

І. О. ЗАВАДСЬКИЙ, А. П. ЗАБАРНА

Microsoft Excel у профільному навчанні

Серія «Інформатика. Профільне навчання»

Схвалено
Міністерством освіти і науки України

Київ
Видавнича група ВНУ
2011

УДК 004.451.9(076)
ББК 32.973.26-018.2я7
З-13

Рецензенти: П. П. Кулябко, доцент Київського національного університету ім. Тараса Шевченка, канд. фіз.-мат. наук,
Д. І. Кожем'яка, вчитель інформатики Фінансово-правового ліцею Фінансово-правового коледжу КНУ ім. Т. Шевченка.

*Схвалено для використання у загальноосвітніх
навчальних закладах
(протокол №1 від 13.01.2011 р.)*

Завадський І. О., Забарна А. П.

З-13 Microsoft Excel у профільному навчанні / І. О. Завадський, А. П. Забарна: [Навч. посіб.]. — К.: Вид. група BHV, 2011. — 272 с.: іл.

ISBN 978-966-552-236-2

Посібник призначено для профільного навчання учнів загальноосвітніх навчальних закладів і повністю відповідає рекомендованій МОН України програмі курсу за вибором «Microsoft Excel у профільній школі». У ньому викладено 12 навчальних тем, у рамках кожної із яких подається як теоретичний, так і практичний матеріал — вправи, практичні роботи та завдання для самостійного виконання. Практичні роботи є профільно-орієнтованими, їх надано у трьох варіантах: для учнів біологічних, фізико-математичних та економічних профілів навчання.

Для учнів і вчителів середніх загальноосвітніх шкіл, ліцеїв та гімназій.

ББК 32.973.26-018.2я7

Усі права захищено. Жодна частина цієї книжки не може бути відтворена в будь-якій формі будь-якими засобами без письмового дозволу власників авторських прав. Інформація, що міститься у виданні, отримана з надійних джерел і відповідає точці зору видавництва на обговорювані питання на поточний момент. Проте видавництво не може гарантувати абсолютну точність та повноту викладених відомостей і не несе відповідальності за можливі помилки, пов'язані з їхнім використанням. Наведені у книжці назви продуктів або організацій можуть бути товарними знаками відповідних власників.

ISBN 978-966-552-236-2

© Видавнича група BHV, 2011

Зміст

Передмова	7
Розділ 1. Основи роботи в середовищі табличного процесора	9
Знайомство з програмою Microsoft Excel.....	9
Формати даних у Excel.....	13
Форматування клітинок.....	15
Виділення елементів книги.....	16
Редагування таблиць.....	17
Вправа 1.1. Створення розкладу основної сесії ЗНО.....	20
Автоматичне заповнення клітинок.....	22
Друк електронних таблиць.....	26
Вправа 1.2. Створення таблиці чергування.....	27
Практична робота 1 для всіх груп профілів.....	29
Самостійна робота.....	33
Розділ 2. Розв'язування задач за допомогою формул	35
Поняття формули.....	35
Уведення формул.....	36
Помилки у формулах.....	38
Редагування та копіювання формул.....	39
Вправа 2.1. Розрахунок вартості продуктів.....	40
Вправа 2.2. Конвертація валют.....	42
Вправа 2.3. Таблиця розкладу дзвінків.....	43
Практичні роботи профільного спрямування.....	45
Самостійна робота.....	52

Розділ 3. Використання вбудованих функцій	55
Поняття функції.....	55
Уведення функцій у формули.....	56
Категорії функцій.....	58
Вправа 3.1. Розрахунок вартості продуктів після уцінення.....	64
Практичні роботи профільного спрямування.....	65
Самостійна робота.....	76
Розділ 4. Побудова діаграм	78
Основні елементи і типи діаграм.....	78
Створення діаграм.....	83
Вправа 4.1. Побудова гістограми.....	85
Вправа 4.2. Побудова кругової діаграми.....	88
Вибір типу діаграми.....	89
Вправа 4.3. Вибір типу діаграми та її побудова.....	90
Форматування діаграм.....	93
Вправа 4.4. Створення гри «Морський бій».....	94
Практичні роботи профільного спрямування.....	98
Самостійна робота.....	117
Розділ 5. Автоматизоване вибирання даних із таблиць	119
Таблиця як набір однотипних об'єктів.....	119
Пошук даних у таблиці за простими критеріями.....	120
Обчислення узагальнюючих показників за довільним критерієм.....	123
Вправа 5.1. Створення запитів.....	127
Практичні роботи профільного спрямування.....	129
Самостійна робота.....	138
Розділ 6. Обчислення підсумкових показників	139
Впорядкування даних у таблицях.....	139
Обчислення проміжних підсумків.....	144
Вправа 6.1. Сортування даних.....	147
Фільтрація даних у таблицях.....	148
Вправа 6.2. Фільтрація даних.....	153

Консолідація даних.....	157
Вправа 6.3. Консолідація даних електронної книги.....	157
Зведені таблиці.....	159
Вправа 6.4. Створення зведеної таблиці.....	162
Практичні роботи профільного спрямування.....	163
Самостійна робота.....	176
Розділ 7. Розв'язання задач на підбір параметра.....	178
Використання засобу Підбір параметра.....	178
Вправа 7.1. Розв'язання квадратного рівняння.....	180
Практичні роботи профільного спрямування.....	182
Самостійна робота.....	188
Розділ 8. Розв'язання оптимізаційних задач.....	189
Математична модель оптимізаційної задачі.....	189
Розв'язання оптимізаційних задач за допомогою Excel.....	191
Вправа 8.1. Пошук екстремуму функції однієї змінної.....	194
Вправа 8.2. Розв'язання задачі лінійного програмування.....	195
Практичні роботи профільного спрямування.....	200
Самостійна робота.....	212
Розділ 9. Основи статистичного аналізу.....	213
Основні поняття математичної статистики.....	213
Основні статистичні характеристики вибірки.....	214
Обчислення статистичних характеристик.....	216
Вправа 9.1. Порівняння двох вибірок.....	218
Вправа 9.2. Ранжування вибірки.....	220
Практичні роботи профільного спрямування.....	221
Самостійна робота.....	224
Розділ 10. Статистичні методи вивчення взаємозв'язку даних.....	225
Статистичні ряди розподілу.....	225
Вправа 10.1. Побудова інтервального ряду розподілу.....	231
Обчислення статистичних показників варіаційних рядів розподілу.....	232
Вправа 10.2. Обчислення статистичних показників.....	233

Основи кореляційного та регресійного аналізу.....	234
Вправа 10.3. Виявлення кореляційного зв'язку.....	240
Практичні роботи профільного спрямування.....	242
Самостійна робота.....	248
Розділ 11. Макроси.....	249
Створення та використання макросів.....	249
Відносні та абсолютні посилання.....	251
Способи запуску макросів.....	251
Редагування та видалення макросів.....	254
Вправа 11.1. Створення макросу.....	255
Практичні роботи профільного спрямування.....	256
Самостійна робота.....	261
Розділ 12. Операції з матрицями.....	262
Матриці та основні операції з ними.....	262
Операції з матрицями в Microsoft Excel.....	266
Вправа 12.1. Обчислення добутку матриць та оберненої матриці.....	267
Розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь.....	269
Практична робота 12.....	270
Самостійна робота.....	271

Передмова

Однією з найпоширеніших форм подання інформації є таблична. Тому вміння обробляти табличні дані за допомогою відповідних програмних засобів вважається однією з найголовніших ІТ-компетенцій, формування якої входить до завдань інформатичної освіти у середній школі.

Для обробки інформації, поданої у вигляді таблиць, використовують програмні засоби двох видів: табличні процесори та системи керування реляційними базами даних (СКБД). Перші орієнтовані насамперед на виконання різноманітних обчислень у межах однієї електронної таблиці та візуалізацію табличних даних, другі — на забезпечення цілісного зберігання та обробки даних у кількох певним чином зв'язаних між собою таблицях. Суттєво різняться і сфери застосування цих програмних засобів: табличні процесори використовують переважно з метою природничо-наукового й економічного моделювання, для обробки результатів статистичних досліджень, чисельного розв'язання математичних задач, в той час як основне призначення СКБД — надання засобів зберігання структурованих даних розробникам прикладних програмних систем.

Специфіка основної сфери застосування табличних процесорів знайшла відображення у назві та змісті посібника, який ви тримаєте в руках. Автори ставили за мету не просто навчити учнів використовувати ті чи інші засоби табличного процесора, а й застосовувати їх для розв'язування типових задач, з якими нашим юним читачам доведеться стикатися у своїй майбутній професійній діяльності. Тож основна особливість цього посібника полягає в тому, що він є профільно-орієнтованим: вчитель може варіювати набір навчальних завдань залежно від того, за яким профілем навчаються учні його класу. Така варіативність забезпечується завдяки практичним роботам, що в більшості розділів

подаються в трьох варіантах: для груп профілів Б, М та Е. До групи профілів Б належать біолого-хімічний, біолого-фізичний, біолого-географічний, біотехнологічний, хіміко-технологічний, фізико-хімічний, агрохімічний та екологічний профілі; фізико-математичний, математичний та фізичний профілі увійшли у групу М, а економічний профіль — у групу Е. Звичайно, навчатися за посібником можуть учні не тільки зазначених, а й будь-яких інших профілів, зокрема універсального. У такому разі вчитель має самостійно підібрати для учнів практичні роботи із запропонованих у цьому виданні. Крім представленої практичними роботами варіативної складової, посібник містить інваріанту складову — теоретичний матеріал та вправи, призначені для опрацювання та виконання учнями всіх трьох профілів навчання.

Загалом посібник є практично орієнтованим: теоретичні відомості подано в ньому в мінімальному обсязі, достатньому для отримання знань, умінь та навичок, передбачених навчальною програмою курсу за вибором «Microsoft Excel у профільному навчанні». До практичної складової посібника крім вправ і практичних робіт належать завдання для самостійного виконання, наведені в кінці кожного розділу. Більшість із цих завдань не варто розглядати як профільно-орієнтовані, проте деякі рекомендовано для виконання учнями лише груп профілів М або Е.

Навчальний матеріал посібника диференційовано за складністю: окремі завдання для самостійного виконання, а також пункти вправ і практичних робіт, позначені символом «*», мають підвищену складність. Цим символом позначено також ті пункти вправ і практичних робіт, для яких у посібнику відсутні детальні вказівки, тож учні мають працювати над ними самостійно. Для виконання деяких вправ і практичних робіт знадобляться файли-заготовки; архів із такими файлами можна завантажити з розділу «Курси за вибором» порталу «Інформатика в школі», розміщеного за адресою <http://itosvita.ucoz.ua>.

Бажаємо вам, шановні вчителі і дорогі учні, приємної та плідної роботи з нашим посібником і табличним процесором! Сподіваємося, що це видання буде для вас цікавим і по-справжньому корисним.

Розділ 1

Основи роботи в середовищі табличного процесора

У цьому розділі буде розглянуто:

- ◆ призначення та основні функції табличного процесора;
- ◆ елементи електронної книги;
- ◆ створення та форматування електронної таблиці;
- ◆ різні засоби введення та редагування даних;
- ◆ поняття формату клітинки та формату даних;
- ◆ друк електронних таблиць.

Знайомство з програмою Microsoft Excel

Проаналізувавши різні сфери діяльності людини, можна переко-
натися, що більшість даних, якими ми оперуємо, мають табличну
структуру. Так, у вигляді таблиці подають телефонну книгу, опис
кулінарного рецепту, розклад руху транспортного засобу, дані
обліку робочого часу, відомості про учнів класу, прогноз погоди.
Цей перелік можна продовжувати нескінченно.

А що відбувається з даними після того, як їх подають у вигля-
ді таблиць? Зазвичай їх обробляють: вносять до таблиць зміни,
шукають у них певні відомості, аналізують наявні дані та на їх
основі шляхом розрахунків отримують нові. Виконувати ці опе-
рації допомагають спеціальні програми — *табличні процесори*
(ТП), найпопулярнішим з яких вважається Microsoft® Office Excel.
Ця програма дає змогу створювати, редагувати, формувати і
друкувати таблиці, здійснювати в них обчислення, сортування
та групування даних, будувати на їх основі графіки та діаграми,
імпортувати й експортувати дані (зокрема, в документи, створені
в інших програмах пакета Microsoft Office).

Запустити програму Microsoft Excel на виконання можна одним із тих способів, що й більшість інших програм в ОС Windows, тобто вибравши команду Пуск ▶ Усі програми ▶ Microsoft Office ▶ Microsoft Office Excel 2003 чи клацнувши ярлик програми на робочому столі (якщо такий ярлик на ньому є) або файл документа Excel з розширенням xls.

Вікно Excel — це типове вікно Windows-програми, що містить рядок меню, смуги прокручування, панелі інструментів (рис. 1.1). Так само, як і у вікні текстового процесора Word, у вікні Excel за умовчанням відображаються панелі інструментів Стандартна і Форматування, що дають змогу виконувати з документами різні операції (створення, відкривання, зберігання тощо), а також формувати їх зміст.

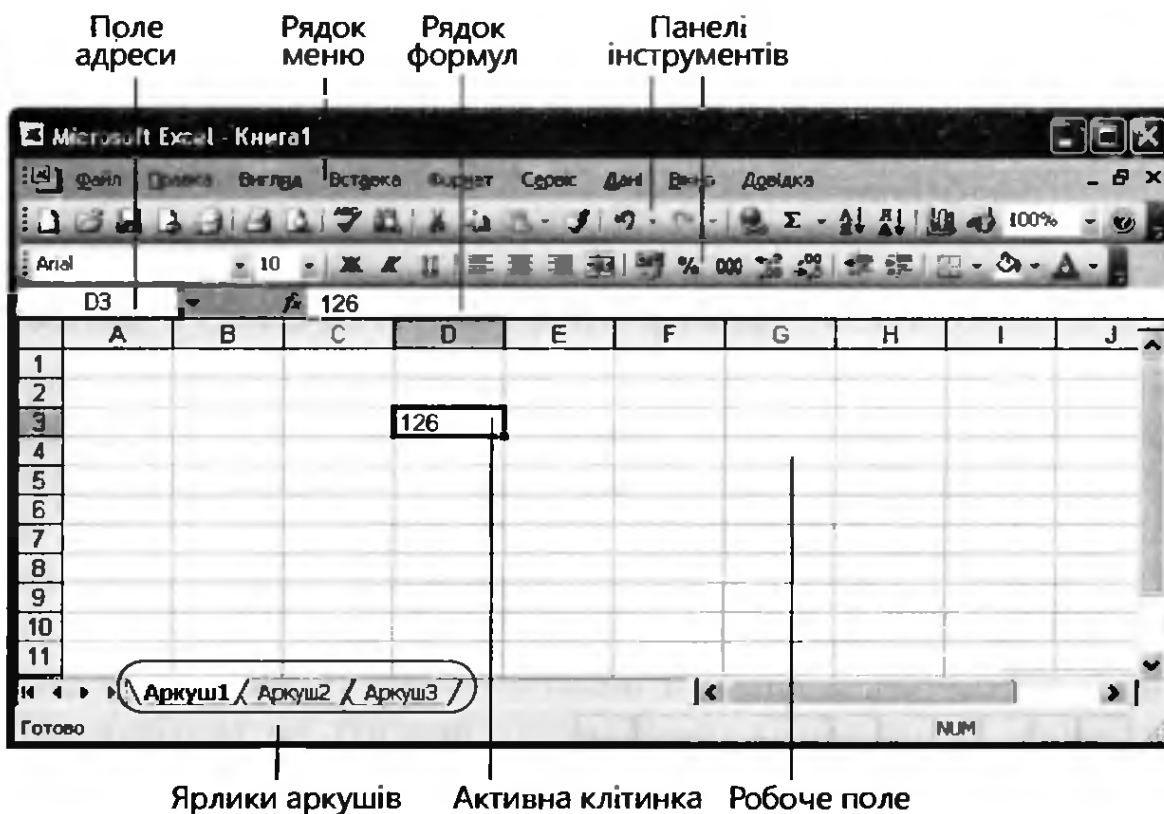


Рис. 1.1. Електронна таблиця у вікні Microsoft Excel

Документ, створений за допомогою програми Excel, називається *робочою книгою* або просто *книгою* і складається з кількох *робочих аркушів*. Нова робоча книга містить три аркуші з назвами Аркуш1, Аркуш2, Аркуш3, які зазначаються у нижній частині вікна про-

грами на *ярликах аркушів*. Активним вважається аркуш, уміст якого відображається у вікні, а ярлик виділено білим кольором (на рис. 1.1 активним є Аркуш1).

Аркуш — це сітка з рядків і стовпців, або *електронна таблиця*. На перетині будь-якого рядка і стовпця в ній розташовується *клітинка*. Дані в електронних таблицях містяться саме в клітинках. Усі видимі на екрані клітинки утворюють *робоче поле* аркуша.

Активну клітинку, тобто ту, з якою у даний момент можна працювати (вводити або редагувати вміст клітинки, задавати параметри форматування тощо), виділено темною прямокутною рамкою — *табличним курсором*. Вміст активної клітинки відображується в *рядку формул*, а її адреса — у *полі адреси*.

ПРИМІТКА. Не слід плутати поняття «табличний курсор» і «курсор миші». Останній вказує на об'єкт, який стане активним, якщо клацнути кнопкою миші. Будучи розташованим над робочим полем, курсор миші набуває вигляду білого хрестика, а над меню і панелями інструментів — вигляду стрілки.

Адресація

Будь-яка клітинка в електронній таблиці має адресу, що формується з назви стовпця та номера рядка, на перетині яких ця клітинка розташована. Стовпці позначаються латинськими буквами, а рядки нумеруються арабськими цифрами.

Назви стовпців та номери рядків розміщено у *заголовках* стовпців і рядків. Заголовки рядка та стовпця, на перетині яких розміщено активну клітинку, виділено темнішим кольором (на рис. 1.1 це заголовки стовпця D та рядка 3 активної клітинки D3).

Група клітинок називається *діапазоном*. Адреса прямокутного діапазону записується так: *адреса_лівої_верхньої_клітинки:адреса_правої_нижньої_клітинки* (наприклад, B2:C4).

Переміщення аркушем і книгою

Під переміщенням аркушем розуміють змінення активної клітинки. Переміщатися можна за допомогою миші, клацаючи відповідні клітинки, або за допомогою клавіатури (табл. 1.1).

Таблиця 1.1. Клавiші для перемiщення аркушем



Клавiші	Перемiщення
Home	На початок рядка
Ctrl+Home	У клiтинку A1
→, ←, ↑, ↓	На одну клiтинку вліво, вправо, вгору, вниз
PageUp, PageDown	Уверх або вниз на один екран
Ctrl+↑, Ctrl+↓, Ctrl+→, Ctrl+←,	Уверх, вниз, вправо або вліво до першої заповненої клiтинки

Щоб зробити певну клiтинку активною, можна також увести її адресу в поле адреси (див. рис. 1.1).

Для перемiщення робочою книгою, тобто для гортання аркушiв, слiд клацати їхнi ярлики.

Уведення даних у таблиці

Перш ніж вводити в таблицю дані, клiтинку, де вони мають розмiщуватися, потрібно зробити активною. Дані можна вводити з клавіатури безпосередньо в клiтинку або в рядок формул (попередньо клацнувши в ньому). Помилково введені символи можна видалити за допомогою клавiші BackSpace.

Для скасування операції введення використовують клавiшу Esc або кнопку , розташовану в рядку формул зліва, а для підтвердження зазначеної операції — розташовану там же кнопку  або одну з перелічених далі клавiш. Підтверджуючи факт введення, ці клавiші забезпечують перехід у різні клiтинки:

- ◆ Enter та ↓ — у клiтинку нижче;
- ◆ Tab та → — у клiтинку справа;
- ◆ ← та ↑ — у клiтинку зліва або у клiтинку вище відповідно.

Щоб змінити вміст клiтинки, у якій вже зберігаються дані, потрібно перейти в *режим редагування*, двічі клацнувши клiтинку або зробивши її активною і клацнувши рядок формул. У цьому режимі клавiші ↓ та ↑ не діють, а клавiші → та ← використовуються для перемiщення *курсору введення* (вертикальної риски |), а також для видiлення символів (за натиснутої клавiші Shift). Для видалення символів можна користуватися клавiшами Del та BackSpace.

Формати даних у Excel

Клітинка електронної таблиці може містити *текст*, *число* або *формулу*.

- ◆ *Текстові дані* являють собою рядок тексту довільної довжини і відтворюються в тому самому вигляді, як їх було введено.
- ◆ *Числові дані* — це окремі числа, уведені в клітинку. До даних цього типу належать також дати і грошові суми. Спосіб відображення числових даних залежить від формату клітинки.
- ◆ *Формула* — це вираз, що починається зі знака «=». За умовчанням програма відображує у клітинках не формули, а результати їх обчислення.

Excel автоматично розпізнає тип даних і вирівнює числові значення за правим краєм клітинки, а текст — за лівим. Якщо програма не може інтерпретувати дані як число або формулу, вона обробляє їх як текст.

Крім цього, користувачеві надається можливість самостійно визначити, як мають інтерпретуватися та відображатися дані, введені в клітинку. Він може це зробити, задавши їх формат на вкладці Число діалогового вікна Формат клітинок (рис. 1.2), яке відкривається командою Формат ▶ Клітинки.

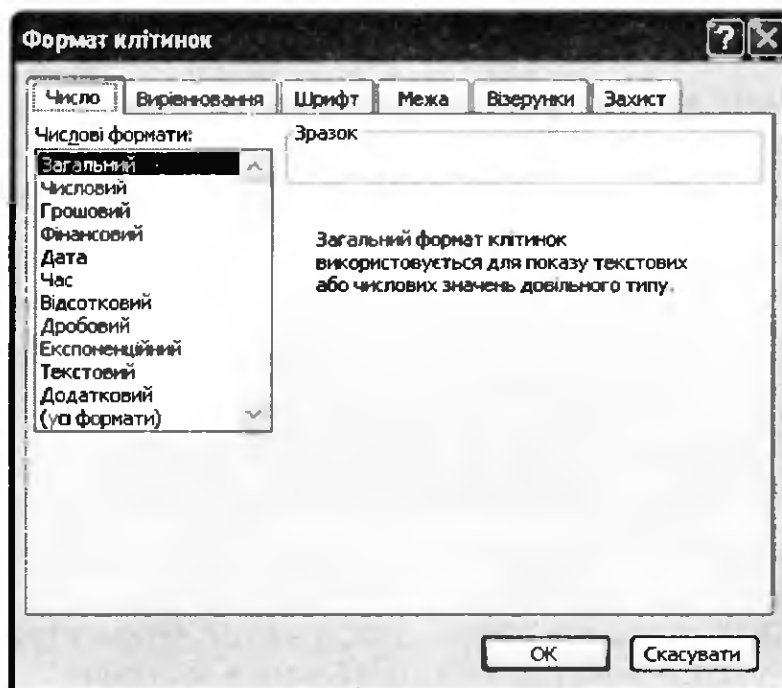


Рис. 1.2. Вікно Формат клітинок

У Microsoft Excel передбачено 12 стандартних форматів даних, на додаток до яких користувач має змогу створювати ще й власні. Найчастіше застосовують формати, перелічені нижче.

- ◆ **Загальний** — для відображення текстових і числових значень без застосування спеціального форматування. За умовчанням дані мають саме такий формат.
- ◆ **Числовий** — для відображення чисел із заданою кількістю десяткових розрядів.
- ◆ **Грошовий** — для відображення грошових сум (чисел із позначками валюти). Надається можливість обрати майже будь-яку наявну валюту і відображати її позначку всіма прийнятими в тій чи іншій країні способами.
- ◆ **Дата** — для відображення дат. Формат передбачає кілька способів подання дат, що вибираються у полі Тип вікна Формат клітинок.
- ◆ **Час** — для відображення значень часу на вкладці Число.
- ◆ **Відсотковий** — для відображення значень як відсотків. Значення 1 у клітинці такого формату буде інтерпретовано як 100%. Якщо ввести, наприклад, 1,55, відобразиться значення 155%.
- ◆ **Текстовий** — для відображення тексту «таким, як є». Збережений у клітинці цього формату текст відображається саме в такому вигляді, як його було введено.

Оскільки в електронних таблицях часто доводиться вводити числові значення, грошові суми та відсотки, для швидкого вибору цих трьох найпоширеніших форматів, а також для змінення розрядності чисел у клітинках на панелі інструментів Форматування передбачено спеціальні кнопки (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Кнопки на панелі інструментів Форматування, призначені для форматування клітинок

Особливість уведення даних в електронні таблиці полягає в тому, що набирати на клавіатурі додаткові позначення (назви валют, символ «%», текстові назви місяців тощо) не потрібно. Необхідно лише задати для клітинки певний формат, а потім увести в неї дані в найпростішому вигляді. Наприклад, щоб увести грошову суму 455 грн, у вікні **Формат клітинок** слід вибрати формат **Грошовий**, у списку **Позначення** — елемент **грн. Український**, а потім увести в клітинку число 455, яке автоматично відобразиться як 455грн.

Форматування клітинок



На різних вкладках вікна **Формат клітинок** можна задати не лише формат даних у клітинках, а й параметри форматування самих клітинок, зокрема їх оздоблення (зовнішній вигляд, розмір, колір та шрифт). До того ж існує можливість задати спосіб вирівнювання вмісту клітинок, виділити кольором клітинки чи їх діапазони, захистити таблицю від змінення вмісту, застосувати стилі.

Дуже часто використовують прапорець **переносити по словах** (вкладка **Вирівнювання**), встановлення якого дозволяє уникнути поширеного ефекту затуляння текстом сусідніх клітинок завдяки поділу тексту на кілька рядків. На рис. 1.4 у клітинки A1 і A2 введено однаковий текст, два рядки поеми Т. Г. Шевченка «Сон», однак для клітинки A2 задано перенесення по словах, а для A1 — ні.

	A	B	C
1	Летим. Дивлюся, аж світає, Край нвба палає		
2	Летим. Дивлюся, аж світає, Край неба палає		

Рис. 1.4. Перенесення тексту по словах

Стиль, товщину та колір меж клітинок виділеного діапазону задають на вкладці **Межа діалогового вікна Формат клітинок**. Ви вже виконували ці операції, працюючи з таблицями в документах Microsoft Word, тож наразі ми їх докладно не розглядатимемо.

Колір тла клітинки або візерунок, що заповнюватиме її тло, вибирають на вкладці **Візерунки**. Межі та заливку клітинок можна встановити і за допомогою кнопок  (Межі) та  (Колір заливки) панелі інструментів **Форматування**.

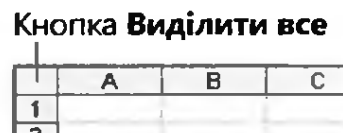
Виділення елементів книги

Ви вже знаєте, що перш ніж виконувати над об'єктом копіювання, видалення, форматування чи будь-яку іншу операцію, його необхідно виділити. У програмі Excel можна виділяти діапазони суміжних і несуміжних клітинок, а також рядки, стовпці та цілі аркуші.

Виділення рядків, стовпців та всього аркуша

Для виділення одного рядка достатньо клацнути мишею його заголовка. Щоб виділити кілька рядків, потрібно встановити курсор миші у заголовку рядка та, натиснувши ліву кнопку миші, протягнути курсор вгору або вниз так, щоб захопити потрібну кількість рядків. Аналогічно виділяють один або кілька стовпців. Зазначимо, що курсор миші на заголовках рядків і стовпців набуває вигляду чорної стрілки (➡ або ↓).

