навіть сотень інтернетівських комп'ютерів. Такому користувачеві потрібно запам'ятати велику кількість наборів цифр, тому йому на допомогу розроблено спеціальну буквену адресацію DNS (Domain Name System). Згідно з DNS-адресацією, усі комп'ютери мають імена адрес, які складаються із сукупності літер, розділених крапками. Наприклад, www.NMU.ua. По-

¹ Хост — комп'ютерний сервер, підключений до глобальної або локальної мережі (Вікіпедія).

перше, літери запам'ятати легше; по-друге — за детальнішим розглядом структура DNS-адреси має чітку логіку. Отже, комп'ютери передають інформацію за допомогою цифрових адрес, а користувачі при роботі з Internet використовують переважно імена адрес. Існують організації, що займаються перевіркою і видачею адрес. Тому не можна самостійно присвоювати собі адресу.

Розглянемо дещо детальніше структуру імені адреси. У мережі Internet використовується доменний спосіб адресації, за якого весь простір адрес абонентів поділяється на зони, які називаються доменами. Така адреса читається справа наліво. На останній правій позиції розміщений домен першого рівня, який надає загальну інформацію. Він може бути двох видів: вказувати або на тип організації, що є власником комп'ютера, або на географію, тобто країну, у якій локалізований комп'ютер. Існує сім варіантів доменів, що вказують на тип організації:

- COM — найпоширеніший домен; вказує на те, що комп'ютер належить комерційній організації;
- ORG — власником є некомерційна організація;
- EDU — власником є університет або інший навчальний заклад;
- MIL — комп'ютер належить державній військовій організації в США;
- GOV — власником є державна невійськова організація;
- INT — власником є деяка міжнародна організація;
- NET — власником є організація, що провадить певні роботи, пов'язані з мережами.

Домен, що вказує на країну, складається з двох літер, які, як правило, повторюють міжнародний код держави: ua — Україна, ru — Росія, us — США, uk — Великобританія, fr — Франція. В імені допускається будь-яка кількість доменів, проте найчастіше використовуються імена з кількістю доменів від трьох до п'яти. Кожен власник, що має домен, може створювати і змінювати підконтрольні йому адреси. Наприклад, якщо в університеті з адресою nmu.edu існує медичний факультет, то для його найменування університету не потрібно одержувати дозвіл, достатньо лише додати нове ім'я до опису адрес свого домену, наприклад, med. У результаті кожен користувач Internet може звертатися до цієї групи за адресою med.nmu.ua.

Для доступу до мережі Internet застосовують кілька способів. Одними з найпоширеніших є звичайне додзвонювання та безпосередній доступ через виділені лінії. Звичайне додзвонювання (dial-up connection) передбачає приєднання вашого ПК до комп'ютера-посередника, який працює в мережі, що є частиною Internet. Це, як правило, комп'ютер організації, що пропонує послуги з приєднання до Internet і називається провайдером послуг. Зв'язок здійснюється часто за допомогою звичайних телефонних ліній. Для цього потрібні модем та комунікаційне програмне забезпечення ПК. Такий спосіб доступу є дешевим, проте з низькою швидкістю передачі даних.

Найкращим є спосіб безпосереднього доступу через виділені лінії (dedicated line connection). Цей тип доступу хоч і високовартісний, проте забезпечує набагато кращу якість зв'язку і швидкість передачі інформації.

Інформаційні ресурси мережі. Мережа Internet сумісна з різними електронними мережами і БД та дає змогу одержати доступ практично до будь-якого виду інформації. Для мільйонів людей різних професій Internet став необхідним інструментом у роботі й універсальним засобом розваг в часи дозвілля.

У зв'язку з цим виникає потреба в програмних засобах, що ефективно вирішували б проблеми пошуку необхідної користувачеві інформації в мережі Internet і відповідали б таким вимогам:

- були б максимально простими в застосуванні;
- здійснювали б пошук в усіх інформаційних ресурсах, доступних через Internet;
- забезпечували якомога більшу релевантність, тобто відповідність знайденої інформації заданим умовам пошуку;
- швидко пристосовувалися до умов постійного відновлення інформації та утворення нових вузлів мережі.

Спектр інформаційних ресурсів, доступних через Internet, надзвичайно широкий. Це десятки мільйонів документів, представлених різними способами, кількість яких постійно збільшується. Залежно від способу подання, виду і характеру інформації класифікують і методи доступу до неї, тому перше ніж схарактеризувати методи пошуку, розглянемо класифікацію інформаційних ресурсів.

Класифікація інформаційних мережевих ресурсів:

- спосіб подання інформації;
- національно-територіальна ознака;
- характер змісту.

Спосіб подання інформації. *Web-сторінки* на сьогодні є основним і найпоширенішим типом інформаційних ресурсів мережі. Це сторінки так званого гіпертексту, тобто тексту, що може містити в собі посилання. Взаємозалежна логічно і за допомогою посилань сукупність гіпертекстових сторінок, розташована в одному місці, формує одиницю, названу сайтом.

У процесі перегляду гіпертекстової сторінки за допомогою спеціальної програми — браузера — користувач може здійснити перехід на іншу сторінку, розташовану, можливо, зовсім в іншому місці. Таким чином, усі web-сторінки в Internet пов'язані між собою довільно. Такий спосіб подання інформації одержав назву Всесвітньої павутини (World Wide Web, або WWW).

Слід зазначити, що крім власне тексту і посилань web-сторінка може містити інформацію, представлену в довільній формі: графічній, звуковій, відео тощо.

Стандартом de facto для подання даних в Internet є мова HTML — Hyper Text Markup Language, що розпізнається браузером. Такі форми подання інформації, як аудіо- і відеоінформація в режимі реального часу, також доступні з WWW-сторінок, однак вимагають застосування додаткових програмних засобів.

Gopher є іншим гіпертекстовим стандартом, що практично не розвивається сьогодні, оскільки підтримує тільки текстову форму подання інформації. Стандартні браузери добре “розуміють” цей формат.

БД також можуть мати інтерфейс в Internet. Інакше кажучи, можуть бути доступними через мережу. БД можуть містити довільну інформацію: публікації, табульовані дані і т. д.

На сьогодні не існує стандартного способу доступу до БД через мережу Internet. Найпрогресивнішим способом є доступ до БД за допомогою тих самих стандартних браузерів, оскільки забезпечує максимальну аудиторію споживачів інформацією.

Хоча з позиції використовуваних ресурсів і часу доступу збереження інформації в БД здійснюється ефективніше, ніж у фор-

маті HTML, для організації такого доступу з боку БД необхідне використання спеціального програмного забезпечення, що здійснює в процесі виконання конкретного запиту переведення даних у формат HTML.

Висока вартість і великий обсяг інформації, звичайно розміщеної в БД, а також значні витрати на організацію доступу до даних з боку мережі зумовлюють здебільшого платний доступ до БД у мережі Internet.