Щоб виділити всі клітинки аркуша, слід клацнути кнопку Виділити все — вона розташована у лівому верхньому куті аркуша.



Виділення довільного діапазону клітинок

Нагадаємо, що діапазоном називається певний набір клітинок електронної таблиці. Найчастіше виникає потреба виділити *прямокутний діапазон*, тобто прямокутну область на аркуші. Для цього потрібно встановити курсор миші на кутову клітинку діапазону, натиснути ліву кнопку миші й, не відпускаючи її, перемістити курсор по діагоналі у протилежний кут. Увесь діапазон буде позначено блакитним кольором, а клітинка, виділена першою, — білим. Приклад прямокутного діапазону наведено на рис. 1.5, а. Як бачите, він має адресу B2:E6.

	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						

а

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

б




Рис. 1.5. Виділення клітинок: а — прямокутний діапазон; б — діапазон несуміжних клітинок

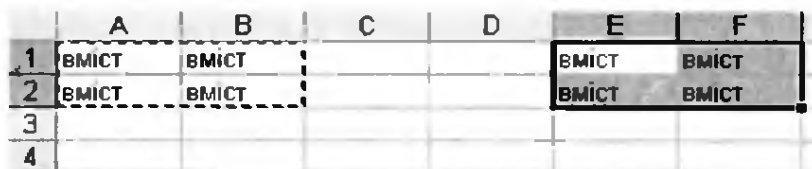
Щоб виділити діапазон, який складається з несуміжних клітинок, слід виділити одну його прямокутну частину, натиснути клавішу **Ctrl** і, не відпускаючи її, по черзі виділити всі інші прямокутні частини діапазону (рис. 1.5, б). Адресу такого діапазону записують як послідовність адрес його прямокутних частин, розділяючи їх символом «;», наприклад: **B2;C3;D4;E5;F6;B7:F7**.

Редагування таблиць

У разі потреби ви можете видаляти, копіювати чи переміщувати дані в електронній таблиці, змінювати у ній висоту рядків та ширину стовпців, об'єднувати кілька клітинок в одну або, навпаки, поділяти клітинки, які були перед тим об'єднані.



Копіювання, переміщення і видалення даних

Копіювати та переміщувати дані можна як за допомогою миші, так і через буфер обміну. У другому випадку для копіювання потрібно спочатку виділити клітинки і скопіювати їх у буфер обміну за допомогою клавіш **Ctrl+C** чи кнопки  (Копіювати) стандартної панелі інструментів, а для переміщення — вирізати за допомогою клавіш **Ctrl+X** чи кнопки  (Вирізати). Потім слід зробити активною ліву верхню клітинку діапазону (рис. 1.6), куди вставлятимуться дані, і натиснути клавіші **Ctrl+V** чи клацнути кнопку  (Вставити).



	A	B	C	D	E	F
1	ВМІСТ	ВМІСТ			ВМІСТ	ВМІСТ
2	ВМІСТ	ВМІСТ			ВМІСТ	ВМІСТ
3						
4						

Рис. 1.6. Копіювання вмісту діапазону **A1:B2** у діапазон **E1:F2** за допомогою буфера обміну

Для переміщення виділеного діапазону за допомогою миші потрібно встановити на його межі курсор миші та, коли біля нього відобразяться чотири стрілки ()⁺, перетягнути діапазон, утримуючи натиснутою ліву кнопку миші. Копіюють діапазон так само, але при цьому необхідно утримувати натиснутою клавішу **Ctrl**; курсор миші під час копіювання набуває такого вигляду: ⁺.

Для видалення будь-яких даних достатньо виділити відповідні клітинки і натиснути клавішу **Del**.

Копіювати, переміщувати та видаляти можна також цілі аркуші, виконуючи певні дії з їхніми ярликами. Щоб перемістити аркуш, тобто змінити його місце в послідовності аркушів книги, достатньо перетягнути вправо чи вліво ярлик цього аркуша. Якщо під час переміщення ярлика утримувати натиснутою клавішу Ctrl, буде створено копію аркуша. Щоб видалити аркуш, слід клацнути його ярлик правою кнопкою миші і вибрати в контекстному меню команду Видалити (рис. 1.7). За допомогою цього меню з аркушем можна виконати й інші дії, зокрема перейменувати його.

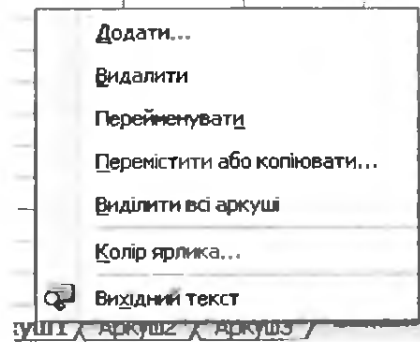


Рис. 1.7. Контекстне меню ярлика аркуша

Змінення висоти рядків та ширини стовпців

Змінити ширину стовпця або висоту рядка електронної таблиці можна двома способами:

- ♦ встановити курсор миші на межу між заголовками рядків або стовпців так, щоб він набув вигляду двонапрямленої стрілки (рис. 1.8, а), і перетягнути межу вправо, вліво, вгору чи вниз;
- ♦ клацнути правою кнопкою миші заголовок стовпця (рядка), вибрати в контекстному меню команду Ширина стовпця (Висота рядка) і у вікні, що відкриється (рис. 1.8, б), ввести числове значення ширини стовпця (висоти рядка).

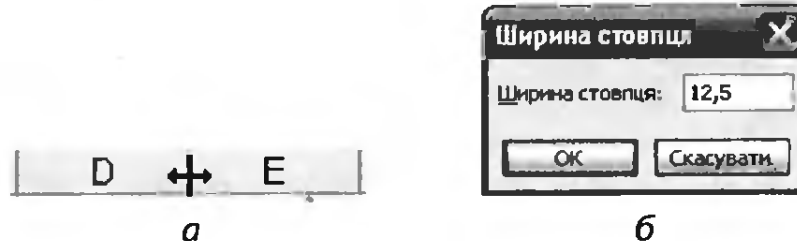



Рис. 1.8. Визначення ширини стовпця: а — за допомогою миші; б — шляхом уведення значення з клавіатури

Перший спосіб застосовують для встановлення приблизного розміру стовпця або рядка, другий — для більш точного.

Виділивши кілька стовпців або рядків, їх висоту або ширину можна буде задати одночасно. Цей прийом використовують, зокрема, у разі, якщо висоту кількох рядків або ширину кількох стовпців потрібно зробити однаковою.

Якщо для рядка задати нульову висоту або у його контекстному меню вибрати команду Приховати, рядок не буде відображатися. Щоб цей рядок знову було видно на екрані, слід виділити кілька інших рядків, що йдуть до та після нього, і виконати команду Відобразити їхнього контекстного меню. Аналогічні дії можна виконувати зі стовпцями.

Об'єднання клітинок

Іноді, зокрема під час оформлення заголовків таблиць, виникає потреба так розмістити дані, які вводяться, щоб вони займали кілька клітинок (рис. 1.9). Для цього слід об'єднати ці клітинки прямокутного діапазону і вирівняти вміст утвореної клітинки по центру. Зазначені операції можна виконати за допомогою кнопки  (Об'єднати та розмістити в центрі) панелі інструментів Форматування. Після її клацання новоутворена клітинка матиме ту саму адресу, яку мала ліва верхня клітинка початкового діапазону. Для скасування об'єднання достатньо виділити діапазон з об'єднаними клітинками й знову клацнути цю кнопку.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Прізвище та ім'я учня	I чверть			II чверть		
2		Алгебра	Геометрія	Інформатика	Алгебра	Геометрія	Інформатика
3							

Рис. 1.9. Заголовок таблиці з об'єднаними клітинками

Вставлення та видалення рядків або стовпців

Щоб додати до таблиці порожній рядок або стовпець, потрібно виділити той рядок (стовпець), на місце якого слід уставити порожній, і виконати команду Вставка ▶ Рядки (Стовпці). Для вставлення кількох рядків (стовпців) треба попередньо виділити стільки ж рядків (стовпців), скільки їх заплановано вставити. Після виконання команди виділені рядки (стовпці) зсунуться вниз (праворуч), а на їхнє місце буде вставлено порожні рядки (стовпці).

Для видалення рядка (стовпця) потрібно виділити його та виконати команду Правка ▶ Видалити. Щоб видалити кілька рядків (стовпців), слід попередньо виділити їх. Виділені рядки після виконання команди Видалити зникнуть, а рядки, розміщені нижче (стовпці праворуч), зсунуться та займуть їхнє місце.

Слід розрізняти операції видалення стовпця (рядка) та видалення даних з нього. Для виконання останньої операції слід виділити рядок (стовпець) і натиснути клавішу Del. У разі видалення даних рядок чи стовець залишиться, але його клітинки будуть очищені (рис. 1.10, б). Проте у разі видалення рядка або стовпця він зникне, а рядки (стовпці), розміщені нижче (праворуч), будуть автоматично перенумеровані (рис. 1.10, в).

	А	В	С	Д
1	Прізвище та	Оцінки		
2	Ім'я учня	Алгебра	Геометрія	Інформатика
3	Андрусяк	11	9	9
4	Скиба	9	8	10
5	Жадан	10	8	10
6	Забужко	8	7	11
7	Герасим'юк	12	11	12

а

	А	В	С	Д
1	Прізвище та	Оцінки		
2	Ім'я учня	Алгебра	Геометрія	Інформатика
3	Андрусяк	11	9	9
4	Скиба	9	8	10
5	Жадан	10	8	10
6				
7	Герасим'юк	12	11	12

б

	А	В	С	Д
1	Прізвище та	Оцінки		
2	Ім'я учня	Алгебра	Геометрія	Інформатика
3	Андрусяк	11	9	9
4	Скиба	9	8	10
5	Жадан	10	8	10
6	Герасим'юк	12	11	12
7				

в

Рис. 1.10. Видалення даних і рядка: а — вихідна таблиця; б — видалення даних з клітинок рядка; в — видалення рядка

Вправа 1.1. Створення розкладу основної сесії ЗНО

Створимо розклад проведення основної сесії ЗНО. Після введення та форматування даних таблиця має набути такого вигляду, як показано на рис. 1.11.

1. Запустіть програму Excel і відразу збережіть новий документ на диску, надавши йому змістовне ім'я. Для цього виконайте команду Файл ▶ Зберегти, у вікні Збереження документа виберіть потрібну папку, у полі Ім'я файлу введіть Вправа_1_1.xls і клацніть кнопку Зберегти.
2. Виділіть усю клітинки таблиці та на панелі інструментів Форматування виберіть із розкривного списку шрифт Arial і розмір шрифту 14 пт.

	A	B	C	D
1		Розклад основної сесії ЗНО		
2	Дата проведення	Предмет	Кількість учнів 11-А класу	Кількість учнів 11-Б класу
3	06.05.10	Тестування з історії України	12	11
4	08.05.10	Тестування з біології		12
5	12.05.10	Тестування з фізики		15
6	15.05.10	Тестування з географії	3	3
7	19.05.10	Тестування з української мови та літератури	25	28
8	26.05.10	Тестування з математики	14	
9	02.06.10	Тестування з англійської мови	12	16
10	03.06.10	Тестування з німецької, французької та іспанської мов		2
11	05.06.10	Тестування з хімії	13	7

Рис. 1.11. Електронна таблиця розкладу основної сесії ЗНО

3. Створіть назву і шапку таблиці.

- а) Виділіть клітинку B1, введіть до неї назву таблиці, Розклад основної сесії ЗНО, і натисніть клавішу Enter.
- б) Виділіть клітинку A2, введіть до неї текст Дата проведення та натисніть клавішу Tab.
- в) Введіть у клітинку B2 текст Предмет, у клітинку C2 — Кількість учнів 11-А класу, у клітинку D2 — Кількість учнів 11-Б класу, завершуючи введення клавішею Tab або →.
- г) Виділіть діапазон A2:D11, відкрийте вікно Формат клітинок, перейдіть на вкладку Вирівнювання та встановіть прапорець переносити по словах. Це дасть змогу розмістити текст у клітинці в декілька рядків.
- д) Розширте стовпці A, B, C, D, щоб шапка таблиці набула такого вигляду, як на рис. 1.11. Для цього захопіть мишею праву межу заголовка стовпця (курсор набуде вигляду вертикальної риски з двома стрілками) і відтягніть її праворуч так, щоб написи вміщувалися в одному або двох рядках (див. зразок).

4. Задайте для першого стовпця формат даних Дата.

- а) Виділіть діапазон A3:A11. У контекстному меню діапазону виберіть команду Формат клітинок і в однойменному вікні, що відкриється, перейдіть на вкладку Число.

- б) У списку Числові формати виберіть формат Дата, а в списку Тип — тип подання дати у вигляді ЧЧ.ММ.РР (рис. 1.12), після цього клацніть ОК.

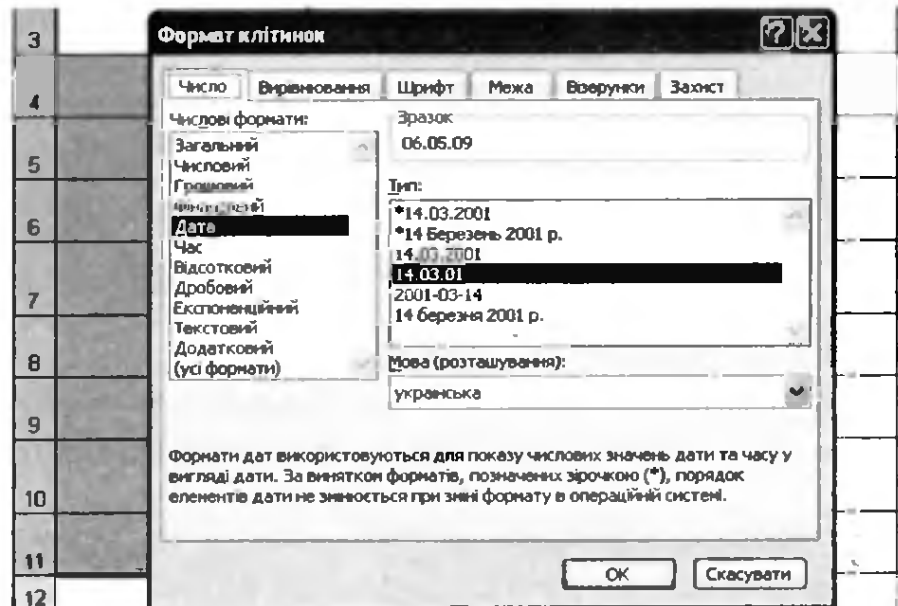




Рис. 1.12. Установлення формату клітинок Дата

- в) У клітинки A3:A11 введіть дати проведення тестування.
5. Заповніть діапазон B3:D11, увівши у клітинки текст, поданий на рис. 1.11.
6. За допомогою кнопки  (Межі) панелі інструментів Форматування (рис. 1.13) установіть межі клітинок, попередньо виділивши діапазон A2:D11. Збережіть таблицю за допомогою кнопки  (Зберегти) або клавіш Ctrl+S.

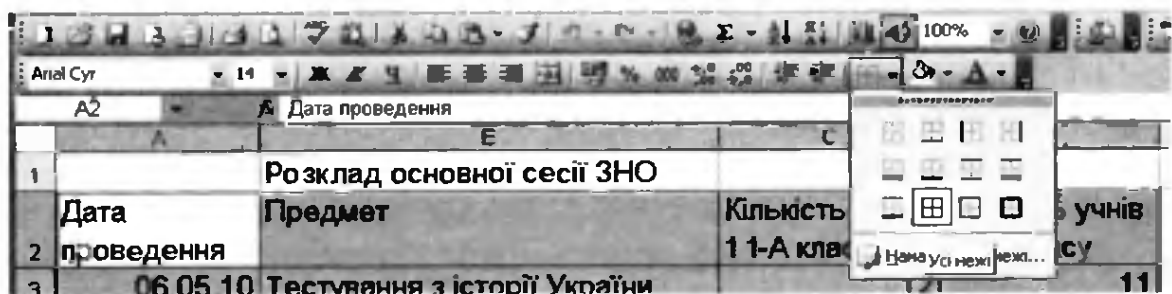


Рис. 1.13. Установлення меж для клітинок отриманої таблиці

Автоматичне заповнення клітинок

Програма Ексел здатна допомогти користувачеві вводити текст і числові значення у разі, коли цей текст вже зустрічався у стовпці,

а також коли йдеться про різного виду послідовності (назви місяців, днів тижня, числа, що утворюють прогресію, тощо).

Автозавершення тексту

Дані в стовпці можуть повторюватися (наприклад, в таблиці з інформацією про надходження товару в регіони можуть повторюватися назви міст). У такому разі, щойно ви введете одну чи дві перші літери слова, яке вже зустрічалося в стовпці, програма Excel автоматично запропонує його закінчення і вам залишиться тільки натиснути клавішу Enter (рис. 1.14).

	А	В
1	Київ	
2	Дніпропетровськ	
3	Харків	
4	Дніпропетровськ	
5		

Рис. 1.14. Автозавершення тексту

Якщо зазначена функція не працює, виконайте команду Сервіс ► Параметри, у вікні, що відкриється, перейдіть на вкладку Правка та встановіть прапорець Автозавершення значень комірок.

Автозаповнення діапазонів клітинок

Процес створення таблиць значно прискорює функція *автозаповнення*. Для автозаповнення суміжних клітинок використовують *маркер автозаповнення* — маленьку чорну позначку в правому нижньому куті виділеного діапазону. Курсор миші у разі його встановлення на маркер автозаповнення набуває вигляду чорного хрестика (рис. 1.15).



Рис. 1.15. Маркер автозаповнення та вигляд курсору миші в режимі автозаповнення

- Функція автозаповнення допомагає заповнювати даними діапазон суміжних клітинок у стовпці (рядку) за певними правилами. Під час її використання програма перевіряє, чи є введене вами значення елементом одного зі *стандартних списків автозаповнення*.

Наприклад, за потреби заповнити рядок (стовпець) назвами місяців, достатньо ввести назву одного з них, підвести курсор миші до маркера автозаповнення та протягнути його над усім діапазоном. Якщо введене слово є елементом стандартного списку, клітинки заповнюються значеннями зі списку в заданій послідовності, якщо ні, відбувається копіювання цього слова.

ПРИМІТКА. Щоб заповнити весь діапазон клітинок лише одним елементом списку автозаповнення, під час протягування маркера автозаповнення слід утримувати натиснутою клавішу **Ctrl**.

За допомогою зазначеного маркера можна заповнювати клітинки, що мають містити однакові значення. Наприклад, щоб заповнити однаковими значеннями рядок, достатньо ввести текст у крайню ліву його клітинку, виділити цю клітинку, встановити курсор миші на її маркер автозаповнення і протягнути курсор вправо вздовж рядка.

Заповнити суміжні клітинки у стовпці (рядку) можна також протягуванням маркера автозаповнення за натиснутої правої кнопки миші. Коли її буде відпущено, на екрані з'явиться контекстне меню (рис. 1.16), за допомогою якого можна обрати спосіб автозаповнення.

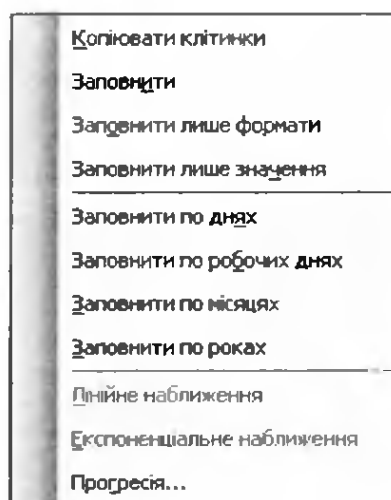


Рис. 1.16. Контекстне меню автозаповнення

Ви можете створити *власний список автозаповнення*. Для цього слід виконати команду Сервіс ▶ Параметри, у вікні, що відкриється, перейти на вкладку Списки (рис. 1.17), у полі Елементи списку набрати список, вводячи кожен його елемент з нового рядка, і клацнути кнопку Додати.

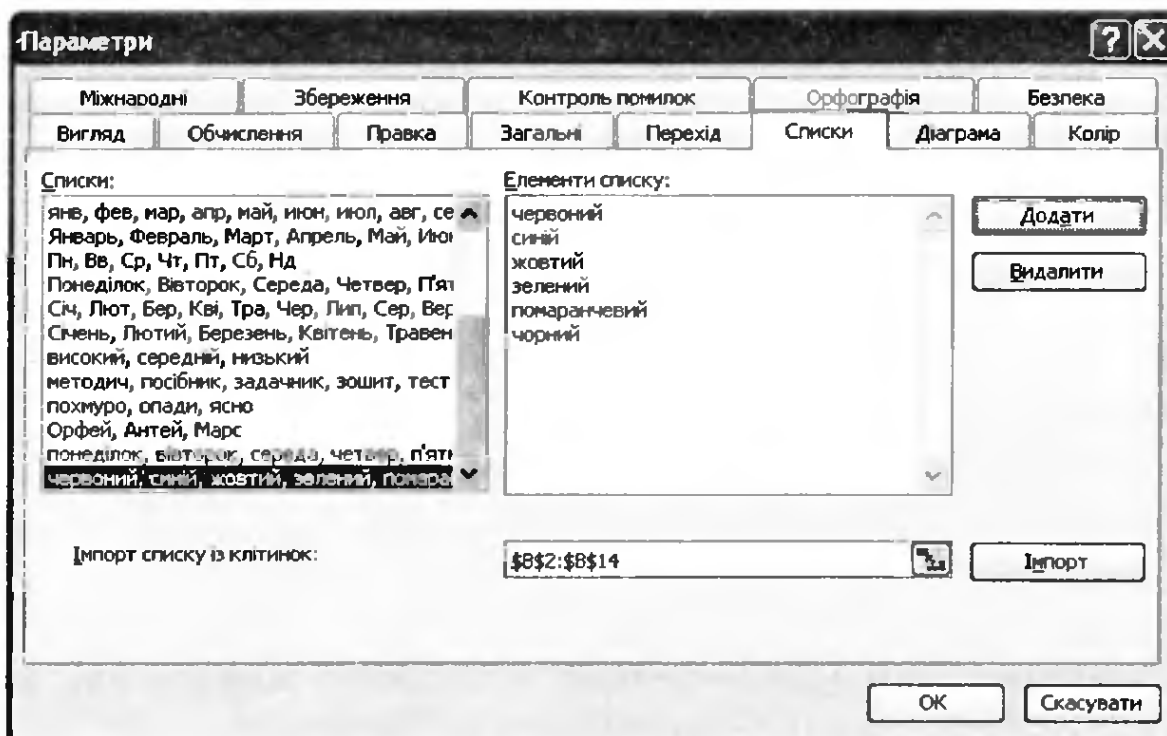


Рис. 1.17. Вкладка Списки вікна Параметри

Прогресія

Функція автозаповнення надає можливість заповнювати діапазони клітинок прогресіями різних видів (рис. 1.18). Найчастіше використовують арифметичні прогресії. Наприклад, номери, під якими прізвища учнів перелічено у класному журналі, утворюють арифметичну прогресію з першим членом 1 і різницею 1, а числа місяця — прогресію дат. Якщо скопіювати дату так само, як і текстове значення, буде створено арифметичну прогресію дат з різницею 1. Щоб створити прогресію з іншою різницею, слід ввести два перші її члени, виділити клітинки, що їх містять, і протягнути маркер автозаповнення.

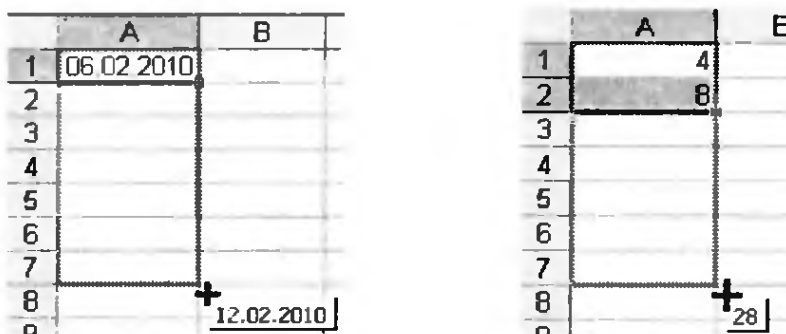


Рис. 1.18. Створення прогресій за допомогою маркера автозаповнення

ПРИМІТКА. Якщо скопіювати за допомогою маркера автозаповнення число, прогресію не буде створено. Щоб створити арифметичну прогресію числових значень із кроком 1, слід під час протягування маркера автозаповнення утримувати натиснутою клавішу **Ctrl** або, як уже зазначалося, ввести два перших члени прогресії та протягнути маркер.

Прогресії інших видів можна створювати за допомогою діалогового вікна Прогресія (рис. 1.19), яке відкривається однойменною командою контекстного меню автозаповнення. У цьому вікні можна задати параметри прогресії:

- ◆ в області Тип визначити, яка це має бути прогресія;
- ◆ в полі Крок увести значення різниці арифметичної або знаменника геометричної прогресії;
- ◆ в полі Граничне значення вказати значення, на якому прогресія «зупиняється» (останній член зростаючої прогресії не буде більшим, а спадної — меншим за це значення).

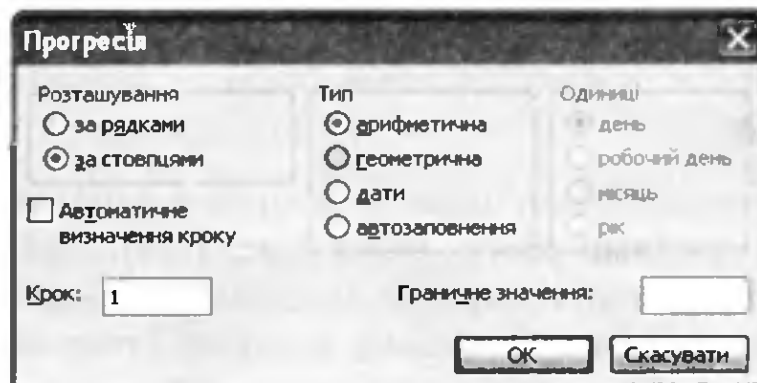


Рис. 1.19. Вікно Прогресія

Друк електронних таблиць

Щоб надрукувати таблицю, виконайте команду **Файл** ▶ **Друк**. У вікні, що відкриється (рис. 1.20), можна вибрати принтер, орієнтацію паперу, спосіб його подавання для друку, кількість сторінок тощо. Перед друком аркуші варто попередньо переглянути. Це можна зробити за допомогою кнопки **Перегляд** у вікні **Друк**. Після друку або попереднього перегляду деякі межі клітинок буде позначено пунктирними лініями — вони вказують, де пролягатимуть межі сторінки у разі друку документа.