Файлові сервери є традиційним способом збереження даних в Internet. Це комп'ютери, частина дискового простору яких доступна по мережі. Доступ до даних на такому сервері здійснюється за допомогою спеціальних програм, що підтримують протокол передачі файлів (FTP — File Transfer Protocol). Такий протокол вимагає авторизації, тобто ідентифікації користувача, який зробив запит про доступ до даних. Для здійснення доступу до файлів з боку довільного користувача мережі зазвичай використовується так званий анонімний вхід (anonymous). Цей протокол звичайно підтримується стандартними браузерами.

Телеконференції також можуть бути джерелом потрібної інформації, що, як правило, має неофіційний характер. Телеконференції — спосіб спілкування людей, які мають доступ до мережі. Вони призначені для обговорення питань або поширення інформації. Усі телеконференції розділено за тематичною ознакою на рубрики, які називають групами новин (news groups). Інформація, поміщена в телеконференцію, стає на певний час доступна всім бажаючим.

За поширення інформації в такій формі відповідають спеціальні сервери. Кожен може розмістити в групі своє повідомлення (статтю) або послати свою відповідь на чуже повідомлення. Таким чином, можливе одержання негайного зворотного зв'язку від безлічі осіб і детальне обговорення певної проблеми територіально роз'єднаними користувачами. Завдяки останній обставині телеконференції найпопулярніші в науковому середовищі й у приватному житті.

Телеконференції поділяють на *модеровані* (керовані), тобто такі, розміщення статей у які здійснює спеціальна людина — модератор, що виконує переважно цензурні функції, і *немодеровані*.

ні, розміщення статей у які відбувається автоматично за запитом будь-якого користувача мережі. У мережі існують архіви найцікавіших телеконференцій, що також можуть бути використані для одержання інформації.

Національно-територіальна ознака. Досить очевидним є поділ інформаційних ресурсів за мовною ознакою. У силу історико-географічних причин основною мовою в мережі Internet є англійська, але в мережі представлені практично всі мови світу. Деякі із сайтів підтримують кілька мов — на вибір користувача.

Наступна після мовної (і з нею пов'язана) класифікація джерел за географічною ознакою. Довільний інформаційний ресурс переважно належить якій-небудь організації, що здійснює свою діяльність на певній території, і може бути призначений для аудиторії, що перебуває переважно в межах іншого регіону.

Характер змісту. Найважливішим, з практичної точки зору, є поділ за видом і характером поданої інформації, тому що саме інформаційне наповнення (content) зрештою виявляється вирішальним при доборі джерел. Водночас саме цей аспект найважче формалізувати у зв'язку з неоднорідністю поданої інформації. Той самий web-сайт може містити найрізноманітнішу інформацію, тому наведена нижче класифікація певною мірою умовна.

Інформація, розміщена на ресурсі, може бути схематично поділена за видом і характером на такі категорії:

- **тематична інформація** — найцінніший тип інформації, що безпосередньо стосується конкретної предметної галузі (технічна, технологічна, маркетингова тощо). На жаль, інформація цього виду рідко присутня в мережі “в чистому вигляді”. Вона, як правило, виявляється включеною до складу блоків інформації одного з перерахованих нижче типів;

- **наукові публікації**. Цей тип інформації включає статті, реферати, огляди та інші публікації наукового характеру, що зберігаються в Internet. До цієї категорії ресурсів можна віднести і статті деяких телеконференцій. Особливий тип подібних документів становлять маркетингові дослідження, що, однак, зазвичай недоступні в мережі для широкого кола користувачів у зв'язку з високою комерційною цінністю поданої в них інформації;

- **рекламна інформація.** Більшість web-сайтів комерційних компаній, представлених в Internet, мають певною мірою рекламний характер. Вони містять інформацію про саму фірму (так званий профіль компанії — *company profile*), пропоновані нею товари чи послуги, про людей, які займають ключові посади; через сайт може здійснюватися частина роботи з підтримки клієнтів, розміщення відповідей на найпоширеніші запитання тощо;
- **довідкова інформація.** Безліч ресурсів у мережі містить інформацію довідкового характеру: різноманітні довідкові матеріали, посилання на web-сайти компаній, представлені аналогічно традиційним “жовтим сторінкам” або іншим способом, нормативну базу і т. д.;
- **новини.** Ця інформація легко доступна в мережі, однак являє собою “сиру”, неопрацьовану інформацію, що цінна не стільки сама по собі, скільки в контексті інших подій або в динаміці розвитку і часто потребує наступного оброблення;
- **вторинна інформація.** Вторинні джерела пропонують систематизовану і попередньо оброблену інформацію і, отже, мають значну цінність. Джерелами вторинної інформації в нашому разі можуть виступати ресурси, що містять огляди, добірки рефератів, каталоги й іншу подібну інформацію, а також спеціалізовані тематичні сайти.

Технічні засоби пошуку інформації

За принципом організації і використання засоби пошуку можна класифікувати як каталоги (довідники, директорії) і пошукові машини (мал. 80).

Каталоги — це довідники, що містять списки адрес Internet, згруповані за певними ознаками. Як правило, вони об’єднані за темами (наука, мистецтво, новини і т. д.), причому кожна тема розгалужується на підтеми.

Особливість цих засобів пошуку інформації полягає в тому, що створення структури, БД і їх постійне відновлення здійсню-



Мал. 80. Технічні засоби пошуку інформації в мережі

ються вручну, колективом редакторів і програмістів, а сам процес пошуку вимагає особистої участі користувача, який самостійно переходить від посилання до посилання.

Дія **пошукових машин** полягає в постійному послідовному дослідженні всіх вузлів Internet, доступних цій системі пошуку, з усіма їхніми зв'язками і розгалуженнями. У зв'язку з постійним відновленням інформації машина пошуку регулярно повертається через визначений термін (місяць) до вже вивчених вузлів, щоб виявити і зареєструвати зміни. Уся прочитана інформація індексується, тобто створюється спеціалізована БД, у якій закодовано всі досліджені системою сторінки Internet.

У разі надходження запиту від користувача машина пошуку розглядає всю індексовану інформацію і видає список документів, що відповідають завданням пошуку. Знайдені документи ранжуються залежно від місця розташування ключових слів (у заголовку, на початку тексту, у перших параграфах) і частоти їхньої появи в тексті.

Незважаючи на подібний принцип роботи, машини пошуку різняться мовою запиту, зонами пошуку, глибиною пошуку всередині документа, методами ранжування і пріоритетами, тому застосування різних пошукових машин дає різні результати.

Тенденції розвитку засобів пошуку. Пошукові засоби постійно розвиваються. Удосконалення відбувається за всіма головними аспектами: зростання обсягів БД, можливості складання запитів

і доступність інтерфейсу, видача результатів і наявність додаткових сервісних функцій. Системи, що довгий час не впроваджують нових елементів і не оптимізують вже наявні функції, підлягають поступовому вилученню з активного використання.

Провідна тенденція сьогодні полягає в збільшенні кількості опрацьовуваних документів і одночасному поглибленні перегляду джерела. Кілька років тому пошукові засоби були здатні індексувати тільки кілька мільйонів джерел, що на той час включали перегляд web-сторінок, статей конференцій Usenet, файлів Gopher і FTP-серверів. Сучасні системи в середньому індексують близько 50 млн документів (від 31 млн Alta Vista до 69 млн Lycos). При цьому швидкість роботи не тільки не знизилася, а й навіть збільшилася за рахунок використання новітнього програмного й апаратного забезпечення.