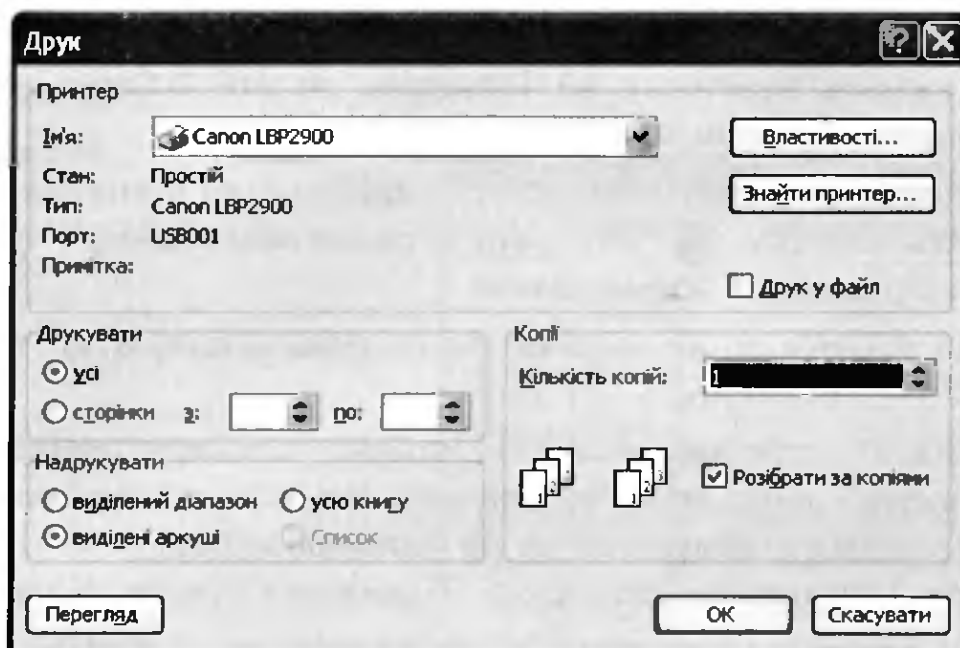


Рис. 1.20. Вікно Друк

Вправа 1.2. Створення таблиці чергування


Створимо таблицю чергування старшокласників по школі. Після введення та форматування даних таблиця має набути такого вигляду, як на рис. 1.21.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Таблиця чергування старшокласників по школі						
2	День тижня	Клас					
3		9-А	9-Б	10-А	10-Б	11-А	11-Б
4	Понеділок						
5	Вівторок						
6	Середа						
7	Четвер						
8	П'ятниця						
9	Субота						
10							

Рис. 1.21. Електронна таблиця з відомостями про чергування

1. Запустіть програму Ексел і відразу збережіть новий документ на диску під іменем Вправа_1_2.xls.
2. Виділіть усі клітинки таблиці та за допомогою панелі інструментів Форматування задайте для них шрифт Arial розміром 14 пт.


3. Уведіть назву та шапку таблиці.

- а) Виділіть клітинку A1 і введіть до неї Таблиця чергування старшокласників по школі.
- б) Об'єднайте клітинки A1:G1: виділіть цей діапазон та клацніть кнопку  (Об'єднати та розмістити в центрі) на панелі інструментів Форматування.
- в) До клітинки A2 введіть текст День тижня, а до клітинки B2 — текст Клас.
- г) Виділіть діапазон A2:A3 і виконайте команду Формат клітинок контекстного меню діапазону. На вкладці Вирівнювання зі списків по горизонталі та по вертикалі виберіть пункт по центру. Встановіть прапорець об'єднання клітинок. Клацніть ОК.
- д) Об'єднайте клітинки B2:G2 та розмістіть по центру їх уміст.
- е) Для діапазону B2:G3 встановіть форматування Вирівнювання по горизонталі — по центру.

4. Заповніть перший стовпець таблиці назвами днів тижня. Для цього до клітинки A4 введіть текст Понеділок. Виділіть клітинку A4. Установіть курсор на маркер автозаповнення (маленький чорний квадратик у правому нижньому куті рамки) та за допомогою лівої кнопки миші протягніть його до клітинки A9. Якщо діапазон A5:A9 не заповнився назвами днів, то створіть користувацький список і повторіть операцію автозаповнення для клітинок A5:A9.

5. Розширте стовпець A, а стовпці B–G зробіть вузкими.

6. Оздобте таблицю.

- а) Змініть заливку клітинок B4, C5, D6, E7, F8, G9. Для цього виділіть клітинку B4, натисніть клавішу Ctrl і послідовно клацніть усі інші клітинки. Відкрийте контекстне меню, виберіть команду Формат клітинок, на вкладці Візерунки виберіть колір заливки (рис. 1.22).
- б) Установіть межі для клітинок отриманої таблиці, виділивши попередньо діапазон A2:G9 та скориставшись кнопкою  (Межі) панелі інструментів Форматування (тип межі — Усі межі).
- в) Для діапазонів A4:G9 та A2:G3 встановіть тип межі Товста зовнішня межа. Збережіть таблицю.

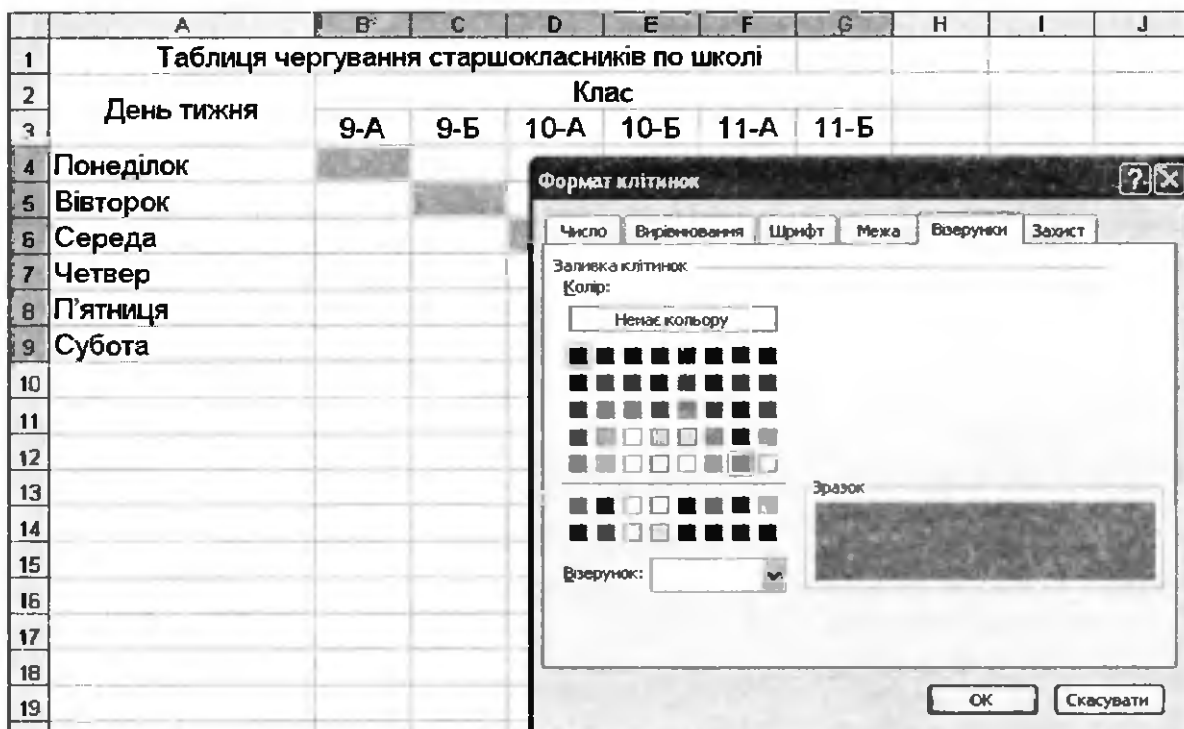


Рис. 1.22. Зміна заливки виділених клітинок таблиці

Практична робота 1 для всіх груп профілів

Мета практичної роботи: навчитися вводити дані в електронні таблиці та формувати їх.

Ви маєте створити таблицю репертуару театру, використавши дані, які наведено у табл. 1.2.

Таблиця 1.2. Репертуар театру на тиждень

Назва вистави, прізвище автора	Дата	Час початку	Тривалість вистави, год	Ціна квитка
«Назар Стодоля», Т. Шевченко	15.03.10	19:00	2	50 грн
«Кайдашева сім'я», І. Нечуй-Левицький	16.03.10	19:00	2,5	60 грн
«Весілля Фігаро», П. Бомарше	17.03.10	19:00	3	70 грн
«Наталка Полтавка», І. Котляревський	18.03.10	19:00	2	50 грн
«Назар Стодоля», Т. Шевченко	19.03.10	19:00	2	50 грн
«Кайдашева сім'я», І. Нечуй-Левицький	20.03.10	14:00	2,5	30 грн
«Шельменко-денщик», Г. Квітка-Основ'яненко	21.03.10	19:00	2,0	50 грн

Готова таблиця має набути такого вигляду, як показано на рис. 1.23.


	A	B	C	D	E	
1		Репертуар театру на період з 15 по 21 березня 2010 року				
2	Назва вистави, прізвище автора	Дата	Час початку	Тривалість вистави, год	Ціна квитка	
3	«Назар Стодоля», Т. Шевченко	15.03.2010	19:00	2,0	50 грн.	
4	«Кайдашева сім'я», І. Нечуй-Левицький	16.03.2010	19:00	2,5	60 грн.	
5	«Весілля Фігаро», П. Бомарше	17.03.2010	19:00	3,0	70 грн.	
6	«Наталка Полтавка», І. Котляревський	18.03.2010	19:00	2,0	50 грн.	
7	«Назар Стодоля», Т. Шевченко	19.03.2010	19:00	2,0	50 грн.	
8	«Кайдашева сім'я», І. Нечуй-Левицький	20.03.2010	14:00	2,5	30 грн.	
9	«Шельменко-денщик», Г. Квітка-Основ'яненко	21.03.2010	19:00	2,0	50 грн.	

Рис. 1.23. Електронна таблиця «Репертуар театру на період з 15 по 21 березня 2010 року»

Хід виконання

1. Запустіть програму Excel, створіть новий документ і збережіть його під іменем **Практ_1.xls**.
2. Виділіть усі клітинки таблиці та за допомогою панелі інструментів **Форматування** задайте для них шрифт **Arial** розміром **14** пт.
3. Створіть назву таблиці.
 - а) Двічі клацніть клітинку **B1** і введіть у неї першу частину назви таблиці, **Репертуар театру на період**, натисніть клавіші **Alt+Enter** та введіть другу частину назви, **з 15 по 21 березня 2010 року**.

ПРИМІТКА. За допомогою клавіш **Alt+Enter** створюють нові рядки в середині клітинки.

- б) Виділіть діапазон **B1:D1** і об'єднайте його клітинки, клацнувши кнопку  (Об'єднати та розмістити в центрі) на панелі інструментів **Форматування**.

- в) Встановіть для клітинки B1 вирівнювання по вертикалі по центру (вікно Формат клітинок, вкладка Вирівнювання).
- г) Збільште висоту першого рядка приблизно до 60 пікселів, щоб поруч із заголовком таблиці вмістилося зображення.
- д) Додайте зображення емблеми театру з файлу *emblemajpg*, скориставшись командою Вставка ▶ Малюнок ▶ З файлу. Розмістіть малюнок на початку першого рядка. За потреби змініть його розміри.


4. Створіть шапку таблиці.

- а) До клітинок A2:E2 введіть заголовки стовпців таблиці.
- б) Виділіть діапазон A2:E2 і встановіть для його клітинок вирівнювання по горизонталі та по вертикалі — по центру. Для того щоб текст, який не вміщується у клітинки, не затуляв сусідніх клітинок, встановіть прапорець переносити по словах (вікно Формат клітинок, вкладка Вирівнювання).
- в) Виділіть діапазон A1:E2 і задайте для тексту заголовків напівжирне написання, клацнувши кнопку **Ж** (Напівжирний) на панелі інструментів Форматування.
- г) Розширте стовпці A, B, C, D, E так, щоб шапка таблиці набула такого вигляду, як на рис. 1.23.

5. Виберіть формати даних для стовпців таблиці.

- а) Для діапазону B3:B9 установіть формат дати. Відкрийте вікно Формат клітинок, на вкладці Число виберіть зі списку Числові формати елемент Дата і будь-який тип дати зі списку праворуч.
- б) Для діапазону C3:C9 виберіть формат для відображення часу без врахування секунд. У вікні Формат клітинок на вкладці Число (рис. 1.24) виберіть зі списку Числові формати елемент Час і тип часу без секунд зі списку праворуч.

ПРИМІТКА. Якщо формат Час не містить тип часу без секунд, то у вікні Формат клітинок на вкладці Число виберіть зі списку Числові формати елемент (усі формати), а зі списку праворуч — тип часу *h:mm* (див. рис. 1.24).

- в) Для діапазону E3:E9 виберіть формат Фінансовий, а у списку Позначення виберіть грн. або клацніть кнопку  (Грошовий формат) на панелі інструментів Форматування.

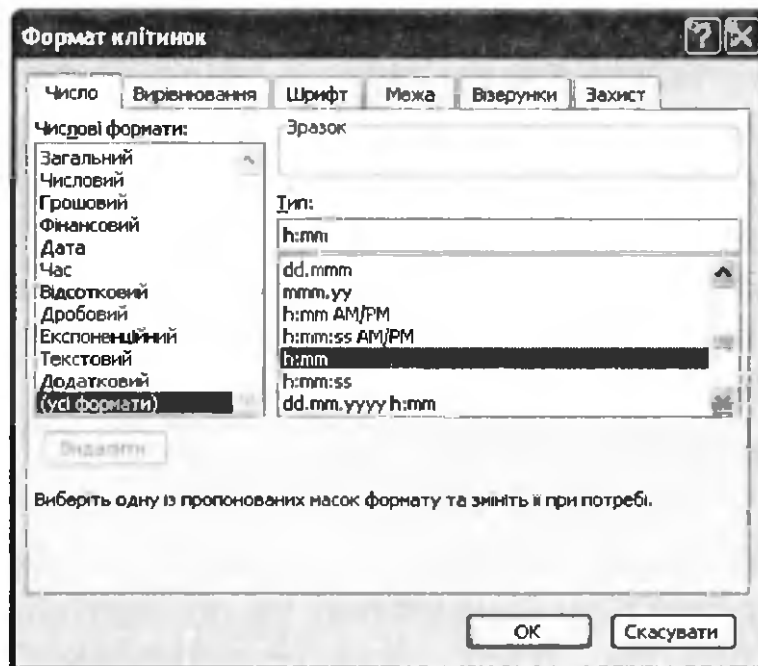



Рис. 1.24. Встановлення формату часу

6. До клітинок діапазону A3:E9 уведіть відомості про репертуар театру, подані в табл. 1.2.

а) Уведіть у клітинки A3:A9 назви вистав і прізвища авторів. Зауважте, що назви вистав з клітинок A3 і A4 повторюються у клітинках A7 і A8. Тому для введення даних у клітинки A7 і A8 можна скористатися функцією автоматичного завершення тексту: увести кілька перших символів назви і, коли буде запропоновано продовження, натиснути клавішу Enter.

б) Створіть у другому стовпці прогресію дат із кроком в один день, починаючи з 15.03.2010: уведіть у клітинку B3 дату 15.03.10 та протягніть маркер автозаповнення над діапазоном B4:B9.

ПРИМІТКА. Якщо у клітинках діапазону B4:B9 було виконано операцію копіювання, а не автозаповнення, змініть параметри автозаповнення, клацнувши кнопку  (Параметри автозаповнення) та вибравши перемикач **Заповнити** (рис. 1.25).

в) Уведіть дані у клітинки діапазону C3:E9. Коли будете заповнювати останній стовець таблиці, вводьте тільки грошові суми, без позначень валюти (грн).

7. Встановіть для клітинок межі, скориставшись кнопкою  (Межі) панелі інструментів Форматування. Збережіть таблицю.

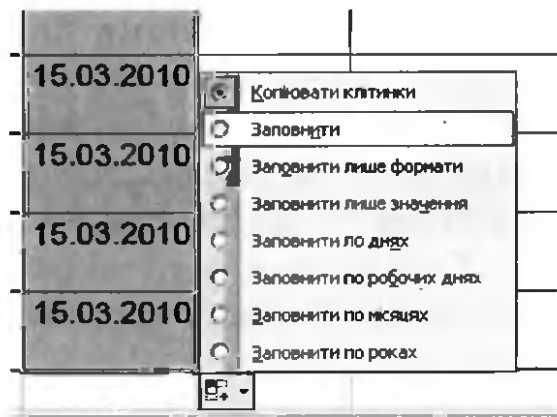


Рис. 1.25. Зміна параметрів автозаповнення

Самостійна робота

1. Створіть електронну таблицю за зразком, поданим на рис. 1.26, та відформатуйте її відповідним чином.

	A	B	C	D	E
1	Мої друзі				
2	Прізвище	Ім'я	Дата народження	Мобільний телефон	Захоплення
3	Савченко	Марія	12.09.1999	050-44-55-000	Музика
4	Шелест	Ольга	03.12.1998	050-44-55-001	Спорт
5	Грушко	Аня	14.09.1999	050-44-55-002	Танці

Рис. 1.26. Зразок таблиці «Мої друзі»

2. Створіть електронну таблицю, подібну до поданої на рис. 1.27. Зауважте, що дати проведення вистав у кожному місті можна ввести за допомогою прогресії. Тут дані зі стовпця Примітка вказують на крок прогресії: у випадку «Щодня» крок дорівнює 1; «Через день» — 2; «Через 2 дні» — 3. Для введення назв місяців також скористайтеся прогресією.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Графік гастролей театру									
2	Місто	Ціна квитка	Місяць	Дати проведення вистав						Примітка
3	Дніпропетровськ	45 грн.	Квітень	3	4	5	6			Щодня
4	Черкаси	20 грн.	Травень	12	14	16	18	20	22	Через день
5	Кіровоград	25 грн.	Червень	1	2	3	4			Щодня
6	Кривий Ріг	40 грн.	Липень	4	5	6	7	8	9	Щодня
7	Донецьк	45 грн.	Серпень	12	15	18	21	24	27	Через 2 дні
8	Харків	45 грн.	Вересень	1	2	3	4	5	6	Щодня
9	Миколаїв	30 грн.	Жовтень	4	7	10	13	16		Через 2 дні

Рис. 1.27. Електронна таблиця «Графік гастролей театру»

3. У торговельній компанії щомісяця переглядають та підвищують оклади працівників. Складіть таблицю окладів за зразком, наведеним на рис. 1.28. Бухгалтерам оклад підвищують на 20 грн, продавцям — на 10 грн, товарознавцям — на 5 грн, головному бухгалтеру — на 15 грн, а технічному працівникові — на 1 %. Створивши відповідні прогресії, обчисліть оклади кожного співробітника компанії за період з лютого по червень.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Оклади працівників підприємства за перше півріччя						
2	Місяць	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень
3	Посада						
3	Бухгалтер	800 грн.	820 грн.	840 грн.	860 грн.	880 грн.	900 грн.
4	Продавець	750 грн.	760 грн.	770 грн.	780 грн.	790 грн.	800 грн.
5	Товарознавець	890 грн.	895 грн.	900 грн.	905 грн.	910 грн.	915 грн.
6	Головний бухгалтер	1 200 грн.	1 215 грн.	1 230 грн.	1 245 грн.	1 260 грн.	1 275 грн.
7	Технічний працівник	700 грн.	707 грн.	714,07 грн.	721,21 грн.	728,42 грн.	735,71 грн.

Рис. 1.28. Таблиця «Оклади працівників підприємства за перше півріччя»

4. Відформатуйте клітинки електронної таблиці так, щоб отримати орнамент, зображений на рис. 1.29. Для цього створіть повторюваний фрагмент орнаменту і скопіюйте його потрібну кількість разів.

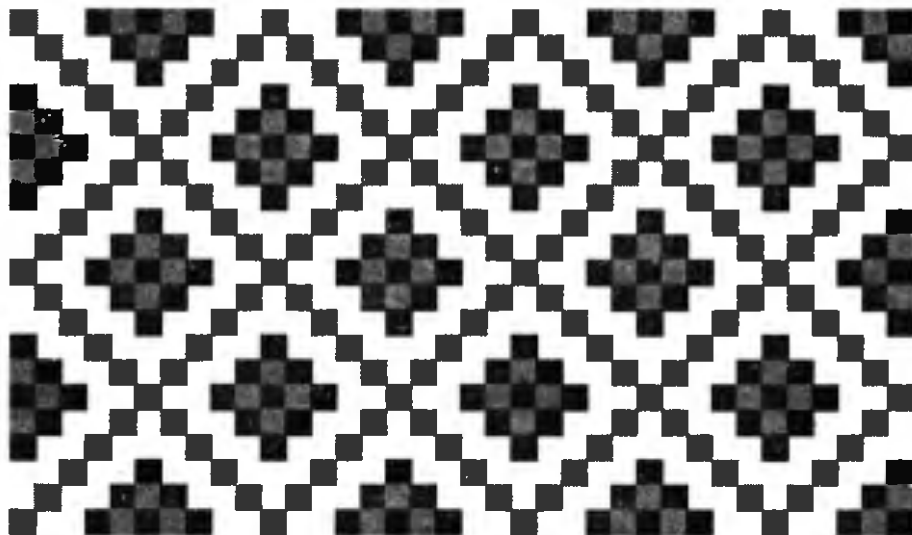


Рис. 1.29. Орнамент, отриманий шляхом форматування електронної таблиці

Розділ 2

Розв'язування задач за допомогою формул

У цьому розділі буде розглянуто:

- ♦ правила введення формул;
- ♦ абсолютні, відносні та мішані посилання;
- ♦ редагування та копіювання формул.

Поняття формули

Опрацювавши матеріал цього підрозділу, ви навчитеся створювати не просто таблиці з даними, а такі, у яких можна виконувати обчислення за певними формулами.

Наприклад, операторові валютного відділу банківської установи впродовж робочого дня доводиться десятки разів перераховувати у гривні різні суми, зазначені в американській валюті. Ця операція полягає в знаходженні суми за формулою

$$S = V \times K, \quad (2.1)$$

де S — сума в гривнях; V — сума в доларах; K — валютний курс. Таку операцію буде легко виконувати, якщо оператор створить розрахункову електронну таблицю переведення суми в доларах у суму в гривнях (рис. 2.1).

	C2	fx =A2*B2	
	A	B	C
1	Курс	Сума в доларах	Сума в гривнях
2	8,5	125,8	1069,3

Рис. 2.1. Електронна таблиця для перерахування суми в доларах у суму в гривнях

Для побудови таблиці потрібно послідовно виконати такі дії.

1. Увести до клітинок назви стовпців: A1 — Курс; B1 — Сума в доларах; C1 — Сума в гривнях.
2. До клітинки A2 ввести значення курсу (наприклад, 8,5), а до клітинки B2 — суму в американській валюті (наприклад, 125,8).
3. До клітинки C2 ввести праву частину формули (2.1), починаючи зі знака =. Замість параметрів K та V слід зазначити адреси клітинок, що містять відповідно значення курсу (K) та суми в американській валюті (V). Отже, у нашому прикладі ця формула матиме вигляд $=A2*B2$ (символом «*» позначається дія множення).

Електронна таблиця для перерахування суми в доларах у суму в гривнях готова (див. рис. 2.1).

Зверніть увагу, що клітинка C2 містить *формулу* (її вміст виведено в рядку формул), а на робочому полі в клітинці відображено значення добутку чисел із клітинок A2 та B2. Тепер цю таблицю можна зберегти на диску й використовувати в разі потреби, змінюючи тільки значення курсу чи суми в американській валюті (клітинки A2 та B2). Обчислення за формулою, що зберігається в клітинці C2, відбуватиметься автоматично: як тільки зміниться значення у клітинці A2 чи B2, відразу відобразиться відповідне значення у клітинці C2. У цьому й полягає основна перевага роботи з електронними таблицями: за допомогою тієї самої таблиці ми можемо багаторазово розв'язувати однотипні задачі, наприклад перераховувати грошові суми з однієї валюти в іншу.

Уведення формул

Розглянемо правила створення та використання формул.

Формула в табличному процесорі— це вираз, що починається із символу «=», після якого розміщують послідовність констант, значень, знаків арифметичних дій і операцій порівняння, функцій, а також адрес клітинок або їх діапазонів.

Знаки арифметичних операцій і операцій порівняння, які можна використовувати у формулах, подано в табл. 2.1.

Таблиця 2.1. Знаки арифметичних операцій та операцій порівняння у формулах

Арифметичні операції		Операції порівняння	
Математичний зміст	Знак у формулі	Математичний зміст	Знак у формулі
Піднесення до степеня	^	Менше	<
Множення	*	Більше	>
Ділення	/	Дорівнює	=
Додавання	+	Менше чи дорівнює	<=
Віднімання	-	Більше чи дорівнює	>=

Якщо формула містить кілька операцій, то дії виконуються в порядку зменшення їх пріоритету: спочатку піднесення до степеня (^), потім — множення та ділення (* та /), а потім — додавання та віднімання (+ та -). Операції з однаковим пріоритетом виконуються в порядку їх запису зліва направо. Порядок виконання операцій можна змінити за допомогою круглих дужок.

Формули зазвичай пов'язують значення одних клітинок зі значеннями інших. Використані у формулі адреси клітинок називаються *посиланнями*.

Формули можна вводити безпосередньо до клітинок. Для цього потрібно клацнути на потрібній клітинці та ввести до неї формулу (наприклад, =A1+A2-A3). Адреси клітинок слід вводити *латинськими літерами* (несуттєво, великими чи маленькими).

Для швидкого введення посилань використовується метод «наведіть і клацніть» (point-and-click): замість того, щоб вводити адресу з клавіатури, достатньо клацнути відповідну клітинку — її буде обведено пунктирною рамкою, а у формулі відобразиться адреса.

У клітинці, куди введено формулу, відображається лише результат її обчислення, але якщо клацнути цю клітинку, то в рядку формул можна побачити саму формулу (рис. 2.2).

B3		=A1+A2-A3		
	A	B	C	D
1	3			
2	4			
3	6	1		

Рис. 2.2. Обчислення формули у клітинці B3

Для перегляду формул безпосередньо на робочому аркуші слід перейти в режим відображення формул (рис. 2.3), скориставшись комбінацією клавіш **Ctrl+'**.

	A	B
1	3	
2	4	
3	6	=A1+A2-A3
4		

Рис. 2.3. Таблиця у режимі відображення формул

Помилки у формулах

Іноді після створення формули та натискання клавіші **Enter** у клітинці замість результату обчислень з'являється повідомлення про помилку. Найпоширеніші причини виникнення помилок описано в табл. 2.2.

Таблиця 2.2. Повідомлення про помилку у формулах

Помилка	Причина
#####	Результат виконання формули не вміщується у клітинці
#DIV/0! (#ДЕЛ/0)	Спроба ділення на нуль
#N/A (#Н/Д)	Значення недоступне
#NAME? (#ИМЯ?)	Неможливо розпізнати ім'я у формулі
#NUM! (#ЧИСЛО!)	Неправильні числові значення
#REF! (#ССЫЛКА!)	Неприпустиме посилання на клітинку
#VALUE! (#ЗНАЧ!)	Неприпустимий тип аргументу чи операнда

Щоб позбутися помилок у формулі, потрібно відредагувати її та клітинки, на які вона містить посилання (наприклад, перевірити формати даних, кількість дужок, що відкриваються та закриваються, правильність зазначених діапазонів клітинок тощо). Довідатися, на які клітинки посилається формула, легко: слід двічі клацнути на клітинці з формулою — і адреси всіх зазначених у ній клітинок і діапазонів буде виділено різними кольорами, а навколо цих клітинок з'являться рамки таких самих кольорів.

Редагування та копіювання формул

Формули, як і інші дані, можна редагувати, копіювати, переміщувати, вирізати та видаляти.

Відредагувати формулу можна одним із двох способів:

- ♦ у рядку формул: виділити клітинку з формулою, клацнути мишею в рядку формул (з'явиться курсор уведення), відредагувати формулу, натиснути клавішу Enter;
- ♦ у самій клітинці: двічі клацнути лівою кнопкою миші клітинку з формулою (у ній з'явиться курсор уведення), відредагувати формулу, натиснути клавішу Enter.

Формули копіюють так само, як і значення: за допомогою буфера обміну або протягуючи над діапазоном маркер автозаповнення, розміщений у правому нижньому куті формули. В обох випадках основною особливістю копіювання формул є те, що використані в них адреси автоматично зсуваються. Наприклад, якщо формула у клітинці E4 містить посилання на клітинки C4 і D4, то після копіювання у клітинку E5 вона міститиме посилання на клітинки C5 та D5, після копіювання у клітинку E6 — на клітинки C6 та D6 і т. д. (рис. 2.4).

	A	B	C	D	E
1	Таблиця розрахунку вартості продуктів на овочевому складі				
2	Код товару	Назва товару	Кількість, кг	Ціна 1 кг, грн	Вартість товару, грн
3	1245869	яблука	120	3,5	=C3*D3
4	1256893	груші	100	5,1	=C4*D4
5	1254789	виноград	45	14,5	=C5*D5
6	2358941	ананаси	12	18	=C6*D6
7	2569842	сливи	58	6	=C7*D7

Рис. 2.4. Результат копіювання формули з клітинки E3 у діапазон E4:E7

Проте не завжди бажано, щоб під час копіювання формули всі посилання в ній зсувалися. За необхідності «зафіксувати» якусь частину посилання перед нею слід увести символ \$. Залежно від того, чи зафіксовано посилання або його частину, виділяють три різновиди посилань: *абсолютні*, *відносні* та *мішані*.

- ♦ У *відносному* посиланні не зафіксовано жодної його частини (наприклад: A3). Тому у випадку копіювання формули обидві

частини такого посилання можуть змінюватися (воно може перетворитися, наприклад, на B4, C5 і т. д.).

- ◆ Додавши перед номером рядка символ \$ (наприклад: A\$3), отримаємо *мішане* посилання. У такому посиланні під час копіювання може змінюватися тільки перша його частина (B\$3, C\$3 тощо). Якщо знак \$ додати тільки перед позначенням стовпця, то також матимемо *мішане* посилання, але змінюватиметься лише його друга частина (\$A3, \$A4 тощо).
- ◆ Коли знак \$ додано і перед позначенням стовпця, і перед номером рядка (наприклад: \$A\$3), то це *абсолютне* посилання. У разі копіювання формули до іншої клітинки таке посилання залишиться незмінним.

За умовчанням програма Ексел сприймає посилання у формулах як відносні. Змінити тип посилання під час уведення формули можна за допомогою клавіші F4.

Розглянемо приклад використання абсолютних посилань. Припустимо, в таблиці містяться відомості про валютнообмінні операції протягом дня, коли курс обміну був фіксований. У клітинку A2 введено курс, у клітинках B2:B6 вводять суми валюти, а в клітинках C2:C6 слід обчислити за формулами суми в гривнях. Для цього у клітинку C2 потрібно ввести формулу $=\$A\$2*B2$ і скопіювати її в діапазон C3:C6. Посилання B2 змінюватиметься, а посилання \$A\$2 — ні (рис. 2.5).

	A	B	C
1	Курс	Сума в доларах	Сума в гривнях
2	8,5	125,8	$=\$A\$2*B2$
3		234	$=\$A\$2*B3$
4		342	$=\$A\$2*B4$
5		56,6	$=\$A\$2*B4$
6		40	$=\$A\$2*B5$

Рис. 2.5. Копіювання формули, яка містить абсолютне посилання на клітинку A2

Вправа 2.1. Розрахунок вартості продуктів

Ви маєте обчислити вартість продуктів на овочевому складі за формулою $\text{Вартість} = \text{Ціна} \times \text{Кількість}$.

1. Створіть таблицю з даними, які наведено на рис. 2.6, та збережіть документ під іменем Вправа_2_1.xls.

	A	B	C	D	E
1	Таблиця розрахунку вартості продуктів на овочевому складі				
2	Код товару	Назва товару	Кількість, кг	Ціна 1 кг, грн	Вартість товару, грн
3	1245869	яблука	120	3,50	
4	1256893	груші	100	5,10	
5	1254789	виноград	45	14,50	
6	2358941	ананаси	12	18,00	
7	2569842	сливи	58	6,00	
8	Загалом				

Рис. 2.6. Таблиця з вихідними даними

- Виділіть клітинку E3, уведіть до неї формулу $=C3*D3$ та натисніть клавішу Enter. Результат обчислення за цією формулою буде відображено у клітинці E3 (рис. 2.7).

E3 $=C3*D3$					
	A	B	C	D	E
1	Таблиця розрахунку вартості продуктів на овочевому складі				
2	Код товару	Назва товару	Кількість, кг	Ціна 1 кг, грн	Вартість товару, грн
3	1245869	яблука	120	3,50	420,00
4	1256893	груші	100	5,10	
5	1254789	виноград	45	14,50	
6	2358941	ананаси	12	18,00	
7	2569842	сливи	58	6,00	
8	Загалом				

Рис. 2.7. Результат обчислення за формулою в клітинці E3

- Виділіть клітинку E3. Установіть курсор на маркер автозаповнення (маленький чорний квадрат у правому нижньому куті рамки курсору) та за допомогою миші протягніть його до клітинки E7 (рис. 2.8).
- Переконайтеся, що після копіювання формули з клітинки E3 її було автоматично модифіковано (наприклад, клітинка E7 містить формулу $=C7*D7$, а клітинка E6 — формулу $=C6*D6$). Змініть деякі значення у стовпцях Кількість, кг та Ціна 1 кг, грн і переконайтеся, що змінилися й відповідні значення у стовпці Вартість товару, грн.
- Виділіть клітинку E8 і за допомогою кнопки Σ (Автосума) панелі інструментів Стандартна уведіть до неї формулу $=SUM(E3:E7)$, після чого натисніть клавішу Enter. У клітинці E8 відобразиться результат підсумовування (рис. 2.9). Збережіть таблицю.

	A	B	C	D	E
1	Таблиця розрахунку вартості продуктів на овочевому складі				
2	Код товару	Назва товару	Кількість, кг	Ціна 1 кг, грн	Вартість товару, грн
3	1245869	яблука	120	3,50	420,00
4	1256893	груші	100	5,10	510,00
5	1254789	виноград	45	14,50	652,50
6	2358941	ананаси	12	18,00	216,00
7	2569842	сливи	58	6,00	348,00
8	Загалом				


Рис. 2.8. Результат автозаповнення клітинок E4:E7

E8 =SUM(E3:E7)					
	A	B	C	D	E
1	Таблиця розрахунку вартості продуктів на овочевому складі				
2	Код товару	Назва товару	Кількість, кг	Ціна 1 кг, грн	Вартість товару, грн
3	1245869	яблука	120	3,50	420,00
4	1256893	груші	100	5,10	510,00
5	1254789	виноград	45	14,50	652,50
6	2358941	ананаси	12	18,00	216,00
7	2569842	сливи	58	6,00	348,00
8	Загалом				2146,50

Рис. 2.9. Сума значень у клітинці E8

Вправа 2.2. Конвертація валют

Перерахуйте вартість продуктів на складі, зазначену в національній валюті, на суму в доларах.

1. Відкрийте файл Вправа_2_1.xls і відразу збережіть його під новим ім'ям Вправа_2_2.xls. Модифікуйте таблицю за зразком, поданим на рис. 2.10. Для діапазону D3:D7;E3:E8;B9 задайте грошовий формат грн. (скориставшись вікном Формат клітинок або кнопкою  (Грошовий формат) на панелі інструментів Форматування).
2. Виділіть клітинку B9, уведіть до неї значення курсу гривні до долара (наприклад, 8,3) і натисніть клавішу Enter.
3. Для діапазону F3:F8 задайте грошовий формат \$ США, скориставшись вікном Формат клітинок.
4. Виділіть клітинку F3, уведіть до неї формулу =E3/\$B\$9, натисніть клавішу Enter.

	A	B	C	D	E	F
1	Таблиця розрахунку вартості продуктів на овочевому складі					
2	Код товару	Назва товару	Кількість, кг	Ціна 1 кг в національній валюті	Вартість товару в національній валюті	Вартість товару в доларах
3	1245869	яблука	120	3,50 грн.	420,00 грн.	
4	1256893	груші	100	5,10 грн.	510,00 грн.	
5	1254789	виноград	45	14,50 грн.	652,50 грн.	
6	2358941	ананаси	12	18,00 грн.	216,00 грн.	
7	2569842	сливи	58	6,00 грн.	348,00 грн.	
8	Загалом				2 146,50 грн.	
9	Курс					

Рис. 2.10. Таблиця для перерахунку вартості продукції на складі, вказаної в національній валюті, на вартість у доларах

5. Скопіюйте формулу з клітинки F3 до клітинок F4:F8. Оскільки посилання на клітинку B9 у формулі абсолютне, воно під час копіювання формули не змінюватиметься. Посилання на клітинку E3 в цій формулі відносне. Результат обчислення відобразиться у стовпці F (рис. 2.11). Збережіть таблицю.

	A	B	C	D	E	F
1	Таблиця розрахунку вартості продуктів на овочевому складі					
2	Код товару	Назва товару	Кількість, кг	Ціна 1 кг в національній валюті	Вартість товару в національній валюті	Вартість товару в доларах
3	1245869	яблука	120	3,50 грн.	420,00 грн.	\$50,60
4	1256893	груші	100	5,10 грн.	510,00 грн.	\$61,45
5	1254789	виноград	45	14,50 грн.	652,50 грн.	\$78,61
6	2358941	ананаси	12	18,00 грн.	216,00 грн.	\$26,02
7	2569842	сливи	58	6,00 грн.	348,00 грн.	\$41,93
8	Загалом				2 146,50 грн.	\$258,61
9	Курс	8,30 грн.				

Рис. 2.11. Таблиця з результатами конвертації

Вправа 2.3. Таблиця розкладу дзвінків

Створіть таблицю з розкладом дзвінків у школі, знаючи, що тривалість уроку становить 45 хв, перший урок розпочинається о 8 год 15 хв, перерва після першого уроку триває 10 хв, після другого — 15, третього — 10, четвертого — 20, п'ятого — 15 хв.

1. Створіть таблицю за зразком (рис. 2.12) і збережіть її під іменем `Вправа_2_3.xls`.

	A	B	C	D
1	Розклад дзвінків			
2	Урок	Початок	Закінчення	Перерва
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10	Тривалість уроку			

Рис. 2.12. Форма таблиці для складання розкладу дзвінків

2. Для діапазону B3:D8 установіть формат Час (рис. 2.13).

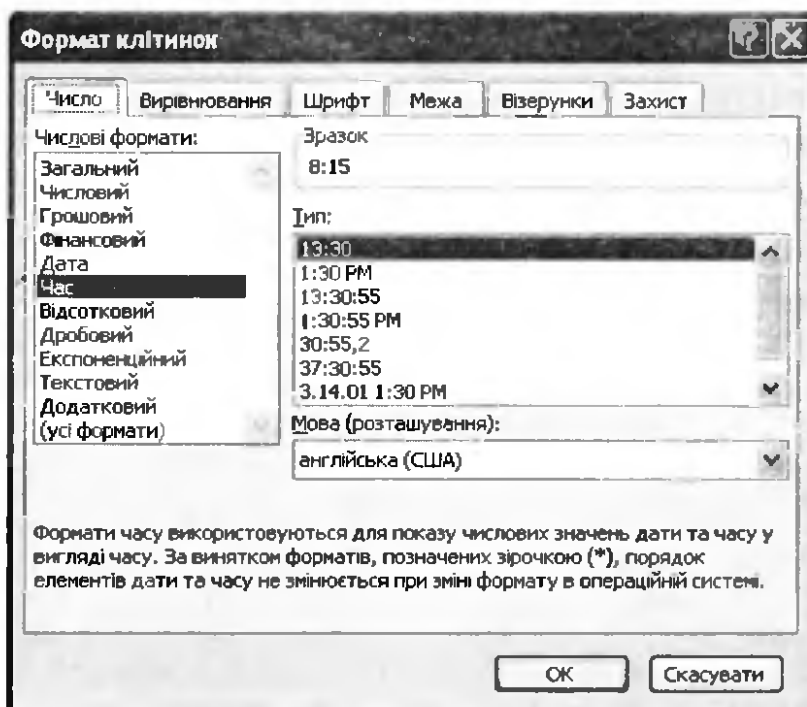


Рис. 2.13. Вибір формату для діапазону B3:D8

3. До клітинки C10 уведіть тривалість уроку 0:45.
4. До клітинки A3 введіть номер уроку — 1. Виділіть цю клітинку. Натисніть клавішу Ctrl і, утримуючи її, установіть курсор миші на маркер автозаповнення та протягніть його до клітинки A8. Діапазон A3:A8 заповниться числами від 1 до 6.
5. До стовпця D введіть тривалість перерв, до клітинки B3 — час початку першого уроку 8:15, до клітинки C3 — формулу =B3+\$C\$10 (для обчислення часу завершення першого уроку). Уміст клітинки C3 скопіюйте в діапазон C4:C8.

6. До клітинки B4 самостійно введіть формулу для обчислення часу початку другого уроку. Скопіюйте цю формулу в діапазон B5:B8. Ви маєте одержати таблицю, показану на рис. 2.14. Збережіть документ.

	A	B	C	D
1	Розклад дзвінків			
2	Урок	Початок	Закінчення	Перерва
3	1	8:15	9:00	0:10
4	2	9:10	9:55	0:15
5	3	10:10	10:55	0:10
6	4	11:05	11:50	0:15
7	5	12:05	12:50	0:20
8	6	13:10	13:55	
9				
10	Тривалість уроку		0:45	

Рис. 2.14. Готова таблиця розкладу дзвінків у школі

Практичні роботи профільного спрямування

Мета практичних робіт: закріпити навички введення та використання формул у табличному процесорі.

Практична робота 2 для групи профілів Б

У зоопарку готують суміші для годування тварин. Потрібно створити електронну таблицю для обчислення вартості сумішей на день і тиждень. Вартість компонентів харчових сумішей зазначено у табл. 2.3.

Таблиця 2.3. Вартість компонентів харчових сумішей


Компонент	Овочі	М'ясо	Вітаміни	Фрукти	Зерно
Вартість, грн/кг	3	45	120	25	13

Хід виконання

1. Створіть таблицю вартості компонентів харчових сумішей і форму для таблиці вартості таких сумішей (рис. 2.15). Збережіть таблицю у файлі з іменем `Практ_Б_2.xls`.
2. Для діапазону B10:F13 установіть числовий формат Відсотковий, скориставшись вікном `Формат клітинок` або кнопкою **%** (Відсотковий формат) панелі інструментів `Форматування`.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Вартість компонентів харчових сумішей								
2									
3	Компонент	Овочі	М'ясо	Вітаміни	Фрукти	Зерно			
4	Ціна 1 кг, грн	3	45	120	25	13			
5									
6	Таблиця вартості харчових сумішей на день та на тиждень								
7									
8	Назва суміші	Масовий уміст компонентів у суміші					Денна норма суміші, кг	Вартість суміші	
9		Овочі	М'ясо	Вітаміни	Фрукти	Зерно		на день	на тиждень
10	Для хижаків								
11	Для птахів								
12	Для плазунів								
13	Для гризунів								
14	Загалом								

Рис. 2.15. Форма таблиці для обчислення вартості сумішей

- У діапазон G10:G13 уведіть денну норму сумішей: для хижаків — 400, птахів — 35, плазунів — 65, гризунів — 65.
- Для діапазону H10:H14 установіть числовий формат грошовий, скориставшись вікном Формат клітинок або кнопкою  (Грошовий формат) панелі інструментів Форматування.
- До таблиці вартості харчових сумішей уведіть дані про вміст компонентів у харчовій суміші відповідно до табл. 2.4.

Таблиця 2.4. Масовий уміст компонентів у харчових сумішах, %

Компонент \ Суміш	Овочі	М'ясо	Вітаміни	Фрукти	Зерно
Для хижаків	30	65	5		
Для птахів	12		7	34	47
Для плазунів	32	21	2	23	22
Для гризунів	22		1	21	56

- До клітинки H10 самостійно введіть формулу для обчислення вартості харчової суміші для хижаків на день, якщо:

$$V_{\text{суміші}} = M \times (V_{\text{ов}} \times U_{\text{ов}} + V_{\text{м}} \times U_{\text{м}} + V_{\text{віт}} \times U_{\text{віт}} + V_{\text{фр}} \times U_{\text{фр}} + V_{\text{зер}} \times U_{\text{зер}}),$$

де $V_{\text{суміші}}$ — вартість харчової суміші для хижаків на день; M — маса денної норми суміші для хижаків; $V_{\text{ов}}$, $V_{\text{м}}$, $V_{\text{віт}}$, $V_{\text{фр}}$, $V_{\text{зер}}$ — вартість 1 кг овочів, м'яса, вітамінів, фруктів та зерна відповідно; $U_{\text{ов}}$, $U_{\text{м}}$, $U_{\text{віт}}$, $U_{\text{фр}}$, $U_{\text{зер}}$ — масовий уміст у харчовій суміші для хижаків овочів, м'яса, вітамінів, фруктів та зерна відповідно.

Зверніть увагу: посилання на клітинки, які містять вартість 1 кг компонентів суміші, мають бути абсолютними.

7. Скопіюйте формулу з клітинки H10 у діапазон клітинок H11:H13.
8. До клітинки I10 уведіть формулу для обчислення вартості харчової суміші для хижаків на тиждень: =H10*7.
9. Скопіюйте формулу з клітинки I10 у діапазон клітинок I11:I13.
10. У клітинці H14 обрахуйте підсумкове значення для стовпця Вартість суміші на день, грн.
11. У клітинці I14 обчисліть підсумкове значення для стовпця Вартість суміші на тиждень, грн.
12. Відформатуйте таблицю згідно з рис. 2.16. Збережіть електронну книгу.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Вартість компонентів харчових сумішей								
2									
3	Компонент	Овочі	М'ясо	Вітаміни	Фрукти	Зерно			
4	Ціна 1 кг, грн	3	45	120	25	13			
5									
6	Таблиця вартості харчових сумішей на день та на тиждень								
7									
8	Назва суміші	Масовий уміст компонентів у суміші					Денна норма суміші, кг	Вартість суміші	
9		Овочі	М'ясо	Вітаміни	Фрукти	Зерно		на день	на тиждень
10	Для хижаків	30%	65%	5%			400	14 460,00 грн.	101 220,00 грн.
11	Для птахів	12%		7%	34%	47%	35	617,95 грн.	5 725,65 грн.
12	Для плазунів	32%	21%	2%	23%	22%	65	1 392,30 грн.	9 746,10 грн.
13	Для гризунів	22%		1%	21%	56%	65	935,35 грн.	6 547,45 грн.
14	Загалом							17 605,60 грн.	123 239,20 грн.

Рис. 2.16. Таблиця з обчисленими значеннями вартості сумішей

Практична робота 2 для групи профілів М

Маючи інформацію про загальну кількість деталей у чотирьох приладах, а також про те, який відсоток від цієї кількості становлять деталі певного виду (резистори, конденсатори тощо), необхідно створити електронну таблицю для обчислення вартості приладів. Вартість радіодеталей, з яких вони складаються, подано в табл. 2.5.

Таблиця 2.5. Вартість радіодеталей

Радіодеталі	Резистор	Конденсатор	Транзистор	Кабель
Вартість, грн/шт	0,5	1,2	4,0	3,0

Хід виконання

1. Створіть таблицю вартості радіодеталей і форму для таблиці вартості електроприладів (рис. 2.17). Збережіть таблицю у файлі з іменем **Практ_M_2.xls**.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Розрахунок вартості приладів						
2							
3	Радіодеталі	Резистор	Конденсатор	Транзистор			
4	Вартість, грн/шт	0,5	1,2	4			
5							ПДВ
6							20%
7							
8		Уміст радіодеталей у приладі, %					
	Назва приладу	Резистор	Конденсатор	Транзистор	Загальна кількість радіодеталей	Вартість приладу, грн	Вартість приладу з урахуванням ПДВ, грн
9							
10	Прилад 1						
11	Прилад 2						
12	Прилад 3						
13	Прилад 4						
14	Разом						

Рис. 2.17. Форма таблиці для розрахунку вартості електроприладів

2. Для діапазону **B10:D13** встановіть числовий формат **Відсотковий**, скориставшись вікном **Формат клітинок** або кнопкою **%** (Відсотковий формат) панелі інструментів **Форматування**.
3. Для діапазону **F10:G14** встановіть числовий формат **Грошовий**, скориставшись вікном **Формат клітинок** або кнопкою **₴** (Грошовий формат) панелі інструментів **Форматування**.
4. У діапазон **E10:E13** уведіть загальну кількість радіоелементів у кожному з приладів: прилад 1 — 400, прилад 2 — 300, прилад 3 — 100, прилад 4 — 200.
5. До таблиці вартості уведіть дані про кількість радіодеталей кожного виду у різних приладах, скориставшись табл. 2.6.

Таблиця 2.6. Уміст радіодеталей у приладах, %

Назва приладу	Резистор	Конденсатор	Транзистор
Прилад 1	34	43	23
Прилад 2	68	15	17
Прилад 3	75	11	14
Прилад 4	55	33	12

6. До клітинки F10 самостійно введіть формулу для обчислення вартості приладу 1, якщо:

$$V_{\text{прил}} = K \times (V_{\text{рез}} \times U_{\text{рез}} + V_{\text{конд}} \times U_{\text{конд}} + V_{\text{транз}} \times U_{\text{транз}}),$$

де $V_{\text{прил}}$ — вартість приладу; K — загальна кількість радіоелементів у приладі; $V_{\text{рез}}$, $V_{\text{конд}}$, $V_{\text{транз}}$ — вартість одного резистора, конденсатора і транзистора відповідно; $U_{\text{рез}}$, $U_{\text{конд}}$, $U_{\text{транз}}$ — відсотковий уміст у приладі резисторів, конденсаторів і транзисторів відповідно.

Зауважте, що посилання на клітинки, які містять значення вартості радіодеталей, мають бути абсолютними.

- Скопіюйте формулу з клітинки F10 у діапазон клітинок F11:F13.
- Для клітинки G5 установіть формат Відсотковий, скориставшись кнопкою % (Відсотковий формат) панелі інструментів Форматування. Уведіть до клітинки G5 число 20 (значення ПДВ).
- До клітинки G10 уведіть формулу для обчислення вартості приладу з урахуванням ПДВ: =F10+F10*\$G\$5.
- Скопіюйте формулу з клітинки G10 у клітинки G11:G13.
- У клітинці F14 обчисліть підсумкове значення для стовпця Вартість приладу, а у клітинці G14 — підсумкове значення для стовпця Вартість приладу з урахуванням ПДВ.
- Відформатуйте таблицю, як на рис. 2.18, та збережіть її.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Розрахунок вартості приладів						
2							
3	Радіодеталі	Резистор	Конденсатор	Транзистор			
4	Вартість, грн/шт.	0,5	1,2	4			
5							ПДВ
6							20%
7	Таблиця вартості електроприладів						
8		Уміст радіодеталей у приладі, %					
9	Назва приладу	Резистор	Конденсатор	Транзистор	Загальна кількість радіодеталей	Вартість приладу, грн	Вартість приладу з урахуванням ПДВ, грн
10	Прилад 1	34%	43%	23%	400	642,40 грн.	770,88 грн.
11	Прилад 2	68%	15%	17%	300	360,00 грн.	432,00 грн.
12	Прилад 3	75%	11%	14%	100	106,70 грн.	128,04 грн.
13	Прилад 4	55%	33%	12%	200	230,20 грн.	276,24 грн.
14	Разом					1 339,30 грн.	1 607,16 грн.

Рис. 2.18. Таблиця з обчисленими значеннями вартості приладів

Практична робота 2 для групи профілів Е

Створіть електронну таблицю для обчислення вартості проживання в готельному номері за добу та за визначений користувачем термін, якщо наявність побутової техніки в номері збільшує його вартість на певний відсоток (табл. 2.7). Кількість побутової техніки в номері становить: 1 праска на особу; 1 телевізор на особу (напівлюкс і люкс), 1 телевізор у стандартному номері на дві особи; 1 холодильник (напівлюкс і люкс); 1 фен на особу (напівлюкс і люкс); 1 кавоварка.

Таблиця 2.7. Вихідні дані для обчислення вартості готельного номера

Вартість номерів за добу без побутової техніки, грн					
Стандартний		Напівлюкс		Люкс	
1 особа	2 особи	1 особа	2 особи	1 особа	2 особи
100	150	200	250	300	350
Зростання вартості готельного номера за добу у разі наявності побутової техніки, %					
Праска	Телевізор	Холодильник	Фен	Кавоварка	
5	20	30	5	10	

Хід виконання

1. Створіть таблицю для обчислення вартості готельного номера залежно від наявності побутової техніки за добу та за задану кількість днів (рис. 2.19). Збережіть таблицю у файлі з іменем **Практ_E_2.xls**.
2. Для діапазону **B3:F3** встановіть числовий формат **Відсотковий**, скориставшись кнопкою **%** (**Відсотковий формат**) панелі інструментів **Форматування**.
3. Уведіть у клітинки **B3:F3** відповідні дані з табл. 2.7.
4. Для діапазону **G7:I12** встановіть числовий формат **Грошовий**, скориставшись вікном **Формат клітинок** або кнопкою **\$** (**Грошовий формат**) панелі інструментів **Форматування**, та задайте кількість десяткових розрядів, рівну нулю.
5. До клітинки **I3** введіть кількість днів, наприклад **11**.
6. У діапазон **G7:G12** уведіть добову вартість номерів без побутової техніки: **100, 150, 200, 250, 300, 350**.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Підвищення вартості готельного номера залежно від наявності побутової техніки								
2	Побутова техніка	Праска	Телевізор	Холодильник	Фен	Кавоварка			Термін проживання, днів
3	Підвищення вартості								
4	Таблиця вартості готельного номера								
5							Вартість номера		
6	Тип номера	Праска	Телевізор	Холодильник	Фен	Кавоварка	за добу без техніки	за добу з технікою	за весь термін проживання
7	Стандартний на одну особу								
8	Стандартний на дві особи								
9	Напівлюкс на одну особу								
10	Напівлюкс на дві особи								
11	Люкс на одну особу								
12	Люкс на дві особи								

Рис. 2.19. Форма для обчислення вартості готельного номера за день і задану кількість днів

- У діапазон B7:F12 уведіть дані про кількість побутової техніки в номері згідно з умовою задачі.
- До клітинки H7 самостійно введіть формулу для обчислення вартості стандартного номера на одну особу за добу, якщо у номері є побутова техніка:

$$V_{\text{ном}} = V \times (1 + P_{\text{пр}} \times K_{\text{пр}} + P_{\text{тел}} \times K_{\text{тел}} + P_{\text{хол}} \times K_{\text{хол}} + P_{\text{фен}} \times K_{\text{фен}} + P_{\text{кав}} \times K_{\text{кав}}),$$

де $V_{\text{ном}}$ — вартість стандартного номера на одну особу з технікою, V — вартість стандартного номера на одну особу без техніки; $P_{\text{пр}}$, $P_{\text{тел}}$, $P_{\text{хол}}$, $P_{\text{фен}}$, $P_{\text{кав}}$ — відсотки підвищення вартості номера за наявності праски, телевізора, холодильника, фена та кавоварки відповідно; $K_{\text{пр}}$, $K_{\text{тел}}$, $K_{\text{хол}}$, $K_{\text{фен}}$, $K_{\text{кав}}$ — кількість у номері прасок, телевізорів, холодильників, фенів і кавоварок відповідно. Зауважте, що посилання на клітинки, де містяться відсотки, на які підвищується вартість номера, мають бути абсолютними.