Важливо, що пошукові механізми останнього покоління індексують усі слова на web-сторінці або в статті з конференції, тоді як раніше сфера індексування обмежувалась, як правило, назвою, заголовками, першими кількома рядками й адресою документа. Це істотно обмежувало можливість виявлення вузькотематичних матеріалів, оскільки результати пошуку не завжди відтворювали реально існуючі дані. Усунувши цей недолік, сучасні пошукові системи стали надійнішими, ніж їхні попередники.

У найближчому майбутньому повнотекстове індексування стане невід'ємною характеристикою конкурентоспроможних пошукових засобів. Це один із ключових параметрів майбутнього розвитку пошукових інструментів.

Методика пошуку інформації в мережі Internet

Пошук необхідної інформації в Internet можна здійснювати різними способами:

- за допомогою пошукових машин за ключовим словом;
- за допомогою класифікаторів пошукових машин;
- за каталогами і колекціями посилань (загальніші поняття);
- за рейтингами (найпопулярніші ресурси);
- за конференціями, чатами;

- за сторінками посилань (Links) на тематичних сайтах (підкісені, спеціалізовані ресурси);
- немережевими способами (поради друзів, знайомих; реклама в друкованих виданнях).

Розпочинаючи пошук інформації, спершу визначають її тип. Умовно можна виділити чотири типи інформації:

- загальна (наприклад, система кровообігу людини);
- менш загальна (наприклад, серце);
- конкретна (наприклад, лівий шлуночок серця);
- більш конкретна (наприклад, аортальний клапан).

Залежно від типу інформації визначають шляхи пошуку. Інформацію I типу (загальну) шукають за допомогою класифікаторів пошукових машин (наприклад, Яндекс www.Yandex.ru). Якщо відразу сайти з необхідною інформацією не знайдено, то варто переглядати знайдені за класифікатором каталоги і сторінки посилань (Links), розміщені на сайтах подібної тематики. Ці сайти наводяться в класифікаторі за темою і знайденим каталогом. Інформацію II типу (менш загальна) шукають подібним чином, але переважно за каталогами і сторінками посилань. Інформацію III типу — за ключовими словами, що вводяться в рядок пошуку пошукових машин, каталогів, сторінок посилань. Інформацію IV типу — за уточненими даними, що вводяться в рядок пошуку.

Розвиток внутрішнього пошукового механізму. Наступна найважливіша риса — удосконалення внутрішнього пошукового механізму, тобто збільшення кількості операторів та інших елементів складання запитів.

Кілька років тому застосовували тільки два, в кращому разі три класичних логічних оператори: AND (і), OR (або) і NOT (не). Тепер з'явилися NEAR (поруч, біля) в Alta Vista і FOLLOWED BY (наступний) в OpenText — найкорисніші оператори відстані, що дають можливість максимально конкретизувати запит.

Багато систем дають змогу обмежувати пошук за датою створення документа, шукати ключові слова тільки в позначених елементах web-сторінок (назві, заголовках, електронній адресі і т. д.), а також вести пошук точного словосполучення. Новітні розробки також дають можливість виявляти файли певного виду

(наприклад, графічні або аудіо) і мають чутливість до великих і малих літер, а також знаходити дані будь-якою мовою. Усе це дає змогу складати пошуковий запит з великим ступенем точності, що звичайно підвищує релевантність одержаних результатів.

Удосконалення інтерфейсу. Важливе значення має також тенденція до вдосконалення інтерфейсу. Графічні браузері типу Netscape Navigator, Internet Explorer та подібні до них практично цілком витісняють текстові Links, що значною мірою посилює чутливість інтерфейсу порівняно зі станом 2—3 роки тому.

Розробники перших пошукових систем не дуже дбали про комфорт користувачів. У той період набагато важливішим було просто змусити систему працювати. Тому бажаючі скористатися послугами пошукових серверів бачили найчастіше лише рядок для введення запиту, без будь-яких екранів допомоги або прикладів вживання логічних операторів. З цієї причини користувачі часто стикалися з різними проблемами, намагаючись точно сформулювати свій запит.

Системи останнього покоління здебільшого оснащені деталізованим багаторівневим меню, що робить складання запиту максимально простим. За рахунок його застосування користувачам не обов'язково знати принципи роботи булевої логіки — користувачі просто комбінують шукані терміни з наявними умовами пошуку. Меню Power search (поглиблений пошук) в OpenText і Modified search (модифікований пошук) в HotBot — яскраві приклади прогресу в цій сфері.

Сьогодні пошукові засоби також надають деталізовану допомогу, містять приклади складання запитів, файли найпоширеніших запитань. Залежно від отриманих результатів генеруються підказки і рекомендації, спрямовані на усунення типових помилок, яких припускаються при складанні запиту. Сучасний користувач уже не повинен володіти спеціальними знаннями і досвідом для звернення до пошукових засобів.

Оптимізація видачі результату пошуку. Ще однією важливою тенденцією є оптимізація видачі результатів пошуку. У цьому разі можна з упевненістю стверджувати, що пошукові засоби стають інтелектуальнішими. Сьогодні їх блок штучного інтелекту здатний ранжувати результати залежно від їх відповідності кон-

кретному запиту. Програма аналізує розташування слів у документі, їх повторюваність і загальну кількість. На цій основі перелік посилань видається в порядку відповідності запиту, причому посилання на найцінніші джерела видаються на початку списку.

Робота над удосконаленням пошукових засобів (надання їм ще більшого інтелекту) триває, оскільки лише системи з могутньою інтелектуальною базою будуть здатні переробити стрімко зростаючу кількість повнотекстових даних. Зокрема саме системам штучного інтелекту доведеться вирішувати проблему інформаційного “шуму”, що стає все актуальнішою у зв’язку зі збільшенням в Internet кількості матеріалів низької змістовної цінності.

Технологічність і комерціалізація. Немає сумнівів, що еволюція пошукових засобів триватиме. Із розширенням ресурсів Internet їх потенціал буде також зростати. Удосконалюватимуться вже існуючі механізми (приклади постійного оновлення — WebCrawler, Lycos і Alta Vista), а нові системи з новими іменами витіснять старі (типовий приклад — HotBot, що витіснив Inktomi). З упевненістю можна спрогнозувати і появу досконалих нових засобів, створених на базі останніх технологічних досягнень.

Реальною базою для подальшого вдосконалення пошукових засобів є розширення ділової активності в Internet. Безліч компаній вже усвідомили, що створення і підтримка пошукових серверів є справою прибутковою, оскільки їхніми послугами користується величезна кількість людей. Інтерфейси систем стають найвигіднішим місцем для розміщення реклами. Тому розробники пошукових засобів постійно піклуються про те, щоб зробити свій продукт максимально привабливим. Домогтися ж цього можна тільки шляхом постійного підвищення якості роботи систем за всіма розглянутими показниками.