- Скопіюйте формулу з клітинки H7 у діапазон H8:H12.
- До клітинки I7 уведіть формулу для обчислення вартості номера за задану кількість днів: $=H7*\$I\3 .
- Скопіюйте формулу з клітинки I7 у діапазон клітинок I8:I12.
- Відформатуйте таблицю згідно з рис. 2.20. Збережіть файл.

	A	B	C	D	E	F	G	H	
1	Підвищення вартості готельного номера залежно від наявності побутової техніки								
2	Побутова техніка	Праска	Телевізор	Холодильник	Фен	Кавоварка			Термін проживання, днів
3	Підвищення вартості	5%	20%	30%	5%	10%			11
4	Таблиця вартості готельного номера								
5							Вартість номера		
6	Тип номера	Праска	Телевізор	Холодильник	Фен	Кавоварка	за добу без техніки	за добу з технікою	за весь термін проживання
7	Стандартний на одну особу	1				1	100 грн.	115 грн.	1 265 грн.
8	Стандартний на дві особи	2	1			1	150 грн.	210 грн.	2 310 грн.
9	Напівлюкс на одну особу	1	1	1	1	1	200 грн.	340 грн.	3 740 грн.
10	Напівлюкс на дві особи	2	2	1	2	1	250 грн.	500 грн.	5 500 грн.
11	Люкс на одну особу	1	1	1	1	1	300 грн.	510 грн.	5 610 грн.
12	Люкс на дві особи	2	2	1	2	1	350 грн.	700 грн.	7 700 грн.

Рис. 2.20. Таблиця з інформацією про вартість готельних номерів з урахуванням наявної в них побутової техніки

Самостійна робота

- Створіть електронну таблицю для розрахунку енергетичної цінності фруктово-ягідної дієти, якщо відомо, якою є енергетична цінність продуктів, що входять до складу цієї дієти, та яку кількість кожного з продуктів рекомендується включати у щоденний раціон у різні дні тижня. Вихідні дані наведено на рис. 2.21. У клітинки, які містять знак «?», уведіть розрахункові формули та скопіюйте їх, щоб автоматично обчислити значення в діапазонах C20:H20 та I13:K19.
- Створіть платіжно-розрахункову відомість за поданою формою (рис. 2.22). Дані у стовпцях D, E і F обчисліть за допомогою формул. Нараховувана сума обчислюється як частка окладу, що дорівнює відношенню кількості відпрацьованих днів до загальної кількості робочих днів у місяці, записаної у клітинці D9. Сума податку з доходів становить 15 % від нарахованої суми.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Енергетична цінність продукту										
2	Продукт	Білки, г	Вуглеводи, г	Ккал в 100 г							
3	Суніці	1,8	8,1	41,0							
4	Сливи	0,8	9,9	43,0							
5	Персики	0,9	10,4	44,0							
6	Яблука	0,4	11,3	46,0							
7	Черешні	1,1	12,3	52,0							
8	Хурма	0,5	15,9	62,0							
9	Виноград	0,4	17,5	69,0							
10											
11	День тижня	Вага продукту, г						Загалом			
12		Суніці	Сливи	Персики	Яблука	Черешні	Хурма	Виноград	Білки, г	Вуглеводи, г	Ккал
13	Понеділок	250,0	0,0	120,0	300,0	0,0	80,0	150,0	?	?	?
14	Вівторок	0,0	120,0	0,0	400,0	0,0	40,0	145,0			
15	Середа	120,0	0,0	250,0	300,0	0,0	0,0	100,0			
16	Четвер	160,0	300,0	200,0	150,0	100,0	0,0	200,0			
17	П'ятниця	200,0	100,0	0,0	140,0	100,0	50,0	200,0			
18	Субота	145,0	0,0	0,0	200,0	200,0	60,0	100,0			
19	Неділя	120,0	0,0	0,0	145,0	123,0	100,0	150,0			
20	Загалом	?									

Рис. 2.21. Вихідні дані для розрахунку енергетичної цінності фруктово-ягодної дієти

	A	B	C	D	E	F
1	Платіжно-розрахункова відомість заробітної плати без відрахування у фонди					
2	Табельний номер	Кількість відпрацьованих днів	Оклад	Нараховано	Податок з доходів	Сума до видачі
3	1236	22	825,00 грн.	756,25 грн.	113,44 грн.	642,81 грн.
4	4258	24	716,00 грн.	716,00 грн.	107,40 грн.	608,60 грн.
5	2548	18	716,00 грн.	537,00 грн.	80,55 грн.	456,45 грн.
6	2569	16	1 256,00 грн.	837,33 грн.	125,60 грн.	711,73 грн.
7	1547	24	1 025,00 грн.	1 025,00 грн.	153,75 грн.	871,25 грн.
8	Загалом				580,74 грн.	3 290,85 грн.
9	Кількість робочих днів: 24					

Рис. 2.22. Платіжно-розрахункова відомість

3. Визначте, у який банк вигідніше покласти гроші на депозитний рахунок на один рік, якщо:

- ◆ у банку 1 щомісяця нараховується 10 % на залишок (станом на 1 лютого на рахунок буде стартова сума, збільшена на 10 %; станом на 1 березня — сума, що була 1 лютого, збільшена на 10 %, тощо);
- ◆ у банку 2 щомісяця нараховується 18 % від стартової суми, а на кінець року на депозиті буде стартова сума плюс сума всіх відсотків за 12 місяців;

- ♦ у банку 3 щомісяця на залишок нараховується прогресивний відсоток, початкове значення якого складає 5 % (станом на 1 лютого на рахунок буде стартова сума, збільшена на 5 %; станом на 1 березня — сума, яка була 1 лютого, збільшена на 6 %, станом на 1 квітня — сума, яка була 1 березня, збільшена на 7 %, тощо).

Для розв'язання задачі створіть електронну таблицю за зразком, поданим на рис. 2.23. Дані у діапазонах B6:B17, F6:F17 та у клітинці D17 слід обчислити за допомогою формул.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Стартова сума						
2	1 000,00 грн.						
3		Банк 1		Банк 2		Банк 3	
4	Місяць	Сума на 1 число місяця	Відсоток	Сума відсотків за місяць	Відсоток	Сума на 1 число місяця	Відсоток
5	Січень	1 000,00 грн.	10%	180,00 грн.	18%	1 000,00 грн.	5%
6	Лютий	1 100,00 грн.		180,00 грн.		1 050,00 грн.	6%
7	Березень	1 210,00 грн.		180,00 грн.		1 113,00 грн.	7%
8	Квітень	1 331,00 грн.		180,00 грн.		1 190,91 грн.	8%
9	Травень	1 464,10 грн.		180,00 грн.		1 286,18 грн.	9%
10	Червень	1 610,51 грн.		180,00 грн.		1 401,94 грн.	10%
11	Липень	1 771,56 грн.		180,00 грн.		1 542,13 грн.	11%
12	Серпень	1 948,72 грн.		180,00 грн.		1 711,77 грн.	12%
13	Вересень	2 143,59 грн.		180,00 грн.		1 917,18 грн.	13%
14	Жовтень	2 357,95 грн.		180,00 грн.		2 166,41 грн.	14%
15	Листопад	2 593,74 грн.		180,00 грн.		2 469,71 грн.	15%
16	Грудень	2 853,12 грн.		180,00 грн.		2 840,17 грн.	16%
17	На кінець року	3 138,43 грн.		3 160,00 грн.		3 294,59 грн.	

Рис. 2.23. Обчислення сум на депозитних рахунках

Розділ 3

Використання вбудованих функцій

У цьому розділі буде розглянуто:

- ◆ поняття функції в Microsoft Excel;
- ◆ способи введення функцій;
- ◆ категорії функцій: математичні, статистичні, інформаційні, текстові, фінансові та логічні.

Поняття функції

Функції в Microsoft Excel покликані автоматизувати обчислення. Їх використовують лише як частини формул. Зауважимо, що у формулах правила запису функцій такі самі, як і в математиці: після імені функції у круглих дужках указують значення її *аргументів*:

ІМ'Я_ФУНКЦІЇ(аргументи).

Аргументами функції можуть бути константи, адреси, діапазони, інші функції та вирази. Якщо функція має кілька аргументів, їх розділяють символом «;». Наприклад, функція **POWER(A1;B1)** дозволяє обчислити результат піднесення числа з клітинки A1 до степеня, записаного у клітинці B1 (рис. 3.1).

	A	B	C		A	B	C
1	3	4	=POWER(A1;B1)	1	3	4	81

Рис. 3.1. Використання функції **POWER**: *a* — формула; *б* — обчислене значення

Уведення функцій у формули

Бібліотека Microsoft Excel містить понад сотню вбудованих функцій, тож запам'ятати імена всіх їх неможливо. Вибрати потрібну функцію і ввести її у формулу можна за допомогою спеціального діалогового вікна **Вставка функції** (рис. 3.2), яке відкривається кнопкою **f_x** , розташованою зліва від рядка формул.

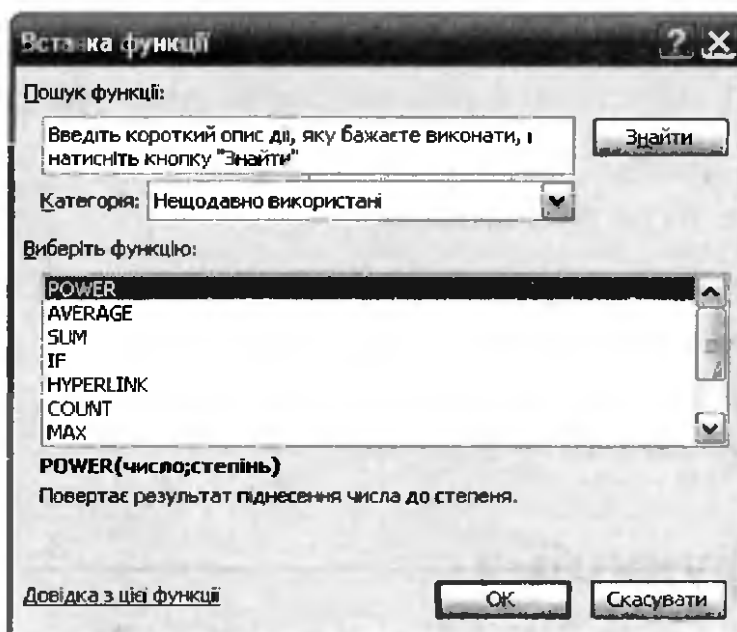


Рис. 3.2. Вікно **Вставка функції**

Щоб користувачам було легше шукати функції, їх усі поділено на категорії, які вибирають у списку **Категорія:** математичні, статистичні, логічні, для роботи з базами даних, фінансові, для роботи з датами й часом тощо. У списку **Виберіть функцію** відображаються всі функції обраної категорії. Після подвійного клацання назви функції відкривається вікно **Аргументи функції**, у якому потрібно ввести значення її аргументів і підтвердити свої дії, клацнувши кнопку **ОК** (рис. 3.3).

На рис. 3.3 проілюстровано введення аргументів функції **CONCATENATE**, яка з'єднує кілька текстових рядків, формуючи з них один новий. Ця функція може мати різну кількість аргументів, від 1 до 30, значення яких вводяться в текстові поля, розташовані у верхній частині вікна **Аргументи функції**. Під полями аргументів після символу «=» відображається значення функції, нижче описується її призначення та призначення аргументу, в полі якого розміщено курсор.

Значення аргументів функції можна вводити в поля аргументів чи виділяючи клітинки таблиці, що містять потрібні аргументи. Після цього адреса клітинки або діапазону з'явиться в полі. Увівши значення аргументів, потрібно клацнути кнопку ОК.

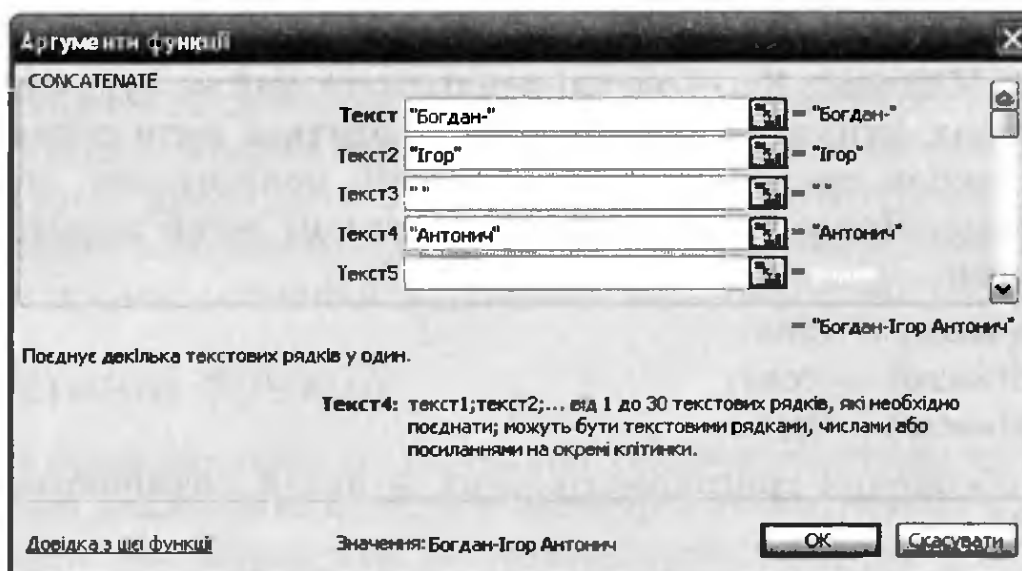


Рис. 3.3. Вікно Аргументи функції

ПРИМІТКА. В українській версії табличного процесора Excel 2003 назви функцій подано англійською мовою (наприклад функція обчислення суми аргументів має назву **SUM**).

Багато з вбудованих функцій Excel призначено для виконання дуже специфічних завдань. Однак, як показує досвід, найчастіше використовують такі функції:

- ◆ **SUM(число1;число2;...)** (рос. СУММ, категорія Математичні) — підсумовує числа;
- ◆ **AVERAGE(число1;число2;...)** (рос. СРЗНАЧ, категорія Статистичні) — обчислює середнє значення чисел;
- ◆ **MAX(число1;число2;...)** (рос. МАКС, категорія Статистичні) — визначає максимальне число з набору;
- ◆ **MIN(число1;число2;...)** (рос. МИН, категорія Статистичні) — знаходить мінімальне число з набору;
- ◆ **COUNT(значення1;значення2;...)** (рос. СЧЁТ, категорія Статистичні) — підраховує кількість чисел у списку аргументів;
- ◆ **SQRT(число)** (рос. КОРЕНЬ, категорія Математичні) — повертає значення квадратного кореня з числа.

Категорії функцій

Опишемо призначення найуживаніших функцій кількох категорій.

Математичні функції

Функції Microsoft Excel здатні реалізувати майже будь-яку з математичних функцій, з якими вам доводиться мати справу в середній школі: тригонометричні функції, показникові, логарифмічні тощо. Прямі тригонометричні функції легко розрізнити за їх назвами:

- ◆ $SIN(\text{число})$ — $\sin x$;
- ◆ $COS(\text{число})$ — $\cos x$;
- ◆ $TAN(\text{число})$ — $\operatorname{tg} x$.

Назви обернених тригонометричних функцій починаються з літери «А»:

- ◆ $ASIN(\text{число})$ — $\arcsin x$;
- ◆ $ACOS(\text{число})$ — $\arccos x$;
- ◆ $ATAN(\text{число})$ — $\operatorname{arctg} x$.

Аргументи тригонометричних функцій зазначають у радіанах, тому корисною є функція $PI()$, яка повертає значення числа π . Наприклад, величину $\sin \frac{\pi}{4}$ обчислюють за формулою $SIN(PI()/4)$. Градуси переводить у радіани функція $RADIANS(\text{кут})$ (рос. РАДИАНЫ), а радіани у градуси — функція $DEGREES(\text{кут})$ (рос. ГРАДУСЫ).

Серед інших математичних функцій найчастіше використовуються такі:

- ◆ $ABS(\text{число})$ — $|x|$ (модуль числа);
- ◆ $EXP(\text{число})$ — e^x (експонента);
- ◆ $LN(\text{число})$ — $\ln x$ (натуральний логарифм);
- ◆ $RND()$ — випадкове число, яке більше нуля або дорівнює йому та менше одиниці;
- ◆ $LOG(\text{число}; \text{основа})$ — логарифм заданого числа за заданою основою;
- ◆ $ROUND(\text{число}; \text{кількість_розрядів})$ (рос. ОКРУГЛ) — округлення числа до заданої кількості десяткових розрядів;
- ◆ $MOD(\text{число}; \text{дільник})$ (рос. ОСТАТ) — остача від ділення числа на дільник;

- ◆ **SUM(число1;число2;...)** (рос. СУММ) — обчислення суми набору чисел, записаних через крапку з комою або розміщених у діапазоні з заданою адресою;
- ◆ **PRODUCT(число1;число2;...)** (рос. ПРОИЗВЕД) — обчислення добутку чисел, записаних через крапку з комою або розміщених у діапазоні з заданою адресою.

Для швидкого введення функції SUM у Microsoft Excel на панелі інструментів Стандартна є кнопка Σ (Автосума), якою ви вже користувалися, виконуючи вправу 2.1. Якщо клацнути цю кнопку та натиснути клавішу Enter, відобразиться сума чисел у клітинках, розміщених над поточною клітинкою або ліворуч від неї.

Статистичні функції

Одною з основних сфер застосування табличного процесора є статистичний аналіз даних. Відтак категорія статистичних функцій дуже численна. Наразі вам достатньо знати лише кілька з них:

- ◆ **MAX(число1;число2;...)** (рос. МАКС) — повертає максимальне значення з набору чисел або діапазону;
- ◆ **MIN(число1;число2;...)** (рос. МИН) — повертає мінімальне значення з набору чисел або діапазону;
- ◆ **AVERAGE(число1;число2;...)** (рос. СРЗНАЧ) — повертає середнє арифметичне, обчислене за діапазоном значень або набором чисел;
- ◆ **COUNTIF(діапазон;критерій)** (рос. СЧЕТЕСЛИ) — обчислює кількість непорожніх клітинок у діапазоні, значення яких дорівнює другому аргументу.

Наведемо приклади використання цих функцій. Якщо аргументом функції є діапазон A1:A5, заповнений значеннями так, як показано на рис. 3.4, то значення функцій будуть такими: $MAX(A1:A5)=10$; $MIN(A1:A5)=2$; $AVG(A1:A5)=5,2$; $COUNTIF(A1:A5;5)=2$.

	A
1	2
2	5
3	4
4	10
5	5

Рис. 3.4. Діапазон, заповнений значеннями

Інформаційні функції

Більшість функцій цієї категорії перевіряють уміст клітинок на відповідність певній умові, наприклад визначають, що — число чи текст — він собою являє. Якщо умова виконується, функція повертає логічне значення TRUE, інакше — значення FALSE. Перелічимо найуживаніші інформаційні функції:

- ◆ ISBLANK(*посилання*) (рос. ЕПУСТО) — повертає TRUE, якщо посилання вказує на порожню клітинку, і FALSE в інших випадках;
- ◆ ISERROR(*значення*) (рос. ЕОШИБКА) — повертає TRUE, якщо значення є помилкою (#N/A, #VALUE!, #NUM!, #REF! тощо), і FALSE в інших випадках;
- ◆ ISNUMBER(*значення*) (рос. ЕЧИСЛО) — повертає TRUE, якщо значення є числом, і FALSE в інших випадках;
- ◆ TYPE(*значення*) (рос. ТИП) — визначає тип даних певного значення: якщо значення є числом, то функція повертає 1, якщо текстом — 2, логічним значенням — 4, помилкою — 16, а якщо набором значень — 64.

Текстові функції

Ці функції призначені для обробки текстових значень, які ще називають *текстовими рядками*. Вони здатні шукати входження одного рядка в інший, відтинати від тексту зліва або справа певну кількість символів, з'єднувати два рядки в один тощо. Розглянемо найуживаніші з текстових функцій:

- ◆ CONCATENATE(*текст1;текст2;...*) (рос. СЦЕПИТЬ) — з'єднує кілька текстових рядків в один; такий самий результат дає операція *конкатенації*: *текст1&текст2&...*;
- ◆ FIND(*шуканий_текст;текст_перегляду;поч_позиція*) (рос. НАЙТИ) — повертає позицію, з якої починається перше входження шуканого тексту в текст перегляду; пошук починається із вказаної в третьому аргументі позиції, а якщо входження шуканого тексту немає, функція поверне помилку #VALUE!;
- ◆ LEFT(*текст;кількість_знаків*) (рос. ЛЕВСИМВ) — повертає задану кількість символів з початку тексту;
- ◆ LEN(*текст*) (рос. ДЛСТР) — повертає кількість символів у тексті;
- ◆ MID(*текст;поч_позиція;кількість_знаків*) (рос. ПСТР) — повертає задану кількість знаків з тексту, починаючи із вказаної позиції;

- ◆ REPLACE(*старий_текст*; *поч_позиція*; *кількість_знаків*; *новий_текст*) (рос. ЗАМЕНИТЬ) — замінює задану кількість символів рядка, починаючи із вказаної позиції, новим текстом;
- ◆ RIGHT(*текст*; *кількість_знаків*) (рос. ПРАВСИМВ) — повертає вказане число символів з кінця тексту.

Приклад застосування текстових функцій наведено на рис. 3.5. Вихідні рядки тексту містяться у клітинках B1:B2, а у клітинці B5 вони з'єднані за допомогою операції конкатенації & (зауважте, що для коректного з'єднання рядків між ними потрібно вставити пробіл). У діапазоні B6:D11 продемонстровано застосування кількох функцій до тексту з клітинки B5. А саме: у клітинках B6:B11 відображено результати, у C6:C11 — формули, а в клітинках D6:D11 введено коментарі до них.

	A	B	C	D	
1	вихідний текст 1	Шалам-Балам			
2	вихідний текст 2	на мурі сидів			
3					
4					
5	з'єднання:	Шалам-Балам на мурі сидів	=B1 & " "& B2		
6	позиція:		16	=FIND("мур", B5, 1)	позиція, з якої починається слово "мур"
7	початок рядка:	Шалам-Балам на		=LEFT(B5, 15)	частина рядка з початку й до слова "мур"
8	кінець рядка:	мурі сидів		=RIGHT(B5, 10)	частина рядка від слова "мур" до кінця
9	частина рядка:	"мур		=MID(B5, 16, 3)	частина рядка "мур" (3 символи від 16-ї позиції)
10	зміна:	Шалам-Балам на таці сидів		=REPLACE(B5, 16, 4, "таці")	слово "мурі" замінено на "таці"
11	довжина рядка:		25	=LEN(B5)	у рядку 25 символів

Рис. 3.5. Приклад застосування текстових функцій

Фінансові функції

Основне призначення фінансових функцій — обчислення грошових сум, відсотків або термінів виплати за отримані кредити, а також прибутку як результату інвестування. У більшості функцій обчислення здійснюються за формулами *складних відсотків*.

Розглянемо лише одну, найбільш типову задачу: ви відкриваєте в банку депозитний рахунок і відразу вносите на нього 1000 грн, а протягом року поповнюєте його щомісяця на 100 грн. Банк нараховує вам 18 % річних в кінці кожного місяця, і отриманий прибуток автоматично переводиться на ваш рахунок. Питання: яка сума накопичиться на вашому рахунку на кінець року?

Задачу можна розв'язати, обчислюючи суми на рахунку послідовно в кінці кожного місяця. Так, за перший місяць банк нарахує $18\% / 12 = 1,5\%$ від загальної суми, і у вас на рахунку буде $1000 + 1000 \times 1,5\% = 1015$ грн. У кінці другого місяця

відсотки нараховуватимуться вже не на 1000 грн, а на 1015 (це і називається «складним відсотком»), і у вас на рахунку буде $1015 + 1015 \times 1,5\% = 1030,22$ грн. Фінансова функція FV (рос. БС) автоматизує виконання обчислень за описаною схемою. Вікно аргументів функції зображено на рис. 3.6.

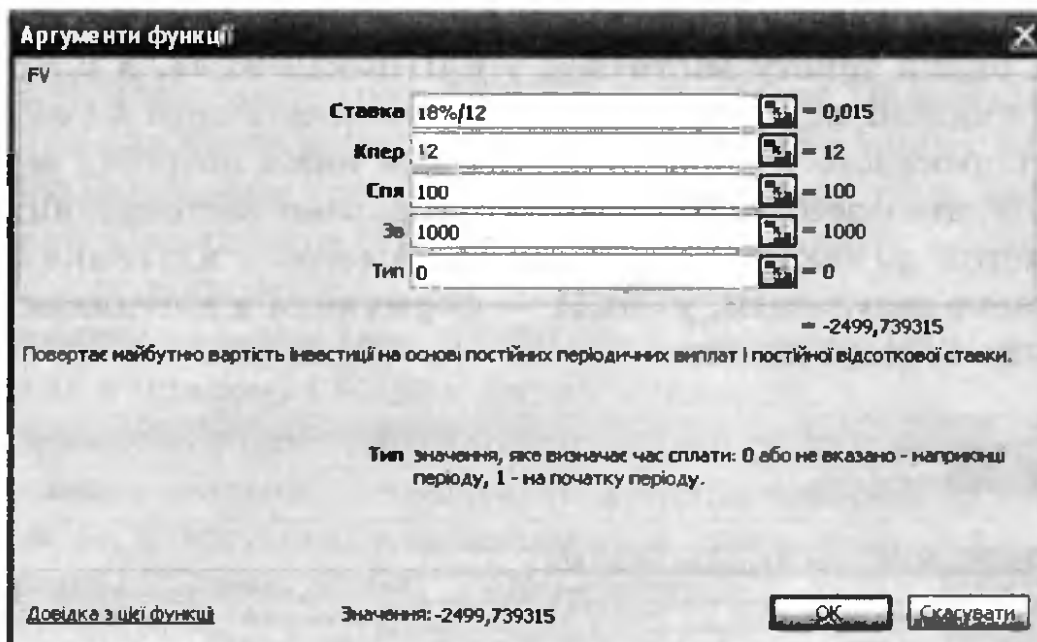


Рис. 3.6. Вікно аргументів функції FV

Пояснимо зміст аргументів описуваної функції.

- ◆ Ставка — відсоткова ставка, тобто кількість відсотків, які нараховуються на загальну суму в кінці кожного періоду нараховувань. У нашому прикладі період дорівнює одному місяцю, в кінці якого нараховується $18\% / 12 = 1,5\%$.
- ◆ Кпер — кількість періодів, за якими здійснюватиметься обчислення. У нашому випадку період дорівнює одному місяцю, а нам потрібно обчислити стан рахунку за підсумком року. Тому значення цього аргументу — 12.
- ◆ Спл — сума, на яку поповнюють рахунок протягом кожного періоду. У нашій задачі це 100 грн.
- ◆ Зв — сума, яку вносять на рахунок відразу (у нас — 1000 грн).
- ◆ Тип — час оплати. Якщо цей аргумент дорівнює 0, то оплата здійснюється наприкінці періоду, якщо 1 — на початку.

Отже, після введення аргументів ми отримаємо таку формулу: $=FV(18\%/12;12;100;1000;0)$. На рис. 3.7 у діапазоні B1:B14 наведено

результати послідовних обчислень, а у клітинці A17 — обчислень із використанням фінансової функції.

	А	В
1	№ періоду	Ітеративні обчислення
2	0	1 000,00 грн.
3	1	1 115,00 грн.
4	2	1 231,73 грн.
5	3	1 350,20 грн.
6	4	1 470,45 грн.
7	5	1 592,51 грн.
8	6	1 716,40 грн.
9	7	1 842,14 грн.
10	8	1 969,78 грн.
11	9	2 099,32 грн.
12	10	2 230,81 грн.
13	11	2 364,28 грн.
14	12	2 499,74 грн.
15		
16	За допомогою функції FV	
17	-2 499,74 грн.	

Рис. 3.7. Обчислення прибутку від інвестиції з використанням послідовності формул та фінансової функції

Логічні функції

Іноді є потреба розв'язувати задачу одним із варіантів, залежно від виконання (чи невиконання) певних умов. У такому разі застосовують логічні функції, зокрема IF (рос. ЕСЛИ), AND (рос. И), OR (рос. ИЛИ). Їх можна знайти в категорії Логічні.

Логічну функцію IF використовують для перевірки умови та подальшого обчислення одного зі значень: першого, якщо умова істинна, другого — якщо вона хибна. Ця функція має вигляд:

IF(лог_вираз;значення_якщо_істина;значення_якщо_хибність).

Тут *лог_вираз* — це будь-яке значення чи вираз, результат обчислення якого істинний або хибний; *значення_якщо_істина* — це значення функції у разі, коли логічний вираз істинний; *значення_якщо_хибність* — значення функції у тому разі, коли логічний вираз хибний. Так, вираз IF(A1>A2;100;0) дорівнюватиме 100, якщо A1>A2, і 0 в інших випадках.

Щоб перевірити виконання більше ніж однієї умови, застосовують вкладення функції IF у функцію IF. Наприклад, функція

IF(D4>0;"Два дійсні корені:";IF(D4=0;"Один дійсний корінь:";"Дійсних коренів немає")) дає змогу обчислити кількість коренів квадратного рівняння залежно від значення дискримінанта у клітинці D4. Вона діє за схемою, зображеною на рис. 3.8.

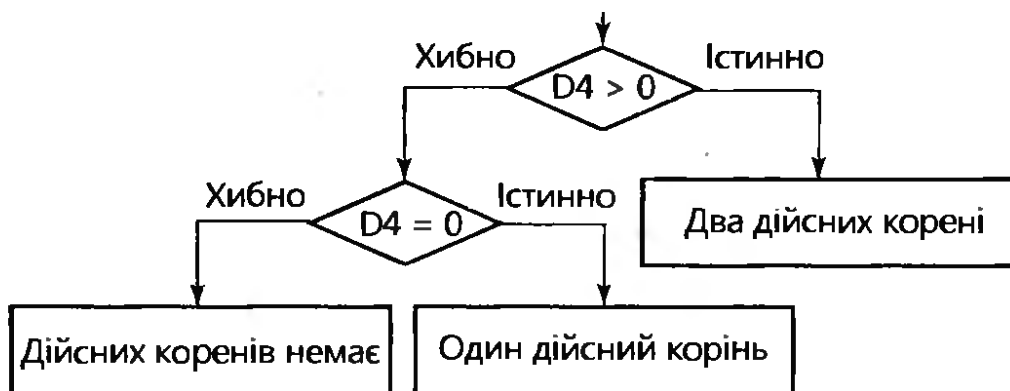


Рис. 3.8. Схема дії функції IF

Логічна функція AND набуває значення *істинно* (TRUE), якщо всі її аргументи мають це значення, і значення *хибно* (FALSE), якщо хоча б один з аргументів має значення *хибно*. Наприклад, результатом виразу AND(7+2=9;4-2=3) буде FALSE, оскільки друга рівність (4-2=3) хибна.

Логічна функція OR набуває істинного значення TRUE, якщо хоча б один з її аргументів має це значення.

Вправа 3.1. Розрахунок вартості продуктів після уцінення

Розрахуйте вартість продуктів на овочевому складі після уцінення. Скориставшись таблицею, створеною під час виконання вправи 2.1, розрахуйте за допомогою формул ціну 1 кг кожного товару після уцінення, а також їх загальну вартість після уцінення. Якщо певного товару залишилося менше ніж 75 кг, його потрібно уцінити на 10 %, інакше — на 20 %.

1. Відкрийте файл Вправа_2_1.xls і одразу збережіть його під ім'ям Вправа_3_1.xls.
2. Додайте до таблиці справа стовпці Ціна 1 кг після уцінення та Вартість після уцінення (рис. 3.9). Задайте для їх клітинок грошовий формат.

- Виділіть клітинку F3, уведіть до неї формулу обчислення ціни 1 кг після уцінення. Обчислення в цій клітинці здійснюватимуться за таким принципом: якщо вага товару (клітинка C3) менше 75 кг, слід помножити початкову ціну (клітинка D3) на коефіцієнт 0,9, інакше — на 0,8. Отже, формула у клітинці F3 буде такою: =IF(C3<75;D3*0,9;D3*0,8). Скопіюйте формулу до клітинок F4:F7.
- Обчисліть нову вартість товару з урахуванням уцінення. Вона дорівнює новій ціні 1 кг товару, помноженій на його кількість. Таким чином, у клітинку G3 введіть формулу =C3*E3. Скопіюйте цю формулу до клітинок G4:G7.
- Обчисліть загальну вартість уціненого товару: за допомогою кнопки Σ \blacktriangledown (Автосума) на панелі інструментів Стандартна уведіть до клітинки G8 формулу =SUM(G3:G7). Таблиця має набути такого вигляду, як на рис. 3.9. Збережіть документ.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Розрахунок вартості продуктів на овочевому складі						
2	Код товару	Назва товару	Кількість, кг	Ціна 1 кг	Вартість	Ціна 1 кг після уцінення	Вартість після уцінення
3	1245869	яблука	120	3,50 грн.	420,00 грн.	2,80 грн.	336,00 грн.
4	1256893	груші	100	5,10 грн.	510,00 грн.	4,08 грн.	408,00 грн.
5	1254789	виноград	45	14,50 грн.	652,50 грн.	13,05 грн.	587,25 грн.
6	2358941	ананаси	12	18,00 грн.	216,00 грн.	16,20 грн.	194,40 грн.
7	2569842	сливи	58	6,00 грн.	348,00 грн.	5,40 грн.	313,20 грн.
8	Разом				2 146,50 грн.		1 838,85 грн.

Рис. 3.9. Вартість продуктів на овочевому складі до і після уцінення

- У клітинках D8 і F8 самостійно обчисліть середню ціну товару до та після уцінення. Доберіть для цього відповідну статистичну функцію.

Практичні роботи профільного спрямування

Мета практичних робіт: навчитися застосовувати функції табличного процесора, закріпити навички створення та форматування таблиць і використання формул.

Практична робота 3 для групи профілів Б

Створіть таблицю для введення й обчислення результатів медичного огляду працівників певного підприємства.

Хід виконання

1. Створіть таблицю за формою, поданою на рис. 3.10. Збережіть її у файлі з іменем **Практ_Б_3.xls**. Уведіть дані у стовпці Табельний номер; Маса тіла, кг; Зріст, м і Частота пульсу.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Дані медичного огляду						
2	Табельний номер	Маса тіла, кг	Зріст, м	Індекс маси тіла	Відхилення маси тіла від норми	Частота пульсу	Відхилення пульсу від норми
3	128	55	1,6			65	
4	256	89	1,55			80	
5	512	68	1,88			66	
6	768	70	1,77			92	
7	896	60	1,9			54	
8	Макс						
9	Мін						

Рис. 3.10. Форма таблиці для запису результатів медичного огляду працівників підприємства

2. На основі даних, наведених у табл. 3.1, визначте, чи є відхилення пульсу від норми. Для цього уведіть до клітинки G3 таку формулу: `=IF(F3<60;"Низький пульс";IF(F3<=80;"Норма";"Підвищений пульс"))`.

Зміст формули такий: якщо пульс становить менше 60 ударів за хвилину, то це низький пульс, в іншому випадку треба виконати додаткову перевірку: якщо пульс менший за 80 ударів, то він у нормі, інакше — підвищений. Скопіюйте цю формулу в клітинки G4:G7.

Таблиця 3.1. Визначення типу пульсу

Значення пульсу	Повідомлення, яке потрібно вивести
$60 \leq \text{Пульс} \leq 80$	Норма
Пульс < 60	Низький пульс
Пульс > 80	Підвищений пульс

- Для розрахунку індексу маси тіла працівника скористайтесь формулою $Ind = x/y^2$, де x — маса, кг; y — зріст, м. Для обчислення індексу маси тіла першого працівника введіть цю формулу у клітинку D3 і скопіюйте її до клітинок D4:D7 для визначення індексу маси тіла решти працівників.
- На основі даних табл. 3.2 за допомогою логічної функції IF визначте для першого працівника відхилення маси від норми за формулою, яку введіть до клітинки E3.

Таблиця 3.2. Відповідність між зростом та масою тіла людини

Індекс маси тіла	Повідомлення, яке потрібно вивести
$Ind < 18$	Дуже мала маса!
$18 \leq Ind < 20$	Мала маса!
$20 \leq Ind < 26$	Норма
$26 \leq Ind < 31$	Перевищення норми!
$Ind \geq 31$	Треба худнути!

Формулу уведіть самостійно, застосувавши той самий принцип, що й у формулі для визначення типу пульсу. Скопіюйте введену формулу до клітинок E4:E7 (рис. 3.11).

	A	B	C	D	E	F	G
1	Дані медичного огляду						
2	Табельний номер	Маса тіла, кг	Зріст, м	Індекс маси тіла	Відхилення маси тіла від норми	Частота пульсу	Відхилення частоти пульсу від норми
3	128	55	1,6	21,48438	Норма	65	Норма
4	256	89	1,55	37,04475	Треба худнути!	80	Норма
5	512	68	1,88	19,23947	Мала маса!	66	Норма
6	768	70	1,77	22,34352	Норма	92	Підвищений пульс
7	896	60	1,9	16,6205	Дуже мала маса!	54	Низький пульс
8	Макс	89	1,9				
9	Мін	55	1,55				

Рис. 3.11. Таблиця результатів медичного огляду

- До клітинок B8 і B9 уведіть формули для обчислення максимальної та мінімальної маси тіла. Скористайтесь для цього відповідними статистичними функціями.
- Скопіюйте формули з клітинок B8:B9 у клітинки C8:C9. У результаті ви маєте отримати таку таблицю, як на рис. 3.11.

Практична робота 3 для групи профілів М

Завдання 1

Розв'яжіть таку математичну задачу: обчислити кількість дільників заданого користувачем числа, яке не перевищує 100. Користувач має вводити число у певну клітинку, а результат повинен автоматично відобразитися в іншій клітинці.

Аналіз завдання


Отже, потрібно визначити, на скільки чисел у діапазоні $[1;a]$ введене користувачем число a ділиться без остачі. Замість діапазону $[1;a]$ можна розглядати діапазон $[1;100]$: очевидно, що серед чисел, більших за a , дільників a не буде. Числа від 1 до 100 можна ввести у діапазоні A1:A100, а в діапазоні B1:B100 — обчислити остачі від ділення a на відповідне число зі стовпця А. Залишиться визначити кількість нулів у діапазоні B1:B100 — вона дорівнюватиме шуканому результату.

Хід виконання

1. Створіть таблицю за формою, яка подана на рис. 3.12. Клітинка D1 призначена для введення числа, а клітинка D2 — для відображення результату. Збережіть таблицю у файлі з іменем `Практ_М_3.xls`.

	A	B	C	D
1			Число:	
2			Кількість дільників:	
3				
4				
5				
6				

Рис. 3.12. Форма таблиці для обчислення кількості дільників заданого числа

2. У діапазоні A1:A100 створіть арифметичну прогресію цілих чисел від 1 до 100 із кроком 1 (згадайте матеріал розділу 1).
3. У клітинку B1 уведіть формулу для обчислення остачі від ділення числа, введеного користувачем (клітинка D1), на число у клітинці A1.
 - а) Виділіть клітинку B1 і клацніть кнопку  (Вставка функції) зліва від рядка формул.

- б) У вікні Вставка функції з розкритого списку Категорія виберіть категорію Математичні, а у списку Виберіть функцію — функцію MOD (рос. ОСТАТ) і клацніть її двічі.
- в) У вікні Аргументи функції у поле Число введіть адресу D1 (клацніть у полі Число, а потім — на клітинці D1), а в поле Дільник — адресу A1 (рис. 3.13).
- г) Клацніть кнопку ОК. У клітинку B1 буде введено формулу =MOD(D1;A1).

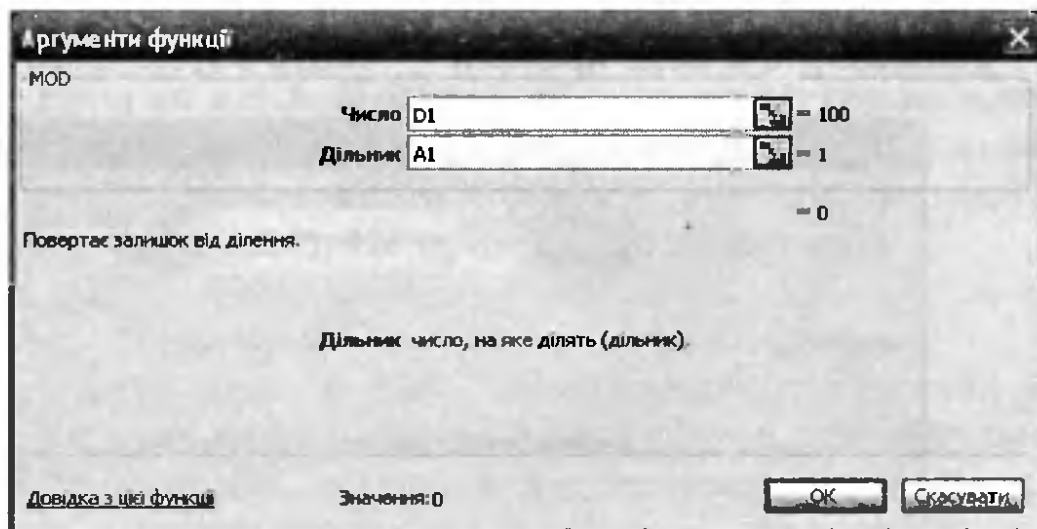




Рис. 3.13. Введення аргументів функції MOD

- 4. Під час копіювання у введених формулі зміщуватимуться обидві адреси, а нам потрібно, щоб адреса D1 залишалась незмінною. Зафіксуйте номер стовпця у цьому посиланні самостійно (згадайте матеріал розділу 2).
- 5. Скопіюйте формулу з клітинки B1 в усі клітинки діапазону B2:B100. Якщо ввести у клітинку D1 число 18, аркуш набуде такого вигляду, як на рис. 3.14.

	A	B	C	D
1	1	0	Число	18
2	2	0	Кількість дільників	
3	3	0		
4	4	2		
5	5	3		
6	6	0		
7	7	4		
8	8	2		
9	9	0		
10	10	8		
11	11	7		

Рис. 3.14. Обчислення дільників числа

6. Тепер у клітинці D2 потрібно визначити кількість нулів у діапазоні B1:B100. Для цього скористайтесь функцією COUNTIF (рос. СЧЕТЕСЛИ).

- а) Виділіть клітинку D2 і клацніть кнопку  (Вставка функції).
- б) У вікні Вставка функції в розкритому списку Категорія виберіть категорію Статистичні, а у списку Виберіть функцію — функцію COUNTIF і клацніть її двічі.
- в) Перейшовши у вікно Аргументи функції, в поле Діапазон введіть адресу B1:B100 (клацніть кнопку , а потім виділіть діапазон), а в поле Критерій — число 0 (рис. 3.15).

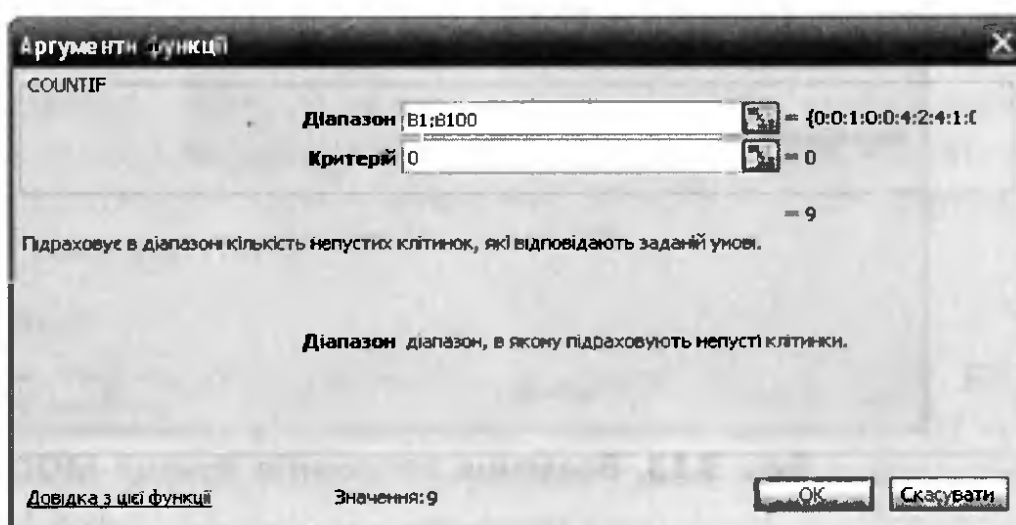


Рис. 3.15. Введення аргументів функції COUNTIF

г) Клацніть кнопку ОК, і у клітинці D1 з'явиться формула =COUNTIF(B1:B100;0) та буде обчислено результат.

7. Введіть у клітинку D1 різні значення, щоб перевірити роботу функцій. Зауважте: прості числа мають рівно два дільники. Як ви вважаєте, яке число в діапазоні [0; 100] має найбільшу кількість дільників?

8* Реалізуйте автоматичне обчислення кількості простих чисел у діапазоні [1; a], де число $a \leq 100$ буде вводити користувач. Зауважте, що число a є простим, якщо воно не має дільників у діапазоні [2; \sqrt{a}].

Завдання 2

Обчисліть наближено визначений інтеграл $\int_0^1 (x^2 + 2) dx$ методами прямокутників і трапецій із кроком 0,05.

Математична складова роботи

Нехай потрібно обчислити значення визначеного інтеграла $\int_a^b f(x)dx$, де $f(x)$ — задана на проміжку $[a, b]$ неперервна функція. Це можна зробити аналітично за допомогою первісної, якщо вона виражається у скінченному вигляді, або ж методами наближеного обчислення, найпростішими з яких є метод прямокутників і метод трапецій.

Як відомо, значення визначеного інтеграла $\int_a^b f(x)dx$ дорівнює площі фігури, обмеженої кривою $y = f(x)$, віссю Ox і вертикальними прямими $x = a$ та $x = b$. Можна поділити цю фігуру на n тонких вертикальних смуг однакової ширини і кожен з них замінити прямокутником, висота якого дорівнює значенню функції посередині смуги (рис. 3.16). Це приведе нас до формули

$$\int_a^b f(x)dx \approx h(y_1 + \dots + y_n),$$

де $y_i = f(\xi_i)$, ξ_i ($i = 1, \dots, n - 1$) — середини смуг; h — їхня ширина. Отже, шукану площу криволінійної фігури замінено площею східчастої фігури, яка складається з прямокутників. Ця наближена формула називається формулою прямокутників.

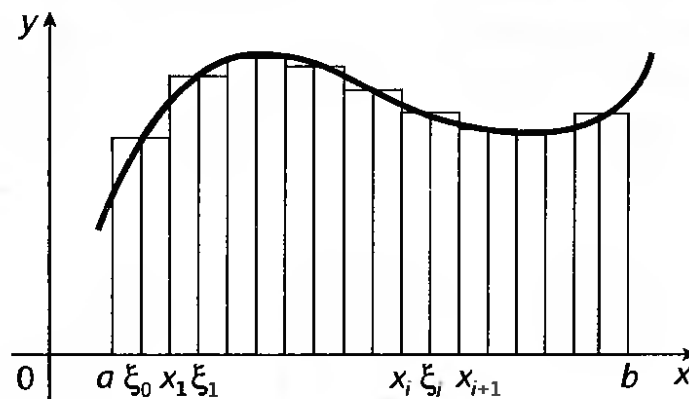


Рис. 3.16. Наближене обчислення визначеного інтеграла за методом прямокутників

Геометричні міркування природно приводять і до іншої формули, яка часто дає краще наближення. Замінімо вказану криву на вписану в неї ламану з вершинами в точках (x_i, y_i) , де $y_i = f(x_i)$ ($i = 0, 1, \dots, n - 1$), тобто розглядатимемо набір трапецій (рис. 3.17). Якщо проміжок $[a, b]$ поділити на рівні частини довжиною h , то площі цих трапецій будуть розраховуватися за формулами $h(y_0 + y_1)/2$, $h(y_1 + y_2)/2$, ..., $h(y_{n-1} + y_n)/2$.

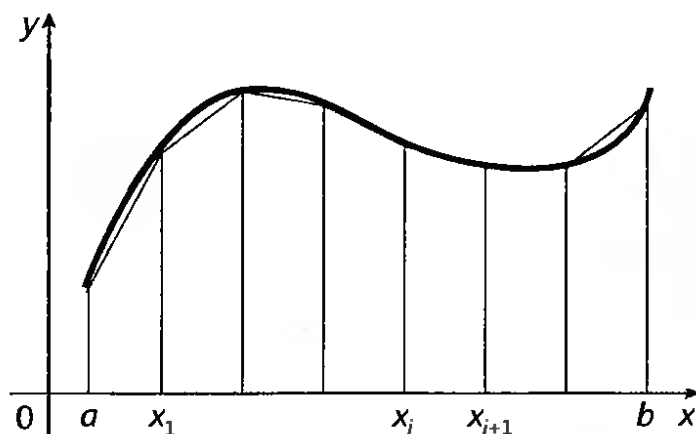


Рис. 3.17. Наближене обчислення визначеного інтеграла методом трапецій

Додавши ці площі, отримаємо ще одну формулу для наближеного обчислення визначеного інтеграла:

$$\int_a^b f(x)dx \approx h \left(\frac{y_0 + y_n}{2} + y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1} \right).$$

Це так звана формула трапецій.

Хід виконання

1. Відкрийте файл **Практ_М_2.xls**, перейдіть на **Аркуш2** та створіть за формою, поданою на рис. 3.18, таблицю для наближеного обчислення визначеного інтеграла. У стовпці **A** міститимуться значення точок поділу інтервалу інтегрування, у стовпцях **B** та **C** — значення функції, необхідні для обчислень за формулою трапецій та формулою прямокутників відповідно.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Наближене обчислення інтеграла						
2	x	f	g	h		Метод трапецій:	
3						Метод прямокутників:	
4						Точне значення:	
5							

Рис. 3.18. Форма для наближеного обчислення визначеного інтеграла

2. Для обчислення визначеного інтеграла потрібно поділити інтервал інтегрування $[0; 1]$ на відрізки з кроком h . Значення h , скажімо $0,05$, уведіть до клітинки **D3**.

3. У діапазоні A3:A23 обчисліть значення координат точок поділу: до клітинки A3 уведіть значення 0 — початок інтервалу інтегрування; до клітинки A4 — формулу =A3+\$D\$3 (зверніть увагу на відносне посилання на першу клітинку й абсолютне — на другу); скопіюйте формулу з клітинки A4 в клітинки діапазону A5:A23.
4. Для обчислення інтеграла методом трапецій *протабулюйте* функцію $f(x) = x^2 + 2$: до клітинки B3 уведіть формулу обчислення значення функції =A3^2+2 та скопіюйте цю формулу в клітинки діапазону B4:B23.
5. Уважно подивіться на формулу трапецій: обчислюється сума значень функції в усіх точках поділу, крім першої і останньої, де береться півсума. Тому в клітинку B24 слід ввести формулу =SUM(B4:B22) (за допомогою кнопки Σ \blacktriangleright), а у клітинку G2 — формулу трапецій для обчислення наближеного значення визначеного інтеграла: =((B3+B23)/2+B24)*D3.
6. У формулі прямокутників значення функції обчислюється в середині відрізків, тобто в точках $(x_i+x_{i+1})/2$. Тому до клітинки C3 введіть формулу =((A3+A4)/2)^2+2. Скопіюйте цю формулу в діапазон C4:C22, у клітинці C24 підрахуйте суму площ всіх прямокутників: =SUM(C3:C22), а до клітинки G3 введіть формулу прямокутників для наближеного обчислення інтеграла: =C24*D3.
7. Обчисліть інтеграл аналітичним способом за формулою Ньютона-Лейбніца: $\int_a^b f(x)dx = F(b) - F(a)$, де $F(x)$ — первісна функції $f(x)$. У нашому випадку $F(x) = x^3/3 + 2x$, тому $\int_0^1 (x^2 + 2)dx = 1/3 + 2$. Уведіть формулу =1/3+2 в клітинку G4 (рис. 3.19).
8. Знайдіть абсолютні значення похибок обчислень за методами трапецій і прямокутників, увівши відповідні формули у клітинки H2 і H3.
- 9* Обчисліть методом прямокутників або трапецій визначений інтеграл $\int_{-1}^1 e^{-x^2/2}dx$, поділивши інтервал інтегрування на відрізки довжиною 0,1.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Наближене обчислення інтегралу						
2	x	f	g	h		Метод трапецій:	2,33375
3	0	2	2,000625	0,05		Метод прямокутників:	2,333125
4	0,05	2,0025	2,005625			Точне значення:	2,333333
5	0,1	2,01	2,015625				
6	0,15	2,0225	2,030625				
7	0,2	2,04	2,050625				
8	0,25	2,0625	2,075625				
9	0,3	2,09	2,105625				
10	0,35	2,1225	2,140625				
11	0,4	2,16	2,180625				
12	0,45	2,2025	2,225625				
13	0,5	2,25	2,275625				
14	0,55	2,3025	2,330625				
15	0,6	2,36	2,390625				
16	0,65	2,4225	2,455625				
17	0,7	2,49	2,525625				
18	0,75	2,5625	2,600625				
19	0,8	2,64	2,680625				
20	0,85	2,7225	2,765625				
21	0,9	2,81	2,855625				
22	0,95	2,9025	2,950625				
23	1	3					
24	Разом	44,175	46,6625				

Рис. 3.19. Обчислення визначеного інтеграла методом прямокутників і трапецій

Практична робота 3 для групи профілів Е

Є таблиця з відомостями щодо обсягів виробництва кількох промислових підприємств. У стовпці А записано назву підприємства та місто, де воно розташовано, а у стовпці В — обсяги виробництва. Визначіть середні обсяги виробництва київських підприємств.