Методи інформаційного пошуку

Типологія методів пошуку. Більш-менш серйозний підхід до вирішення будь-якого завдання ініціюється аналізом можливих методів його розв’язання. Пошук інформації в Internet може бути

реалізований кількома методами, що значно різняться як за ефективністю і якістю пошуку, так і за типом шуканої інформації.

Можна виділити такі **основні методи пошуку інформації** в Internet, що залежно від поставлених мети і завдань використовуються окремо або в комбінації:

- безпосередній пошук з використанням гіпертекстових посилань;

- використання пошукових машин;

- пошук із застосуванням спеціальних засобів;

- аналіз нових ресурсів.

Безпосередній пошук із використанням гіпертекстових посилань. Оскільки всі сайти в просторі WWW фактично виявляються пов'язаними між собою, пошук інформації може бути реалізований шляхом послідовного перегляду пов'язаних сторінок за допомогою браузера.

Хоча цей метод пошуку має досить абсурдний вигляд у мережі, що містить більше ніж 60 млн вузлів, перегляд web-сторінок вручну часто виявляється єдино можливим на заключних етапах інформаційного пошуку, коли механічний перегляд поступається глибокому аналізу. Використання каталогів, класифікованих і тематичних списків та різноманітних довідників також є складовими цього виду пошуку.

Використання пошукових машин. На сьогодні цей метод є одним з основних і фактично єдиним при проведенні попереднього пошуку. Результатом останнього може бути список ресурсів мережі, що підлягають детальному розгляду. Як правило, застосування пошукових машин ґрунтується на використанні ключових слів, що передаються пошуковим серверам як аргументи пошуку: що шукати. Якщо робити все правильно, то формування списку ключових слів вимагає попередньої роботи зі складання тезауруса (див. нижче).

Пошук із застосуванням спеціальних засобів. Цей цілком автоматизований метод може виявитися досить ефективним при первинному пошуку. Одна з технологій цього методу заснована на застосуванні спеціалізованих програм — спайдерів, що в автоматичному режимі переглядають web-сторінки, відшукуючи на них потрібну інформацію. Фактично це автоматизований варі-

ант перегляду за допомогою гіпертекстових посилань, описаний вище (пошукові машини для побудови своїх індексних таблиць використовують подібні методи). Немає потреби наголошувати на тому, що результати автоматичного пошуку обов'язково вимагають наступного оброблення.

Застосування цього методу доцільне, якщо використання пошукових машин не може дати необхідних результатів (наприклад, у силу нестандартності запиту, що не може бути адекватно заданий за допомогою існуючих засобів пошукових машин). У деяких випадках цей метод може виявитися надзвичайно ефективним.

Вибір між використанням спайдера або пошукових серверів — це варіант класичного вибору між застосуванням універсальних або спеціалізованих засобів пошуку.

Аналіз нових ресурсів. Пошук за новоствореними ресурсами може виявитися незамінним при повторному пошуку (циклах пошуку), пошуку найсвіжішої інформації або аналізу тенденцій розвитку об'єкта дослідження в динаміці.

Більшість пошукових машин поновлює свої індекси зі значною затримкою, зумовленою великими обсягами оброблюваних даних, і ця затримка тим більша, що менша популярність теми, яка цікавить користувача. Це слід брати до уваги при реалізації пошуку у вузькоспеціалізованій предметній галузі.

Технологія пошуку з використанням пошукових машин

Визначення географічних регіонів пошуку. Оскільки мета проведення інформаційного пошуку практична — маркетингова, виробнича, суголубо утилітарна тощо, практична цінність інформаційного ресурсу може залежати і від географічного розташування відповідного джерела.

Складання тезауруса. Для ефективного використання пошукових серверів потрібний список ключових слів, складений з урахуванням семантичних відношень між ними, тобто тезаурус. При складанні тезауруса слід передбачити оброблення синонімів, омонімів і морфологічних варіацій ключових слів.

Використання законів Зіпфа. Число, що показує, скільки разів зустрічається слово в тексті, називається *частотою входження слова*. Якщо розташувати частоти за зниженням і пронумерувати, то отримаємо порядковий номер частоти, що називається рангом частоти:

$$\begin{aligned} & \text{Імовірність виявлення слова в тексті} = \\ & = \text{частота входження слова} / \text{кількість слів у тексті}. \end{aligned}$$

Професор Гарвардського університету Джордж Зіпф з'ясував, що якщо помножити імовірність виявлення слова в тексті на ранг частоти, то величина, яку отримаємо, приблизно постійна для всіх текстів, викладених однією мовою:

$$C = \text{частота входження слів} \times \text{ранг частоти} / \text{кількість слів}.$$

Які висновки можна зробити з цих законів? Результати досліджень вищевказаних залежностей для різних текстів показали, що найзначущі слова тексту розміщені в середній частині діаграми, тому що слова з максимальною частотою, як правило, — це прийменники, частки, займенники, в англійській мові — артиклі (так звані стоп-слова), а слова, які рідко зустрічаються, здебільшого не мають вирішального значення.

Складання списку ключових слів. Правильний набір ключових слів має вирішальне значення для оптимального пошуку інформації. Наприклад, увівши в пошукову машину як ключове слово НМУ, ми одержимо список документів, у яких зустрічається ця аббревіатура (Національний медичний університет). Але якщо нас цікавлять документи на вужчу тему, наприклад, фармацевтичний факультет, і ми сформулюємо простий запит з цих двох слів, то пошукова машина видасть нам список із сотень тисяч найменувань, орієнтуватися в якому буде досить непросто. Тому для складання оптимального набору ключових слів використовують процедуру, засновану на застосуванні законів Зіпфа: беруть будь-яке текст-джерело, наближене до шуканої теми, тобто зразок, і аналізують його, виділяючи значущі слова. Текст-джерелом може виступати книга, стаття, web-сторінка, будь-який інший документ.

Видалення з тексту стоп-слів здійснюють у такому порядку:

- обчислюють частоту входження кожного слова і складають список, у якому слова розташовані в порядку зменшення частоти їх повторюваності;
- вибирають діапазон частот усередині списку і добирають з цього діапазону слова, що найповніше відповідають змісту тексту;
- складають запит до пошукової машини у формі перерахування відібраних у такий спосіб ключових слів, пов'язаних логічним оператором АБО (OR). Запит у такому вигляді дає змогу знайти тексти, у яких зустрічається хоча б одне з перерахованих слів.

Кількість документів, отриманих у результаті пошуку за таким запитом, може виявитися дуже великою. Однак завдяки ранжуванню документів (розташуванню їх у порядку зменшення частоти входження слів запиту в документ), що застосовує більшість пошукових машин, на перших сторінках списку практично всі документи виявляються релевантними, причому документ-джерело може розташуватися далеко від початку.

Адекватнішою є структура тезауруса у вигляді так званих семантичних зрізів: для кожного основного терміна окремо будується таблиця супутніх і “шумових” слів (які не повинні зустрічатися в джерелі). Деякі пошукові машини (AltaVista) дають змогу реалізувати цей захід. Таким чином, замість єдиної ієрархічної структури термінів ми одержуємо пакет таблиць, що можуть розширюватися і модифікуватися окремо.

Добір пошукових машин. Встановлюється послідовність використання пошукових машин відповідно до зменшення очікуваної ефективності пошуку із застосуванням кожної машини. Усього відомо близько 180 пошукових серверів, що різняться за регіонами охоплення, принципами проведення пошуку (а отже, за мовою і характером запитів), обсягом індексної бази, швидкістю відновлення інформації, здатністю шукати “нестандартну” інформацію тощо. Основними критеріями вибору пошукових серверів є обсяг індексної бази сервера і ступінь розвиненості самої пошукової машини, тобто рівень складності сприйнятих нею запитів.

Складання і виконання запитів до пошукових машин — найскладніший і трудомісткий етап, пов'язаний з обробленням вели-

кої кількості інформації (переважно “шумової”). На основі тезауруса формуються запити до обраних пошукових серверів, після чого можливе уточнення запиту з метою відсікання очевидно нерелевантної інформації. Потім добираються ресурси, починаючи з найцікавіших, з позицій мети пошуку. Дані з ресурсів, визначених релевантними, збираються для наступного аналізу.

Формування запитів. Як формат, так і семантика запитів варіюють залежно від застосовуваної пошукової машини і конкретної предметної галузі. Запити складаються так, щоб зона пошуку була максимально конкретизованою і звуженою. Перевага віддається використанню кількох вузьких запитів порівняно з одним розширеним. Загалом для кожного основного поняття з тезауруса готується окремий пакет запитів. Так само відбувається пробна реалізація запитів — як для уточнення і поповнення тезауруса, так і з метою відсікання шумової інформації.

Мова запиту різних машин пошуку переважно є поєднанням:

1) логічних операторів AND, OR, NOT:

— AND (І) — здійснюється пошук документів, що містять усі терміни, об’єднані цим оператором;

— OR (АБО) — шуканий текст має містити хоча б один із термінів, об’єднаних цим оператором;

— NOT (НЕ) — пошук документів, у тексті яких відсутні терміни, розміщені за цим оператором;

2) операторів відстані, які обмежують порядок наступності і відстань між словами, наприклад:

— NEAR — другий термін має розташовуватися на відстані від першого, що не перевищує визначену кількість слів;

— FOLLOWED BY — терміни йдуть один за одним у заданому порядку;

— ADJ — терміни, об’єднані оператором, є суміжними;

3) можливості обмежувати терміни, тобто використовувати символ “*” замість закінчення терміна, що дає змогу включати до шуканого списку всі слова, які походять від його початкової частини (шаблону);

4) обліку морфології мови — машина автоматично враховує всі можливі форми терміна;

5) можливості пошуку за словосполученням, фразою;

- 6) обмеженням пошуку елементом документа (слова запиту мають міститися в заголовку, першому абзаці, посиланнях і т. д.);
- 7) обмеженням за датою опублікування документа;
- 8) обмеженням співпадінь термінів;
- 9) можливістю пошуку графічних зображень;
- 10) чутливістю до великої і малої літери.

Результат запиту (список посилань) обробляється в два етапи. На першому етапі відсіюються достовірно нерелевантні джерела, що потрапили у вибірку в силу недосконалості пошукової машини або недостатньої “інтелектуальності” запиту. Паралельно здійснюється семантичний аналіз, що має на меті уточнити тезаурус для модифікації наступних запитів. Подальше оброблення реалізується шляхом послідовного звернення до кожного зі знайдених ресурсів і аналізування інформації, яка в них міститься.

Аналіз ресурсів і збирання інформації

Первинний аналіз ресурсів ґрунтується на анотаціях у разі їх наявності та на ознайомленні з інформаційним наповненням ресурсу. Інформація з відібраних джерел отримується із застосуванням відповідних методів, що може потребувати значних комунікаційних, обчислювальних і дискових ресурсів.

Виділяють такі типи інформаційних web-ресурсів:

- комерційні сайти компаній;
- вторинні інформаційні сайти;
- джерела аналітичної інформації;
- регіональні інформаційні ресурси.

Проблеми, що виникають у процесі пошуку інформації

Одна з проблем суто методологічного характеру. Для забезпечення ефективності пошуку слід одночасно вирішити два протилежних завдання:

- розширити охоплення з метою витягу максимальної кількості значущої інформації;

— зменшити охоплення з метою мінімізувати “шумову” інформацію.

Зрозуміло, що одночасно здійснити це досить складно, хоча найчастіше все-таки можливо. Один із методів (якщо пошукова машина в змозі виконати) — це введення явних обмежень (заборонених слів). Інший полягає в правильному формуванні запитів, зокрема в переважному використанні кількох конкретизованих запитів порівняно з одним загальним. На жаль, досить обмежена вхідна мова більшості машин не залишає особливого простору для творчості в цьому напрямку.

Інша проблема — багатоваріантність людської мови. Якщо в англійській мові деякі слова мають безліч різних значень, то українська та російська мови вирізняються багатством морфологічних варіацій слів, а для повноти пошуку слід враховувати ще й синоніми.

Ще одна особливість україномовної та російськомовної частини мережі — її нестабільність. Постійно змінюються адреси і структура сайтів, вони з’являються і зникають, і пошукові машини не встигають поновлювати свої бази індексованих даних, тому значна частина списку документів, виданого вам машиною, може виявитися недоступною. Поява у вересні 1997 року системи Yindex-Web, що поновлює свої дані раз на тиждень, спричинила якісний стрибок вперед у вирішенні цієї проблеми.

Мета-засоби пошуку

Мета-засоби пошуку дають змогу вдосконалити процес шляхом запуску одночасно кількох засобів пошуку. Цей спосіб значно підвищує якість пошуку, поєднуючи переваги і можливості усіх використовуваних засобів. Однак іноді пошук із застосуванням мета-засобів може виявитися дуже повільним, тому що вони змушені координувати в часі надходження результатів оброблення запиту від кількох серверів і проблеми, що виникли в одного з них, можуть призупинити роботу всієї системи.

Ще одним недоліком мета-засобів є те, що вони не дають змоги використовувати можливості мови запиту кожного із застосовуваних пошукових засобів і заглянути в їхні довідкові посібники.

MetaCrawler підключає 9 пошукових систем одночасно. Перевіряється можливість доступу до знайденої інформації, відповідність змісту заданому критерію. Можна сортувати інформацію за територіальним наближенням, за наближенням до визначеного вузла, стосовно компанії тощо. Можливий пошук російською мовою. Існує можливість персонального налаштування інтерфейсу.

SavvySearch запускає одну з чотирьох груп, що складаються з трьох пошукових систем:

- WebCrawler, Yahoo!, Lycos;
- Galaxy, Excite, DejaNews;
- FTPSearch95, Yellow Pages, Infoseek;
- Magellan, Nlight, PointSearch.

Характерні пошукові можливості з використанням операторів AND і OR. Можливий пошук багатьма мовами світу.