Аналіз завдання


Відмінною ознакою київських підприємств є те, що в їхніх назвах міститься послідовність символів Київ — або як окреме слово, або у складі іншого слова. Визначити, чи справді в тексті є такий підрядок, можна за допомогою функції FIND, яка поверне число, якщо потрібна послідовність символів у тексті є, і повідомлення про помилку #VALUE!, якщо така послідовність відсутня. Знаючи, яке підприємство київське, а яке — ні, можна сформувати стовпець значень, у якому київським підприємствам відповідатимуть їхні обсяги виробництва, а решті — порожні клітинки. Залишиться тільки обчислити середнє арифметичне значень цього стовпця.

Хід виконання

- Створіть таблицю за зразком, наведеним на рис. 3.20. Збережіть роботу у файлі `Практ_Е_3.xls`. (Для клітинок B2:B6 не забудьте задати грошовий формат.)

	A	B
1	Назва підприємства	Обсяги виробництва
2	Завод "Фотон", м. Київ	2 500 000 грн.
3	Вінницька картографічна фабрика	15 350 000 грн.
4	Київський паперово-картонний комбінат	9 700 000 грн.
5	Дніпропетровський завод "Алюмаш"	93 000 000 грн.
6	НВО "Електронмаш", м. Київ	7 600 000 грн.

Рис. 3.20. Відомості про обсяги виробництва промислових підприємств



- У діапазон C2:C6 введіть функцію `FIND` (рос. `НАЙТИ`), яка шукатиме текст Київ у клітинках стовпця A.
 - Виділіть клітинку C2 і клацніть кнопку  (Вставка функції).
 - Виберіть категорію Текстові, а в ній — функцію `FIND` і двічі клацніть її.
 - У вікні Аргументи функції у поле Шуканий текст уведіть значення Київ, у поле Текст перегляду — адресу A2 і клацніть кнопку ОК. У клітинку C2 буде введено формулу `=FIND("Київ",A2)`.
 - Скопіюйте зазначену формулу у клітинки діапазону C2:C6 (рис. 3.21). Результат має бути таким, як показано на рис. 3.22: якщо рядок містить відомості про київський завод, то у стовпці C відобразатиметься число, в інших випадках — значення `#VALUE!`.

	A	B	C	D
1	Назва підприємства	Обсяги виробництва		
2	Завод "Фотон", м. Київ	2500000	<code>=FIND("Київ",A2)</code>	<code>=IF(ISNUMBER(C2),B2,"")</code>
3	Вінницька картографічна фабрика	15350000	<code>=FIND("Київ",A3)</code>	<code>=IF(ISNUMBER(C3),B3,"")</code>
4	Київський паперово-картонний комбінат	9700000	<code>=FIND("Київ",A4)</code>	<code>=IF(ISNUMBER(C4),B4,"")</code>
5	Дніпропетровський завод "Алюмаш"	93000000	<code>=FIND("Київ",A5)</code>	<code>=IF(ISNUMBER(C5),B5,"")</code>
6	НВО "Електронмаш", м. Київ	7600000	<code>=FIND("Київ",A6)</code>	<code>=IF(ISNUMBER(C6),B6,"")</code>
7			Результат:	<code>=AVERAGE(D2:D6)</code>

Рис. 3.21. Таблиця в режимі відображення формул

- Логіка обчислення значень у стовпці D буде такою: якщо у стовпці C міститься число, то у стовпці D має міститися те саме значення, що й у стовпці B, інакше у стовпці D має бути порожня клітинка.

Подібну логіку реалізують за допомогою функції IF (рос. ЕСЛИ), а щоб визначити, чи міститься у клітинці число, можна застосувати інформаційну функцію ISNUMBER (рос. ЕЧИСЛО), яку буде вкладено у функцію IF.

- а) Клацніть клітинку D2, потім кнопку  (Вставка функції), виберіть категорію Логічні та двічі клацніть назву функції IF.
 - б) Логічним виразом у функції IF буде вираз ISNUMBER(C2), який потрібно ввести з клавіатури у поле Лог_вираз.
 - в) У поле Значення_якщо_істина вводимо адресу B2, а в поле Значення_якщо_хибність — символи "", тобто порожній рядок.
 - г) Скопіюйте формулу з клітинки D2 у клітинки діапазону D3:D6 (див. рис. 3.21).
4. Обчисліть середнє значення клітинок діапазону D2:D6. Для цього у клітинку D7 уведіть формулу =AVERAGE(D2:D6) (рос. СРЗНАЧ), скориставшись кнопкою  (Вставка функції) та вибравши функцію AVERAGE в категорії Статистичні.

Результати виконаних обчислень наведені на рис. 3.22.

	A	B	C	D
1	Назва підприємства	Обсяги виробництва		
2	Завод "Фотон", м. Київ	2 500 000 грн	19	2 500 000 грн.
3	Вінницька картографічна фабрика	15 350 000 грн	#VALUE!	
4	Київський паперово-картонний комбінат	9 700 000 грн	1	9 700 000 грн.
5	Дніпропетровський завод "Алюмаш"	93 000 000 грн.	#VALUE!	
6	НВО "Електронмаш", м. Київ	7 600 000 грн.	23	7 600 000 грн.
7			Результат:	6 600 000 грн.

Рис. 3.22. Результати обчислень середніх обсягів виробництва київських підприємств

- 5.* Уведіть формули, що дадуть змогу автоматично визначати кількість підприємств, обсяги виробництва яких перевищують величину, введену користувачем у клітинку E1.

Самостійна робота

1. Які з функцій записано коректно? Які аргументи вони мають?
 - а) CONCATENATE(A2;"B2";"B3;B4";":B5");
 - б) IF(A2;A3;"B2");

- в) `SUM(A1:B1;"A2:D4");`
 г) `SUM(A1:D7;B2:C3).`
2. Запишіть формули, що дадуть змогу обчислити такі значення (по одній формулі для кожного завдання):
- значення функції $e^{\sin^2 x + \cos^2 x}$, якщо значення x міститься у клітинці **A1**;
 - найбільшу серед сум значень у діапазонах **A1:A10**, **B1:B10** та **C1:C10**;
 - * друге слово у текстовому рядку, записаному в клітинці **A1**.
3. Які значення буде отримано після обчислення таких формул:
- `=RIGHT(LEFT("Табличний процесор MS Excel",18),8);`
 - `=IF(3>2;IF(2>3;4;5);6);`
 - * `=IF(3>2;IF(2>3;IF(3>2;...;1;2);...;100)` (символи «...» означають «і т. д.»).
4. З'ясуйте, яке призначення має функція **TEXT** (рос. **ТЕКСТ**). Яка функція виконує зворотню дію?
5. З'ясуйте, до якої категорії належать та з якою метою використовуються функції **TRIM**, **FLOOR**, **FACT**, **INT**, **AVERAGEA**, **NOW**, **DATE**.
- 6* У деяких клітинках діапазону **A1:A100** введено дані, а інші клітинки порожні. Забезпечте автоматичне обчислення кількості клітинок у найдовшій послідовності непорожніх клітинок стовпця **A**, що йдуть поспіль.
- 7* У клітинку **A1** користувач вводить текст, довжина якого не перевищує 255 символів. Забезпечте автоматичне обчислення у клітинці **B1** кількості слів, що містяться у тексті з клітинки **A1**. Словом вважатимемо послідовність символів між двома пробілами. Припустимо також, що двох пробілів поспіль у тексті не зустрічається. Для розв'язання задачі ви можете вводити будь-яку кількість формул у будь-які клітинки.

Розділ 4

Побудова діаграм

У цьому розділі буде розглянуто:

- ◆ типи та елементи діаграм;
- ◆ створення діаграм за допомогою майстра;
- ◆ настроювання параметрів діаграм;
- ◆ редагування діаграм різними засобами.

Основні елементи і типи діаграм

Після створення електронних таблиць часто виникає потреба у порівнянні табличних даних, встановленні характеристик певних процесів, виявленні закономірностей змінення величин тощо. Найчастіше у таких випадках використовують *діаграми* — засоби наочного подання даних.

Діаграми створюють на основі інформації, поданої у вигляді електронної таблиці. Числові значення, дати або грошові суми зображуються на діаграмі у вигляді *графічних елементів*, наприклад стовпчиків, точок на площині, секторів круга. Крім того, більшість діаграм містять не лише графічні елементи, а і текстові, які пояснюють зміст графічних. Зокрема, такими елементами можуть бути заголовки діаграми та осей координат, назви категорій даних. Усі клітинки, в яких містяться зображувані на діаграмі дані, утворюють *діапазон вихідних даних*. Зазначимо, що після змінення значень у цьому діапазоні автоматично змінюються відповідні елементи на діаграмі.

Залежно від способу графічного подання даних діаграми розрізняються за *типом*.

Перелічимо типи діаграм, які використовуються найчастіше.

- ◆ *Графік* зручно використовувати для побудови графіків математичних функцій. Крім того, діаграми цього типу ілюструють тенденцію змінення даних через постійні проміжки часу (рис. 4.1).

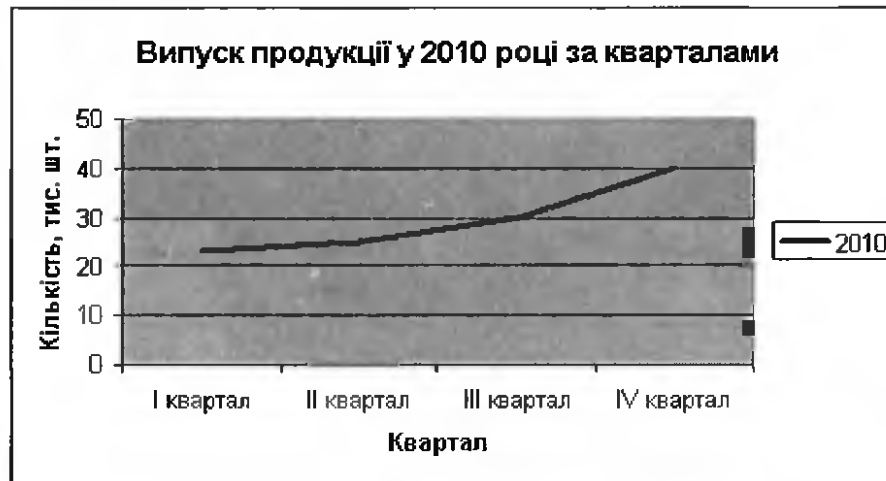


Рис. 4.1. Діаграма типу графік

- ◆ *Кругову діаграму* використовують за необхідності визначити частку окремих елементів у загальному цілому. Цю частку найчастіше вимірюють у відсотках (рис. 4.2).

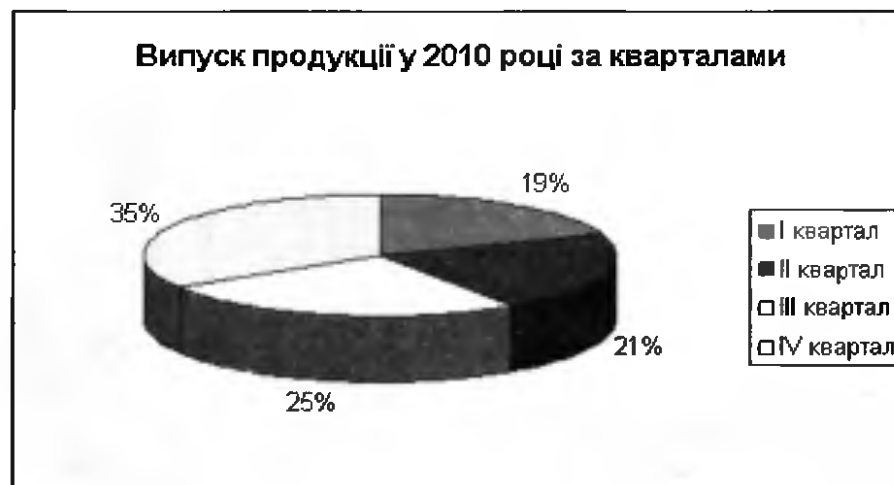


Рис. 4.2. Кругова діаграма

- ◆ *Гістограма* демонструє абсолютні величини (на відміну від кругової діаграми, що зображує відносні величини). Використовується, коли важливо бачити значення тієї чи іншої числової величини (рис. 4.3).

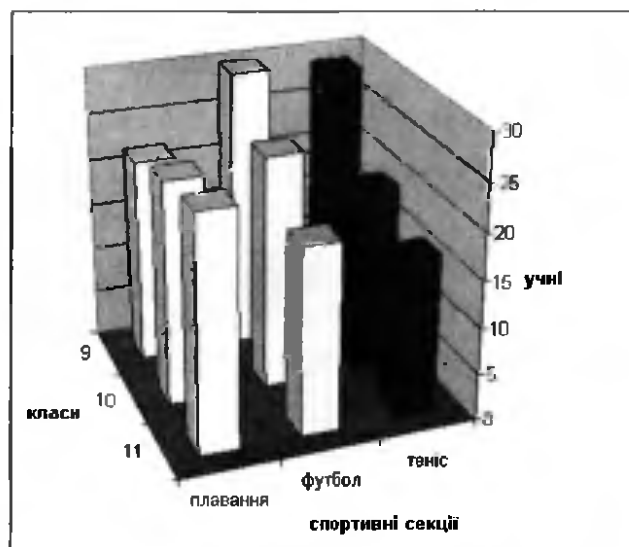


Рис. 4.3. Гістограма

- ◆ *Об'ємну гістограму* доцільно будувати тоді, коли потрібно зобразити залежність однієї величини від двох інших. Припустимо, ви маєте відомості про відвідування учнями 9, 10 і 11 класів трьох спортивних секцій (рис. 4.4, а). Тут кількість учнів залежить від двох параметрів: номера класу та назви секції. Діаграму, побудовану за наведеними вихідними даними, зображено на рис. 4.4, б.

Секції	Класи		
	9	10	11
плавання	22	24	25
футбол	30	25	20
теніс	29	20	17

а



б

Рис. 4.4. Об'ємна гістограма: а — вихідні дані; б — діаграма

Зауважте, що для опису залежності однієї величини від двох інших використовують не три ряди даних, а двовимірну таб-

лицю, яка може містити довільну кількість рядків і стовпців. Якщо основу об'ємної гістограми накласти на відповідну їй таблицю, то висота кожного стовпчика буде пропорційною тому значенню в таблиці, на якому цей стовпчик розміщено.

- ◆ *Поверхня* — це різновид об'ємної гістограми, яка визначає залежності між неперервними величинами. Цю діаграму називають також тривимірним графіком (рис. 4.5).

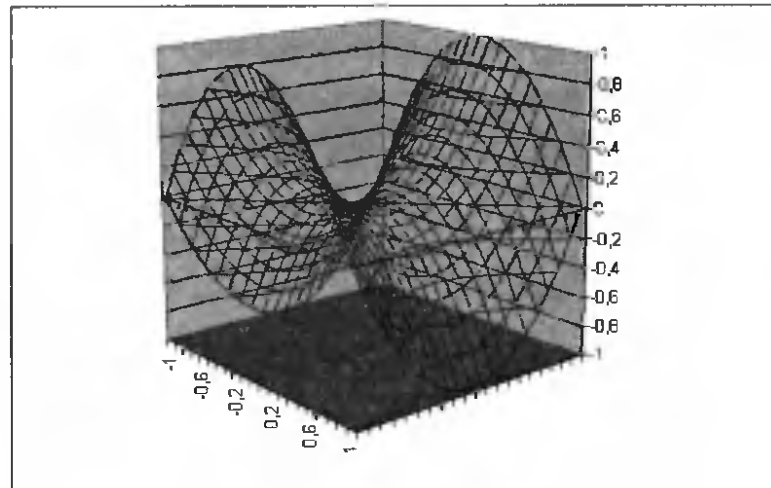


Рис. 4.5. Поверхнева діаграма

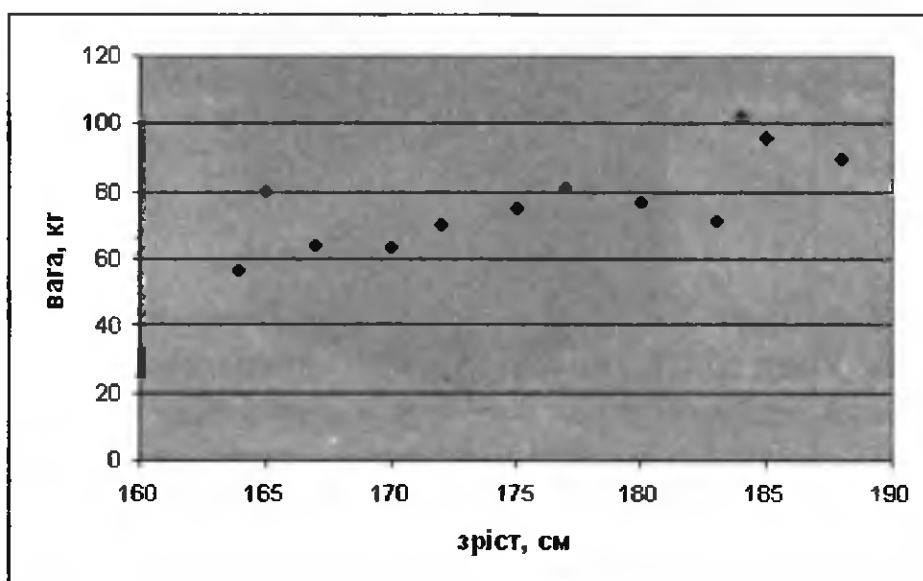
- ◆ *Точкову діаграму* обирають найчастіше тоді, коли використовуються два набори числових даних, але в жодному з них значення не впорядковані і розподілені нерівномірно. Як правило, подібні дані отримують у результаті статистичних досліджень. Точкова діаграма допомагає визначити, чи існує залежність між наборами даних. Наприклад, якщо потрібно з'ясувати, якою є залежність між вагою і зростом людини, у результаті опитування кількох респондентів можна отримати такі дані, як на рис. 4.6, а. Побудувавши за цим діапазоном вихідних даних діаграму, отримаємо наведений результат на рис. 4.6, б.

Розглянемо призначення основних елементів діаграми на прикладі гістограми (рис. 4.7). Зазвичай діаграма будується на координатній площині з осями X та Y . Вісі є на всіх діаграмах, крім кругових. Вісь X — це *вісь категорій*. На ній відображаються *категорії значень* або значення *незалежної змінної*, наприклад змінної x для графіка функції $f(x)$. Вісь Y називають *віссю значень*. На цій осі відкладаються числові значення, які змінюються

від категорії до категорії, тобто залежать від категорії значень. Тому вісь Y (або вісь значень) також називають віссю, що зображує значення *залежної змінної*. На цій осі можуть зображуватися, наприклад, значення функції $f(x)$.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	зріст	165	188	167	177	164	180	172	183	184	170	185	175
2	вага	80	90	64	81	56	77	70	71	102	63	96	75

а



б

Рис 4.6. Побудова точкової діаграми: а — вихідні дані; б — діаграма

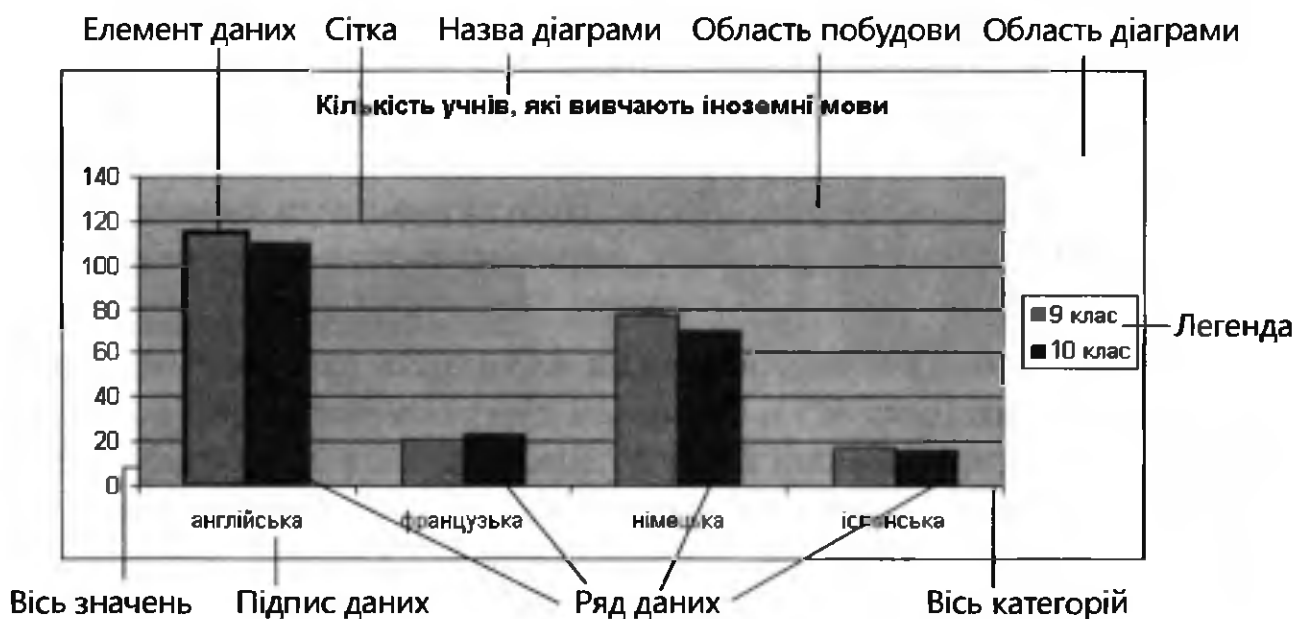



Рис. 4.7. Основні елементи діаграми

Набір відображуваних на діаграмі значень, що містяться в одному рядку або стовпці електронної таблиці, утворює *ряд даних*. Візуально ряд даних — це набір елементів даних, зокрема послідовність стовпчиків на гістограмі, набір секторів, що утворюють круг, тощо. На одній діаграмі може бути подано кілька рядів даних, наприклад графіки кількох функцій. Як правило, елементи кожного ряду зафарбовують в один колір, відмінний від кольорів інших рядів.

Заголовки стовпців і рядків часто використовуються як імена рядів даних, що відображаються у *легенді* діаграми — прямокутнику з пояснювальними підписами.

Область, де зображуються графічні елементи даних, називається *областю побудови* (на рис. 4.7 її зафарбовано сірим кольором).

Створення діаграм

Створення діаграми починається з попереднього виділення клітинок з даними, на основі яких ця діаграма будуватиметься. Після виділення клітинок клацніть на панелі інструментів Стандартна кнопку  (Майстер діаграм). Далі необхідно виконати дії, вказані у чотирьох вікнах майстра, обираючи необхідні параметри та клацаючи кнопку Далі.

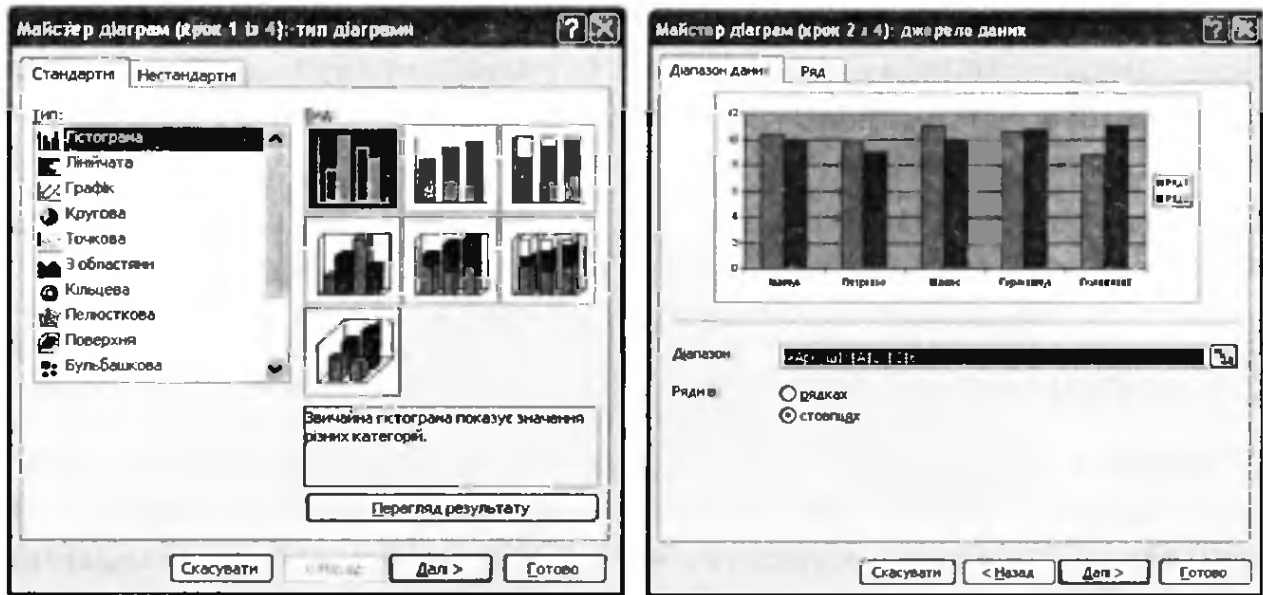
У першому вікні майстра вибирається тип діаграми (рис. 4.8, а). Це вікно містить дві вкладки: Стандартні (основні) і Нестандартні (додаткові). У списку Тип першої вкладки слід вибрати загальний тип діаграми, а в полі Вид — її конкретний різновид.

Клацнувши кнопку Далі, ви перейдете до другого вікна майстра, із зображенням діаграми у зменшеному вигляді (див. рис. 4.8, б). Якщо майстер діаграм запущено після виділення потрібних клітинок, на вкладці Діапазон даних відображається адреса діапазону цих клітинок. За потреби пропоновані адреси можна змінити. Перемикачі рядках і стовпцях області Ряди в дозволяють вказати, де розташовані ряди даних: у рядках чи стовпцях. Вкладка Ряд цього вікна призначена для додавання й видалення рядів даних.

У третьому вікні майстра можна задати параметри форматування діаграми. На вкладці Назви потрібно вказати назву діаграми, а також назви осей (рис. 4.9). Вкладка Осі призначена для встановлення

режиму відображення позначок на осях діаграми. Вкладка Сітка використовується для визначення параметрів координатної сітки, якщо така відображатиметься на діаграмі.

Зауважимо, що кількість та вигляд вкладок третього вікна майстра діаграм залежать від типу діаграми, вибраного у його першому діалоговому вікні.



а

б

Рис. 4.8. Перші два вікна майстра діаграм: а — для вибору типу і виду діаграми; б — для вибору діапазону вхідних даних



Рис. 4.9. Вкладка Назви третього вікна майстра діаграм

На вкладці **Легенда** можна вказати, чи потрібно для діаграми створювати легенду. На вкладці **Підписи даних** встановіть прапорець значення, якщо хочете, аби поряд з елементом даних на діаграмі відображалось відповідне числове значення. Після встановлення прапорця імена категорій поряд з кожним елементом буде виведена назва відповідної йому категорії. Наявність прапорця імена рядів свідчить про те, що поряд з елементами даних вказуватимуться назви рядів, яким вони належать.

У четвертому вікні майстра діаграм можна вказати місце розташування діаграми: на тому ж аркуші, де міститься діапазон вихідних даних (перемикач **на явному**), або на окремому аркуші (перемикач **окремому**). В останньому випадку потрібний аркуш вибирається зі списку (рис. 4.10).