All-in-One — добре структурована мета-машина з деревоподібною класифікаційною структурою, на верхньому рівні якої розміщені весь Internet, особисті інтереси, пошукові засоби, сторінки приватних осіб, новини і погода, література та ін. Уточнюючи зміст кожної групи, можна потрапити на наступний рівень. Використовує близько 200 пошукових засобів.

Internet Sleuth охоплює 1500 БД. Можна запустити одночасно до 10 пошукових систем із 24 наявних у меню. Використовує оператори AND, OR, NOT. Для кожної пошукової машини можна задати свій критерій і своє обмеження часу пошуку. Тематичний пошук ведеться по великій кількості періодичних видань та інформаційних служб багатьох країн. Для групи “Новини” використовується 39 джерел.

Пошукові машини

Rambler

1. Близько 4000 web-вузлів, тижневий архів телеконференцій Relcom.

2. Усі слова в документі.

3. Оператори AND, OR, NOT. Можливість усічення термінів. Обмеження за датою. Простий запит — 30 посилань, поглиблений — 1000.

4. Назва документа, резюме, розмір файла, адреса, дата останнього відновлення, ступінь відповідності, кодування.

5. Зручний інтерфейс, висока швидкість дії, повна інформація на виході. Слабка оперативність відновлення інформації.

Aport!

1. Шістнадцять серверів.

2. Усі слова в документі.

3. AND і OR. Пошук за фразою (у подвійних лапках). Можливість усічення термінів. Чутливість до малої і великої літери.

4. Назва документа, резюме, розмір файла, адреса, дата останнього відновлення, ступінь відповідності запиту, кодування.

5. Зручність для користувача, висока швидкість дії.

Російська машина пошуку

1. Понад 900 російськомовних вузлів.

2. Усі слова в документі.

3. AND і OR. Пошук за окремою фразою. Обмеження пошуку за визначеними елементами web-сторінок (назва, ключові слова, автор тощо). Користувач може встановити або відмінити чутливість до малих і великих літер і вказати кількість можливих помилок у шуканому слові в разі відсутності впевненості в його написанні.

4. Назва документа, резюме, адреса, ступінь відповідності запиту.

5. Багатоваріантність пошукового розпорядження. Незвична форма видачі результату.

Yandex-Web

1. Серверів 5000 — уся російська частина Internet, включаючи домени .RU, .SU, а також російськомовні ресурси в інших доменах.

2. Усі слова в документі.

3. AND, OR, NOT. Дає змогу здійснювати пошук усередині абзацу, документа, у заголовках та інших полях, а також із вказівкою відстані між словами. Пошук за фразою. Облік морфології російської мови. Чутливість до малої і великої літери. Можливість простого і складного запиту. Пошук у знайденому.

4. Заголовок, початок тексту документа, розмір файлу, дата й адреса, ступінь відповідності запиту, кодування. Можливість “підсвічування” слів у тексті, що відповідають пошуковому розпорядженню.

5. Індексція забезпечує нормалізацію слів та унікальність документа. Широке охоплення, зручний інтерфейс, висока швидкість дії, висока оперативність відновлення інформації (раз на тиждень).

Цей опис не претендує на вичерпне охоплення засобів пошуку. Докладнішу інформацію можна одержати, вивчаючи інші варіанти списків пошукових засобів, доступні в Internet.

Практичні приклади і рекомендації з пошуку інформації

Формування запиту

Розглянемо приклади формування різних варіантів запиту до пошукових машин на прикладі мови запитів системи Yandex-Web, що на сьогодні є досить потужною, швидкодіючою та оперативною машиною пошуку в Internet.

Простий запит з одного слова. Yandex враховує морфологічні особливості будь-якої мови — незалежно від форми ключового слова він знайде всі його можливі варіанти (число (однина, множина), відмінок, дієвідміна тощо).

Використовуємо як запит слово “МАРП”. У результаті на виході одержимо список із 72 документів, які містять цю аббревіатуру.

Простий запит із безлічі слів. Yandex дає можливість використовувати як запит текстовий рядок, що містить до 250 символів. Для введення простого запиту потрібно набрати в рядку запиту ключові слова, розділені пробілом.

Простий запит передбачає, що слова пов’язані логічним оператором АБО, тобто машина шукає документи, у яких згадується хоча б одне з цих слів, і на виході ранжує їх за кількістю знайдених слів, їхнім значенням, повторюваністю, наближеністю в тексті й іншими параметрами. Враховується морфологія всіх термінів простого запиту.

Для складання списку ключових слів можна скористатися методикою, викладеною в розділі “Методи інформаційного пошу-

ку”. Як текст-джерело можна використати документ зі списку попереднього прикладу “Інформаційні можливості МАРП”.

Для автоматизації процесу аналізу тексту можна використовувати програму-аплет, розташовану за адресою www.shipbottle.ru/ir/. Програма обчислює повторюваність кожного слова, відсіює стоп-слова, але не враховує морфологію (табл. 18).

Таблиця 18. Принцип роботи програми-аплет

Слово	Частота його входування	Ключові слова
Інформація	11	+
База	10	+
Марп	9	+
Даних	9	+
Вге	8	—
Містить	7	+
Підприємств	7	+
Інформацію	7	+
Країн	6	—
Система	6	+
Пошук	6	—
Діяльності	6	+
Більш	6	—
Фіrm	5	+
Бюро	5	+
Ооо	5	—
Розвитку	4	+
Проекти	4	+
Продукції	4	+
Пропозиції	4	+
Пропозицій	4	+
Інформаційна	4	+
Число	3	—
Країнах	3	—
Співробітництві	3	—

Закінчення табл. 18

Слово	Частота його входження	Ключові слова
Мережі	3	—
Відповідності	3	—
Світ	3	—
Огляд	3	—
Новини	3	—

Обмежимо діапазон частот від 4 до 11 і виберемо ключові слова в цьому діапазоні, як показано в списку. Запишемо їх послідовно в рядок запиту: *інформація база марп даних містить підприємств* і т.д. (усього 22 слова без врахування морфології).

Запустимо машину і в результаті одержимо список із 36 935 документів, у якому на першому місці стоїть наш документ-джерело, що свідчить про оптимальність і повноту нашого вибору ключових слів.

Розглянемо вплив діапазону повторюваності при виборі ключових слів на результат пошуку. Помістимо в запит тільки ключові слова з діапазону частот від 9 до 11: *інформація база марп даних*. Результат — 72 тисячі документів, текст-джерело — на 4-у місці, ступінь відповідності — 0,990.

Обмежимося діапазоном від 4 до 8: *містить підприємств інформацію система*...Результат — 71 098 документів, текст-джерело — 187-е в списку, ступінь відповідності — 0,121.

Висновок: набір ключових слів з першого діапазону виявився більш значущим для тексту, ніж з другого; використання слів другого діапазону дає змогу здійснити ширший пошук за тематикою тексту; застосування обох діапазонів дає оптимальне поєднання широти і вибірконості пошуку.

Пошук без обліку морфології. Щоб зафіксувати словоформу так аби машина не розглядала морфологічні варіації, у рядку запиту перед терміном ставиться знак оклику. Наприклад: *!інформація !база !марп !даних*...Результат — 528 документів. Як і очікували, обсяг пошуку значно скоротився.

Пошук з оператором І. У строгому варіанті запиту використовуються оператори, логічні вирази, спеціальні функції. Оператор

АБО в строгому запиті позначається комою. Оператор I (&) означає, що текст повинен містити всі терміни або логічні вирази, поєднані цим оператором. У мові запитів Yandex один значок оператора означає його дію в межах абзацу, а два поспіль — у межах всього тексту. Наприклад: *інформація && база && марн && даних &&...* Одержали цікавий результат: у списку — три документи, причому наше текст-джерело розмістилося на 2-у і 3-у місцях (розташовано за двома адресами), а на першому — “Список учасників виставки “Ринок інформації””.

Так чи інакше, ми одержали наочну ілюстрацію того, як оператор I до певної межі звужує пошук.

Пошук за відстанню. Yandex дає можливість задавати наступність і відстань між словами. Відстань між словами A і B становить: 1 (B наступний після A), 2 (B розташоване після A через одне слово) і т. д. Або -1 (B розташоване перед A), -2 ...

Знак “/” між словами, за яким розміщується число, означає, що відстань між ними не повинна перевищувати цієї кількості слів. Наприклад, “*розвиток/3підприємництва*” означає, що мають бути знайдені документи, які містять обидва слова, і відстань між ними не має перевищувати трьох слів. У загальному вигляді це обмеження задається формулою /(nm), де n — мінімально, а m — максимально допустима відстань. Звідси випливає, що запис /n еквівалентний /(-n+n), а запис /+n еквівалентний /(+n+n).

Коли знаки обмеження стоять після подвійних операторів, то використані числа вказують на відстань не в словах, а в абзацах:

1) *розвиток/(+1+4) підприємництва* — слова мають іти одне за одним у такому порядку на відстані від 1 до 4 слів. Результат — 1430 документів;

2) *розвиток/+1підприємництва* — пошук словосполучень “розвиток підприємництва”. Результат — 722 документи.

Оператор НЕ. У мові Yandex цей оператор позначають “-” і так само його одноразове використання означає виключення наступних за ним термінів у межах абзацу, а подвійне — у межах усього тексту. Наприклад: *підприємство ~~ мале* — пошук за словом “підприємство” за винятком текстів, що містять слово “мале”. Результат — 111 454 документи.

Пошук за словосполученням або фразою. Шукане словосполучення в запиті записується в лапках: “мале підприємство”. Результат — 2262 документи.

Складний запит. Yandex дає змогу використовувати замість слів цілі логічні вирази, при цьому їх потрібно брати в дужки: *(мале, середнє)/+1підприємство* — задає пошук документів, що містять кожне зі словосполучень “мале підприємство” або “середнє підприємство”. Результат — 2843 документи.

Обмеження зони пошуку

Можна обмежити пошук двома зонами: у заголовках (ім'я зони “Title”) або в посиланнях (ім'я зони “A”). Запит має вигляд: *\$ім'я зони логічний вираз*. Наприклад: *\$Title_(інформаційні, можливості, марп)* — пошук документів, що містять у заголовку хоча б одне з цих трьох слів. Результат — 3543 найменування.

Пошук у знайденому дає змогу здійснити пошук за документами, знайденими в попередньому запиті. Для цього наприкінці запиту потрібно поставити символ “\$\$” або просто зробити оцінку у віконці “пошук у знайденому”, розташованому на сторінці запиту. Ця функція дуже зручна для послідовного звуження пошуку.

Інші функції:

- пошук “подібних документів” — запит за зразком;
- пошук у каталогах із зазначенням потрібного розділу;
- надання ваги слову, яке враховується при ранжуванні знайдених документів;
- уведення уточнюючих слів або виразів.

Мова пошукової машини Yandex має найповніший набір можливостей у пошуку, тому, освоївши його, ви без проблем зорієнтуєтесь у мові запиту будь-якого іншого засобу пошуку.

Практичні рекомендації користувачеві

Ознайомимось із додатковими порадами щодо організації особистого доступу до глобальних інформаційних ресурсів з метою поліпшити пошук:

- оволодіння користувацькими інструментами і технікою;
- оволодіння технічними і теоретичними засадами Internet;
- ведення обліку особливостей мови і специфіки документального пошуку.

Не забувайте про команду Find вашого браузера. Якщо ваш браузер містить у меню *Файл*, *Правка* або *Вид*, команду *Find* (знайти) використовуйте для знаходження ключових слів сторінки, які важко виявити. Щоб відшукати слово, яке вам потрібне, скористайтеся комбінацією клавіш CTRL+F у вашому браузері і введіть шукане ключове слово.

Фіксуйте результати за допомогою посилань і закладок:

1. Зберігайте посилання на важливі і часто відвідувані сторінки, використовуючи команду *Добавить в "Избранное"*. Використовуйте подібні механізми для реєстрації попередніх результатів пошуку в процесі швидкого добору з метою подальшого докладного вивчення.

2. Підтримуйте свою персональну колекцію посилань у робочому стані: актуалізуйте і систематизуйте її, видаляйте застарілі і непотрібні.

3. Деякі машини пошуку, наприклад AltaVista, дають змогу позначати закладкою успішний результат пошуку. Завдяки цьому пізніше можна повернутися до цієї добірки документів і переглянути її.

4. Існують спеціалізовані програмні засоби — модулі розширення, що інтегруються, для стандартних браузерів, які індексують інформаційні ресурси раніше відвідуваних вузлів. Вони здатні виконувати повнотекстовий пошук документів на будь-якому вузлі, включаючи результати оброблення запитів.

Зберігайте копії важливих документів. Активно використовуйте команди контекстного меню *Сохранить объект как...* і *Сохранить рисунок как...*, а також команду меню *Файл Сохранить как...* для створення копій необхідної вам інформації з мережі Internet на локальному ресурсі вашого ПК. У такий спосіб можна вирішити певні проблеми:

1) тимчасовості і недовговічності (коли з адрес згодом зникають сторінки і цілі сайти);

2) концентрації уваги винятково на меті визначеного етапу пошуку (наприклад, добір адрес або попередній перегляд знайденої інформації);

3) економії часу on-line підключення і переведення вивчення відібраних матеріалів у режим off-line.

Не втрачайте самоконтроль. Інтерактивне середовище WWW захоплює, і найчастіше після кількох десятків хвилин web-серфінгу ми забуваємо, як потрапили на цей сайт, що хотіли знайти і за якою адресою розташована щойно переглянута унікальна інформація. І в цьому разі не зневажайте функціями (клавішами) вашого браузера *Назад* і *Вперед*, що допомагають упорядкувати навігацію.

Щоб не втрачати інформацію і час, привчіть себе завжди явно визначати мету майбутнього on-line сеансу і намагатися не відступати від неї, залишаючи інші виниклі в ході роботи ідеї і бажання на потім. Планування пошукової роботи по етапах також дасть результат: пошук стане усвідомленим і систематичним, а результат — повнішим і точнішим.

Питання для самоконтролю

1. Опишіть складові комп'ютерної мережі.
2. Поясніть суть поняття “комунікаційне програмне забезпечення”.
3. Охарактеризуйте комунікаційне програмне забезпечення мережі.
4. Наведіть класифікацію комп'ютерних мереж.
5. Охарактеризуйте на прикладі особливості локальних мереж.
6. Дайте визначення поняттю “корпоративні мережі”. Наведіть їх коротку характеристику.
7. Назвіть ресурси корпоративної мережі.
8. Назвіть відомі вам глобальні мережі.
9. Опишіть протоколи мережі Internet.
10. Як відбувається ідентифікація комп'ютерів у мережі?
11. Виділіть основні типи доменів, що вказують на тип організації в мережі.
12. Перерахуйте основні послуги Internet.
13. Опишіть технологію роботи з електронною поштою.
14. Визначте структуру електронного аркуша.

15. Розкрийте суть сервера WWW.
16. Сформулюйте правила ефективного пошуку інформації в Internet.

Список літератури

Белоцерковский О.М. Математическое моделирование — отрасль информатики //Кибернетика. Становление информатики. — М.: Наука, 1986. — С. 45—51.

Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. — М.: Наука, 1984. — 265 с.

Варфоломеев С.Д., Гуревич К.Г. Биокинетика. — М.: Б. и., 1999. — 280 с.

Гельман В.Я. Решение математических задач средствами Excel: Практикум. — СПб.: Питер, 2003. — 235 с.

Герасимов А.Н. Математические модели в биологии, экологии и медицине. — М.: МИФИ, 1998. — 143 с.

Глушаков С.В., Мельников И.В. Персональный компьютер. — Х.: Фолио, 2000. — 499 с.

Глушков В.М. Основы безбумажной информатики. — М.: Наука, 1982. — 362 с.

Додж М., Стинсон К. Эффективная работа с Microsoft Excel 2000. — СПб.: Питер, 2001. — 1056 с.

Домарев В.В. Безопасность информационных технологий. Методология создания систем защиты. — К.: ООО "ТИД "ДС", 2001. — С. 612—665.

Ефимова О.В., Морозов В.В. Практикум по компьютерной технологии. — М.: АБФ, 1198. — 560 с.

Жалдак М.І., Триус Ю.В. Основи теорії і методів оптимізації: Навч. посібник. — Черкаси: Брама-Україна, 2005. — 608 с.

Защита информации. Термины и определения: Словарь/ Составитель В.И. Парфенов// Вопросы защиты информации. — 1996. — С. 3—4.

Кайданов Л.З. Генетика популяций. — М.: Высш. шк., 1996. — 356 с.

Канторович Л.В. Математические методы в организации и планировании производства. — Л.: Изд-во ЛГУ, 1939. — 125 с.

Лазарев Н.И., Вельма С.В. Практикум по информационным технологиям в фармации (на основе интенсивных методик обучения): Учеб. пособие для студентов фармацев. вузов. — Х.: Изд-во НФАУ “Золотые страницы”, 2002. — 264 с.

Лях Ю.Е. Роль и место имитационного моделирования в системном анализе медико-биологических объектов// Вестник гигиены и эпидемиологии. — 1997. — Т.1, №1. — С. 8—17.

Марценюк В.П. Проектування та використання баз даних у медицині. — Тернопіль: Укрмедкнига, 2001. — 178 с.

Марценюк В.П., Семенець А.В. Медична інформатика. Інструментальні та експертні системи. — Тернопіль: Укрмедкнига, 2004. — 118 с.

Морзе Н.В. Методика навчання інформатики: Навч. посібник: У 3 ч. /За ред. М.І. Жалдака. — Ч. II: Методика навчання інформаційних технологій. — К.: Навчальна книга, 2004. — 278 с.

Одум Ю. Основы экологии. — М.: МИР, 1975. — 386 с.

Парновский Б.Л., Зименковский А.Б., Крамаренко Г.В., Яцкова Г.Ю. Фармацевтическая информация в Украине// Провизор. — 2004. — №7. — С. 9—11.

Пикуза В., Геращенко А. Экономические и финансовые расчеты в Excel: Самоучитель. — СПб.: Питер, 2002. — 335 с.

Самоучитель работы на компьютере/ Под ред. С. Симоновича. — М.: Десс, 1999. — 654 с.

Свердлан П.Л. Вища математика. Аналіз інформації у фармації та медицині: Підручник. — Львів: Світ, 1998. — 332 с.; іл.

Теоретические исследования физиологических систем. Математическое моделирование/Под ред. Н.М. Амосова. — К.: Наукова думка, 1977. — 246 с.

Тимошок Т.В. Microsoft Access 2002: Краткое руководство. — М.: Издательский дом “Вильямс”, 2004. — 272 с.; ил.

Типова програма з курсу “Інформаційні технології в фармації” для студентів вищих фармацевтичних закладів освіти та фармацевтичних факультетів вищих медичних закладів освіти/ М.І. Лазарев, В.С. Власов, О.С. Островський та ін. — К.: ЦМК МОЗ України, 2000. — 20 с.

Трофимова Т. Организация учета лекарственных средств в аптеке по системе штрихового кодирования// Провизор. — 2005. — №1. — С. 11—14.

Туликов В.О., Зупанець І.А., Тихонов О.І. Експериментальне вивчення стабільності та прогнозування строків зберігання ін'єкційної лікарської форми з глюкозаміном та кислотою ацетилсаліциловою // Вісн. Фармації. — 1998. — №2. — С. 39—43.

Чалий О.В., Дяков В.А., Хаймзон І.І. Основи інформатики: Навч. посібник. — К.: Вища шк., 1993. — 142 с.; іл.

Шафран Ю.А. Основы компьютерной технологии. — М.: АБФ, 1998. — 656 с.

Энциклопедия кибернетики: В 2 т./ Отв. редактор В.М. Глушков. — К.: Главная редакция УСЭ, 1976. — 659 с.

Яблоков А.В. Популяционная биология. — М.: Высш. шк., 1987. — 110 с.

uk.wikipedia.org. Свободная энциклопедия Википедия.

www.provisor.com.ua. Офіційний сайт журналу "Провизор".

Навчальне видання

Булах Ірина Євгенівна
Войтенко Леся Петрівна
Кухар Людмила Олександрівна
та ін.

Інформаційні технології у фармації

Підписано до друку 10.06.2008.

Формат 60×84 1/16. Папір офсет.

Гарн. Шкільна. Друк офсет.

Ум.-друк. арк. 13,02.

Зам. № 8-338.

Видавництво "Медицина"

01034, м. Київ, вул. Стрілецька, 28.

Свідомство про внесення до Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів книжкової продукції.

ДК № 1585 від 01. 12. 2003.

Тел.: (044) 581-15-67, 234-36-63.

E-mail: med@znannia.com.ua



Віддруковано на ВАТ „Білоцерківська книжкова фабрика”,
09117, м. Біла Церква, вул. Леся Курбаса, 4.
Впроваджена система управління якістю згідно з міжнародним
стандартом DIN EN ISO 9001:2000.