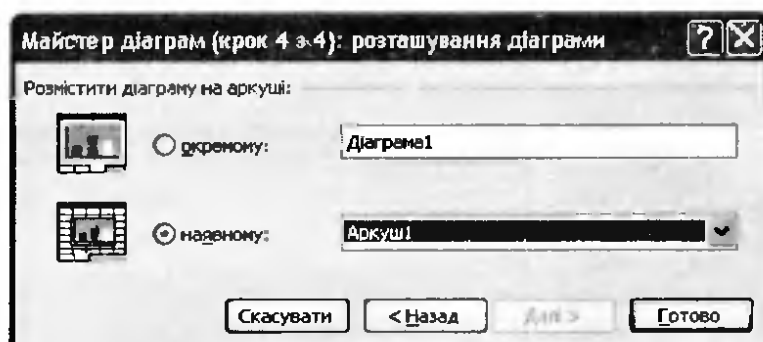


Рис. 4.10. Останнє вікно майстра діаграм

Коли всі параметри діаграми буде визначено, клацніть кнопку **Готово**, і робота з майстром діаграм завершиться. Створена діаграма з'явиться на робочому аркуші. Діаграму, як і інші вбудовані об'єкти, можна розмістити будь-де на аркуші, перетягнувши її за допомогою миші. Крім того, можна змінювати розміри діаграми за допомогою маркерів, розташованих на її межах.


Вправа 4.1. Побудова гістограми

Під час виконання цієї вправи ви побудуєте гістограму наявності продукції на овочевому складі.

1. Відкрийте файл **Вправа_2_1.xls** та відразу збережіть його під ім'ям **Вправа_4_1.xls**. Видаліть із таблиці зайві дані, залишивши ті, що подані на рис. 4.11.
2. Виділіть діапазон клітинок **B1:C8**.

	A	B	C
1			Кількість, кг
2		яблука	120
3		груші	100
4		виноград	45
5		ананаси	12
6		помідори	58
7		огірки	59
8		капуста	210
9			

Рис. 4.11. Таблиця наявності продуктів на овочевому складі

- Запустіть майстер діаграм, клацнувши кнопку  на панелі інструментів Стандартна.
- У цьому, першому, вікні виберіть тип діаграми Гістограма, клацніть кнопку Далі; у наступному вікні вкажіть джерело даних — у стовпцях, клацніть Далі (рис. 4.12).

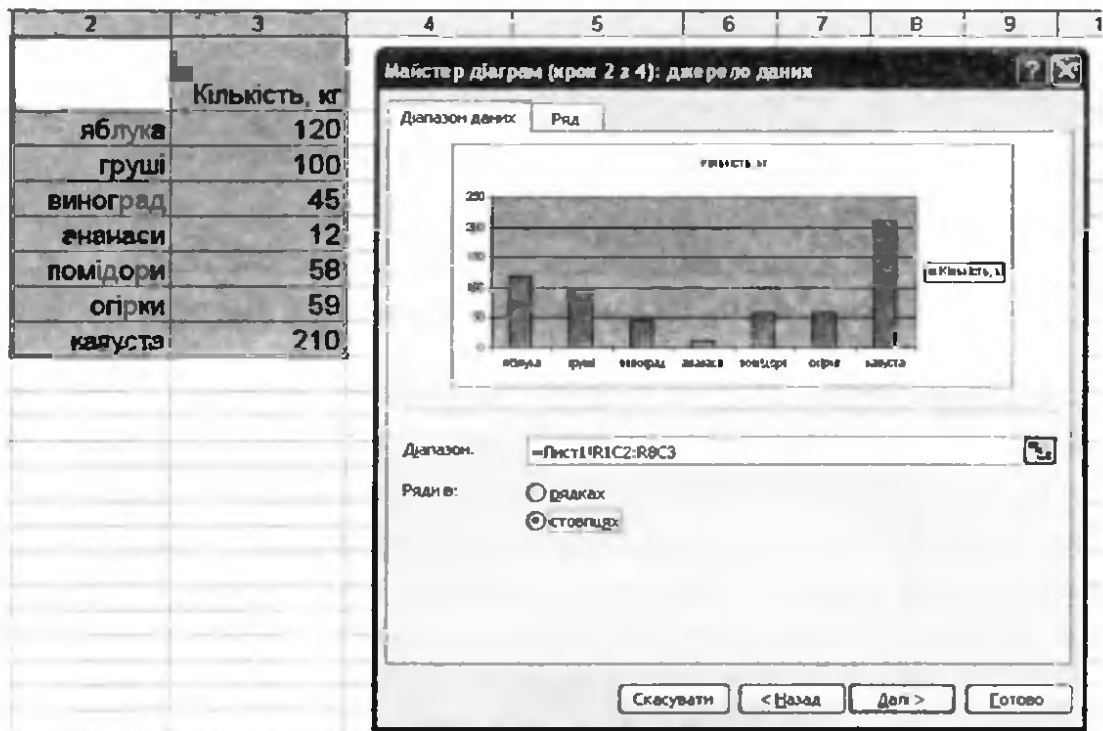


Рис. 4.12. Встановлення параметрів діаграми у другому вікні майстра діаграм

- У третьому вікні задайте значення решти параметрів діаграми, а саме на вкладці Назва вкажіть назву діаграми та підпис осі Y; на вкладці Легенда зніміть прапорець Додати легенду (рис. 4.13). Клацніть кнопку Далі.

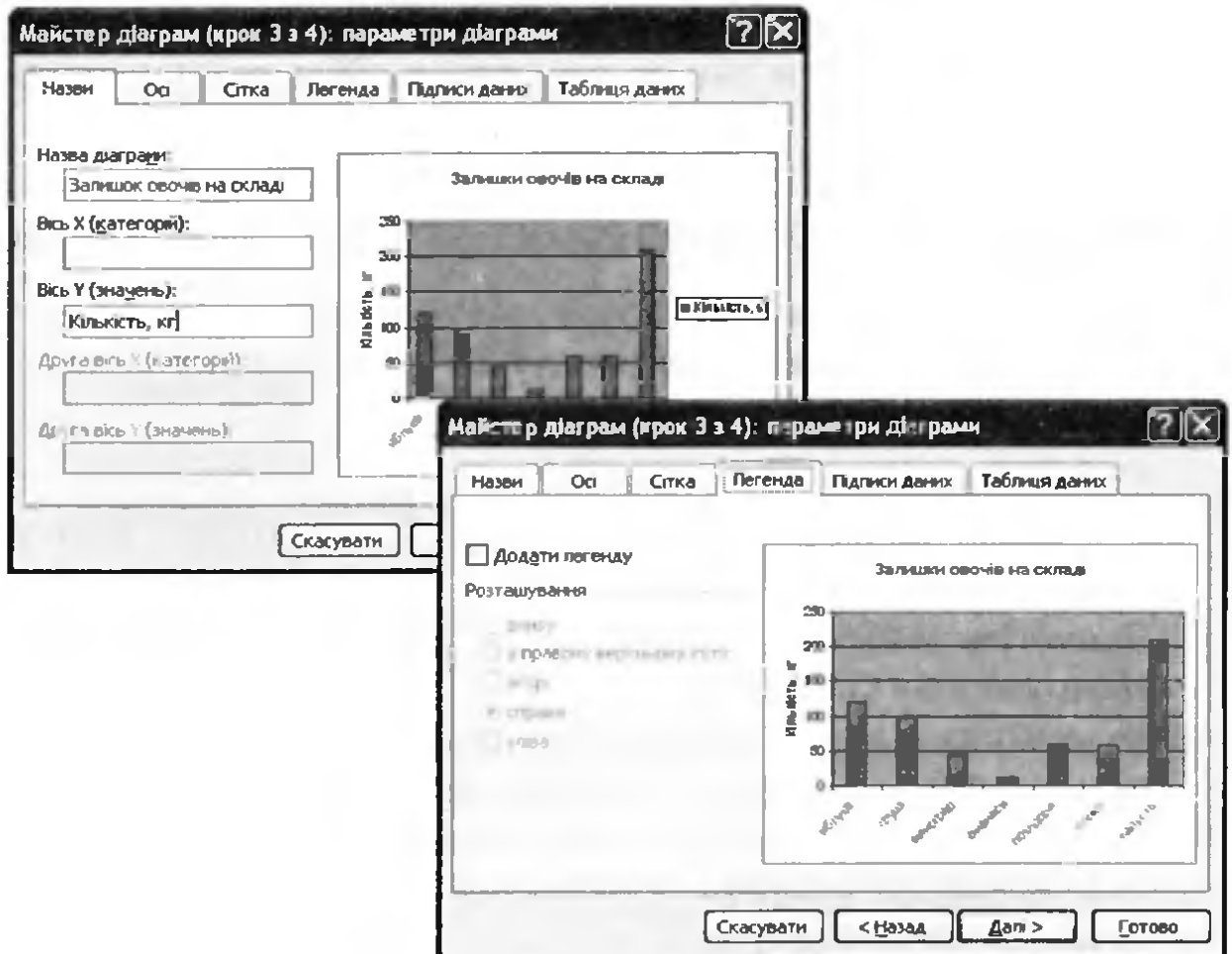


Рис. 4.13. Встановлення параметрів діаграми у третьому вікні майстра діаграм

6. У четвертому вікні вкажіть місце розташування гістограми — на наявному аркуші. В результаті ви отримаєте діаграму залишків овочів на складі (рис. 4.14).




Рис. 4.14. Гістограма наявності продукції на овочевому складі

7. Спробуйте змінити значення у таблиці та переконайтеся, що вигляд гістограми також зміниться. Збережіть електронну книгу.

Вправа 4.2. Побудова кругової діаграми

Виконуючи цю вправу, ви побудуєте кругову діаграму за тими ж відомостями про залишок продукції на овочевому складі.

1. Відкрийте файл **Вправа_4_1.xls** та збережіть його під ім'ям **Вправа_4_2.xls**.
2. Виділіть на аркуші 1 діапазон **B1:C8**, скопіюйте його вміст у буфер обміну та вставте в аналогічний діапазон на **Аркуш2**.
3. Запустіть майстер діаграм, клацнувши кнопку  на панелі інструментів **Стандартна**.
4. У першому вікні майстра виберіть тип діаграми — **Кругова** та клацніть кнопку **Далі**. У другому вікні не потрібно робити жодних змін, просто клацніть кнопку **Далі**.
5. У наступному вікні вкажіть назву діаграми **Залишки овочів на складі** та на вкладці **Підписи даних** цього вікна встановіть прапорець частки; клацніть кнопку **Далі** (рис. 4.15).

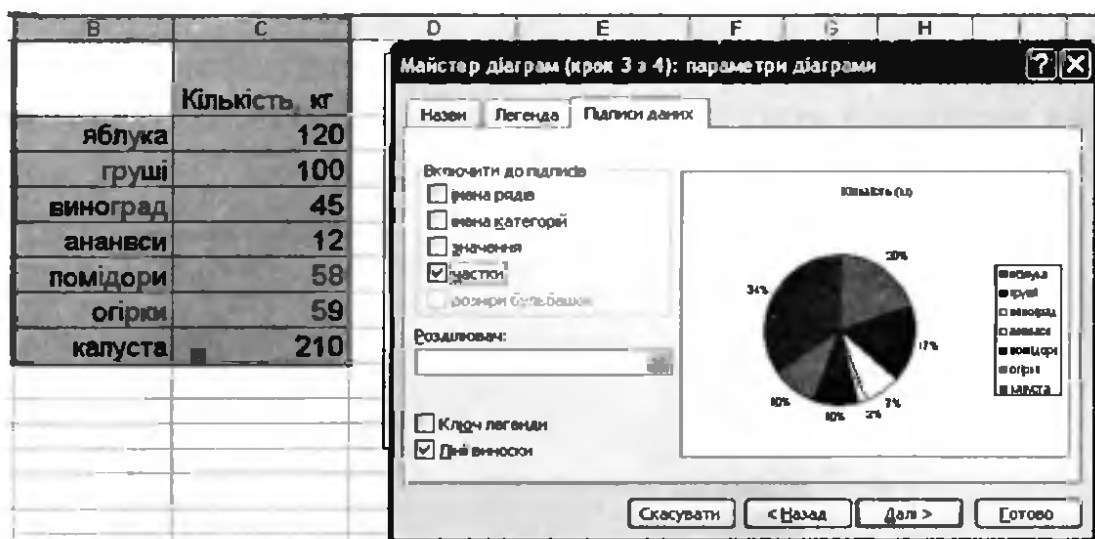


Рис. 4.15. Встановлення параметрів кругової діаграми у третьому вікні майстра діаграм

6. У четвертому вікні вкажіть місце розташування діаграми — **Аркуш2**. Після виконання перелічених дій ви отримаєте кругову діаграму залишків продукції на складі (рис. 4.16).

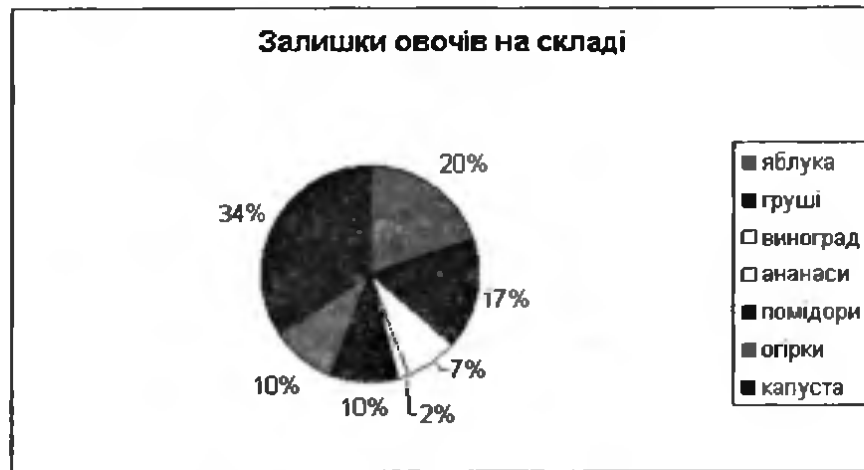


Рис. 4.16. Кругова діаграма залишків овочів на складі з зазначенням часток окремих видів продукції

Вибір типу діаграми

Майстер діаграм пропонує на вибір понад 30 типів діаграм, більш уживані з яких подано на вкладці **Стандартні**, а менш уживані — на вкладці **Нестандартні**. Проте найпоширенішими серед них є три типи: гістограма, кругова діаграма та графік. Розглянемо детальніше фактори, що мають враховуватися під час вибору кожного з цих типів діаграм.

- ◆ **Залежність між числовими величинами.** Якщо діаграма відображує залежність між двома числовими величинами (залежною величиною є числа або грошові суми, а незалежною — числа, грошові суми, дати або моменти часу), то це, напевно, має бути гістограма чи графік.
- ◆ **Відображення частки величини у загальній сумі.** Якщо важливо відобразити, яку частку займає те чи інше значення в сумі певного набору значень, то найкраще підійде кругова діаграма.
- ◆ **Неперервність величини.** Якщо зображувана величина неперервна, то перевагу слід надати графіку. Графік також зручно використовувати для подання залежності між будь-якими двома числовими величинами, якщо потрібно відобразити дуже багато (кілька десятків або сотень) їхніх значень.

Алгоритм вибору типу діаграми можна подати у вигляді блок-схеми, наведеної на рис. 4.17. Зауважимо, що хоча застосування цього алгоритму дає, як правило, добрий результат, у багатьох

випадках за тими самими даними цілком допустимо будувати діаграми двох або більшої кількості типів.



Рис. 4.17. Алгоритм вибору типу діаграми

Вправа 4.3. Вибір типу діаграми та її побудова

На прикладі трьох наборів даних, поданих на рис. 4.18, ви маєте навчитися вибирати типи діаграм та будувати їх.

	A	B	C	D	E	F	G	H
	Автомобіль	Потужність двигуна, к. с.		Національність	Кількість чоловік	Час		Споживана потужність електроенергії, МВт
1	Mitsubishi Lancer	98		українці	37541700	18:15		100
2	Toyota Corolla	124		росіяни	8334100	18:45		109
3	ЗАЗ Lanos	86		білоруси	275800	19:15		117
4	Daewoo Matiz	52		молдавани	258600	19:45		131
5	ЗАЗ Sens	70		кримські татари	248200	20:15		137
6				інші національності	1798600	20:45		138
7						21:15		129
8						21:45		112
9								

Рис. 4.18. Вихідні дані діаграм

У діапазоні A1:B6 розміщено відомості про потужність двигунів кількох популярних моделей автомобілів, у діапазоні D1:E7 — про національний склад населення України за даними перепису.

су населення 2001 року, а в діапазоні G1:H9 — дані вимірювань споживаної потужності електроенергії у міській мережі у вечірній час «пік», які проводилися щопівгодини, починаючи з 18:15. Вибираючи тип діаграми, ви маєте керуватися алгоритмом, блок-схему якого наведено на рис. 4.17.

1. Створіть нову книгу та введіть вихідні дані для діаграм, зазначені на рис. 4.18. Збережіть файл під іменем `Вправа_4_3.xls`.
2. Розгляньте дані про потужність двигунів автомобілів. Виберіть тип діаграми, застосувавши алгоритм, зображений на рис. 4.17.

а) Чи існує залежність між двома числовими величинами?

Оскільки в діапазоні вихідних даних є тільки одна числова величина, то, очевидно, така залежність відсутня. Отже, від верхнього ромба на рис. 4.17 ви маєте переміститися за стрілкою «ні».

б) Чи важлива частка значень у загальній сумі?

Сума потужностей двигунів у даному контексті немає жодного реального змісту, а отже, розглядати частку значень у загальній сумі неможливо. Відповідь негативна. Отже, починайте будувати гістограму.

3. Виділіть діапазон вихідних даних разом із заголовками стовпців і за допомогою майстра побудуйте першу діаграму. У нашому випадку у вікнах майстра не потрібно виконувати жодних додаткових дій — достатньо вибрати тип і вид діаграми та двічі клацнути кнопку Далі.

4. Виберіть тип діаграми демографічного складу населення України.

а) Чи існує залежність між двома числовими величинами?

Так само, як і в попередньому прикладі, до діапазону вихідних даних належить тільки одна числова величина, тому відповідь на це питання буде негативною.

б) Чи важлива частка значень у загальній сумі?

Однією з цілей демографічного дослідження є саме визначення частки, яку складають представники тієї чи іншої національності від загальної кількості населення країни. Оскільки ця частка важлива, варто будувати кругову діаграму.

5. Побудуйте кругову діаграму, скориставшись майстром діаграм. Майстер запропонує для діаграми невдалу назву («Кількість чоловік»), тому у вікні налаштування параметрів діаграми краще введіть власну.
6. Розгляньте дані вимірювань споживаної потужності електроенергії у міській мережі та виберіть тип діаграми.
- а) Чи існує залежність між двома числовими величинами? Моменти часу являють собою різновиди числових значень, і, очевидно, споживана потужність залежить від часу її вимірювання. Оскільки відповідь на це запитання є ствердною, то від верхнього ромба на рис. 4.17 слід перейти за стрілкою «так».
- б) Чи неперервна зображувана величина? Споживана потужність змінюється неперервно, а вимірювання фіксують її значення лише в деякі моменти часу. Тому відповідь на це запитання також ствердна, а отже, слід будувати графік.
7. Побудуйте графік за діапазоном вихідних даних G1:H9. Жодних додаткових дій у вікнах майстра у цьому разі також виконувати не потрібно. Збережіть електронну книгу.
- 8* Виберіть типи діаграм для даних, наведених нижче. У таблиці на рис. 4.19, а міститься інформація про кількість глядачів різних вікових категорій, які переглянули у певному кінотеатрі протягом місяця мультфільм «Льодовиковий період», у таблиці на рис. 4.19, б — дані про час перебування у дорозі кількох потягів «Київ–Львів», а у таблиці, поданій на рис. 4.19, в, — відомості про кількість людей, які відпочили у санаторії «Морський бриз» протягом 6 місяців.

Вікова категорія	Кількість глядачів	№ потягу	Час у дорозі	Місяць	Кількість відвідувачів
до 14	827	659	14:39	травень	70
14-18	915	531	9:35	червень	255
18-25	700	91	8:18	липень	349
25-35	613	97	9:41	серпень	401
35-50	402	43	8:36	вересень	180
за 50	181	169	6:24	жовтень	105

а
б
в

Рис. 4.19. Вихідні дані

Форматування діаграм

Метою форматування діаграми є надання їй привабливішого вигляду та більшої наочності. Ми вже навчилися задавати значення кількох параметрів діаграми, таких як її назва, назви осей координат, наявність чи відсутність легенди. Насправді параметрів у діаграми набагато більше, адже вона складається з кількох об'єктів, кожен із яких має власний набір характеристик. Набір складових елементів у діаграм всіх видів майже однаковий (див. рис. 4.7), проте вони можуть мати зовсім різний вигляд.

Елементи діаграми можна виділяти, а коли вони виділені — видаляти клавішею **Delete**. Розміри та розташування деяких виділених елементів можна змінювати за допомогою миші. Якщо двічі клацнути мишею виділений елемент діаграми, відкриється діалогове вікно, у якому можна змінити значення його параметрів.

Способи виділення та основні параметри форматування елементів діаграми описано в табл. 4.1. Слід зазначити, що певні види діаграм містять додаткові елементи, які у цій таблиці не згадуються.

Таблиця 4.1. Елементи діаграми

Елемент	Спосіб виділення	Основні параметри
Область діаграми	Клацнути вільне місце всередині рамки	Положення на аркуші електронної таблиці, прив'язка до клітинок аркуша, колір або візерунок тла, колір і товщина ліній меж тощо
Область побудови	Клацнути вільне місце всередині області	Колір або візерунок тла, колір і товщина ліній меж тощо
Елемент даних	Спочатку виділити ряд, а потім клацнути елемент даних	Залежать від виду діаграми; це може бути колір, розміри, розташування, форма тощо
Ряд даних	Клацнути будь-який елемент ряду	Залежать від виду діаграми; це можуть бути колір і розмір елементів даних, формат підписів даних та ін.
Підпис даних	Клацнути будь-який підпис, щоб виділити всі підписи; клацнути ще раз, щоб виділити один підпис	Розмір, стиль та інші параметри шрифту, положення підпису в області побудови

Елемент	Спосіб виділення	Основні параметри
Вісь категорій	Клацнути вісь	Товщина і тип лінії, розташування та кут нахилу написів, частота поділок, точка перетину з віссю значень
Вісь значень	Клацнути вісь	Товщина лінії та її тип, розташування і кут нахилу написів, частота поділок, мінімальне та максимальне значення, точка перетину з віссю категорій
Назва діаграми	Клацнути напис	Розмір, стиль та інші параметри шрифту, положення в області діаграми, параметри рамки навколо назви
Легенда	Клацнути легенду	Розмір, стиль та інші параметри шрифту, положення в області діаграми, параметри рамки
Сітка	Клацнути лінію сітки	Наявність і частота горизонтальних і вертикальних ліній, їх товщина, тип і колір

Під час роботи з діаграмами нерідко доводиться змінювати параметри самої діаграми, а не її складових (наприклад, діапазон вихідних даних, тип діаграми). Для того щоб це зробити, слід клацнути правою кнопкою миші у вільному місці в області діаграми й у контекстному меню вибрати одну з чотирьох команд — Тип діаграми, Вихідні дані, Параметри діаграми чи Розташування. Вони відкривають діалогові вікна, аналогічні чотирьом вікнам майстра діаграм, які були розглянуті в попередньому розділі.

Вправа 4.4. Створення гри «Морський бій»

Створіть заготовку для гри «Морський бій» (рис. 4.20). Ігрове поле, стовпці і рядки якого пронумеровані числами від 1 до 10, має бути розташоване праворуч. Користувач вводить координати пострілів у суміжні клітинки стовпців А і В, наприклад А3:В3, А4:В4 і т. д. Після введення чергової пари координат на відповідній клітинці ігрового поля має відобразитися позначка пострілу. Щоб досягти поставленої мети, створіть точкову діаграму, на якій кожна точка відповідатиме пострілу, і відформатуйте її належним чином.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Постріли			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	Рядок	Стовпець		◆								◆	
3		2				◆					◆		
4		3											
5		5								◆			
6		1											
7		10				◆							
8		6											
9		1									◆		
10		9			◆								
11		8											◆

Рис. 4.20. Аркуш гри «Морський бій»

Зазначимо, що на діаграмі підписи поділок можуть відображатися лише навпроти ліній сітки, а нам потрібно, щоб координати розташовувалися навпроти центральних точок клітинок. Тому координати введіть у клітинках аркуша, а підписи поділок на діаграмі видаліть.

1. Створіть таблицю пострілів та введіть координати клітинок ігрового поля (див. рис. 4.20).
 - а) Введіть у клітинки A1:B2 шапку таблиці пострілів.
 - б) Встановіть межу для діапазону A2:B50.
 - в) Створіть у діапазонах D1:M1 і C2:C11 прогресії числових значень від 1 до 10.
 - г) Поле гри виглядатиме краще, якщо ви скасуєте відображення сітки клітинок на аркуші. Для цього виконайте команду Сервіс ▶ Параметри і на вкладці Вигляд зніміть прапорець сітка.
2. Створіть точкову діаграму.
 - а) Виділіть діапазон вихідних даних A2:B50 і запустіть майстер діаграм.
 - б) У першому вікні майстра виберіть тип діаграми — Точкова, а також запропонований за умовчанням вид діаграми.
 - в) У другому вікні майстра перейдіть на вкладку Ряд і пере-свідчіться, що в полі Значення по X уведено діапазон A3:A50, а в полі Значення по Y — діапазон B3:B50.

- г) У третьому вікні майстра скасуйте відображення назви діаграми та легенди, а також задайте відображення горизонтальних та вертикальних ліній сітки. Для цього на вкладці Назва видаліть текст назви, на вкладці Легенда зніміть відповідний прапорець, а на вкладці Сітка встановіть прапорці основні лінії в областях Вісь X та Вісь Y.
- д) В останньому вікні вкажіть місце розташування діаграми — на наявному аркуші. Клацніть кнопку Готово.
3. Щоб діаграма не перекривала номерів клітинок ігрового поля, область діаграми слід зробити прозорою, а її межу — невидимою. Для цього двічі клацніть у вільному місці в області діаграми і у вікні Формат області діаграми встановіть перемикач Рамка в положення невидима, а перемикач Заливка — у положення прозора. Клацніть ОК.
4. Область побудови також слід зробити прозорою. Для цього двічі клацніть у вільному місці в області побудови й у вікні Формат області побудови встановіть перемикач Заливка в положення прозора. Клацніть ОК.
5. Відформатуйте осі діаграми.
- а) Двічі клацніть вісь X, щоб відкрити вікно Формат осі.
- б) Щоб позначки пострілів розташовувалися посередині клітинок, утворених лініями сітки, ці лінії мають проходити через значення 0,5; 1,5; 2,5 тощо. Тому на вкладці Шкала діалогового вікна Формат осі ви маєте ввести такі значення у відповідні поля: мінімальне значення — 0,5; максимальне значення — 10,5; ціна основних поділок — 1; Вісь Y перетинає у значенні — 0,5.
- в) Скасуйте відображення поділок та підписів до поділок. Для цього на вкладці Візерунки встановіть перемикачі Основні, Проміжні та Підписи поділок у положення немає. Клацніть кнопку ОК.
- г) Двічі клацніть вісь Y і у вікні Формат осі задайте для неї ті самі параметри, що й для осі X. Крім того, встановіть прапорець зворотний порядок значень, оскільки найменше значення на осі Y має розташовуватися згори (рис. 4.21).

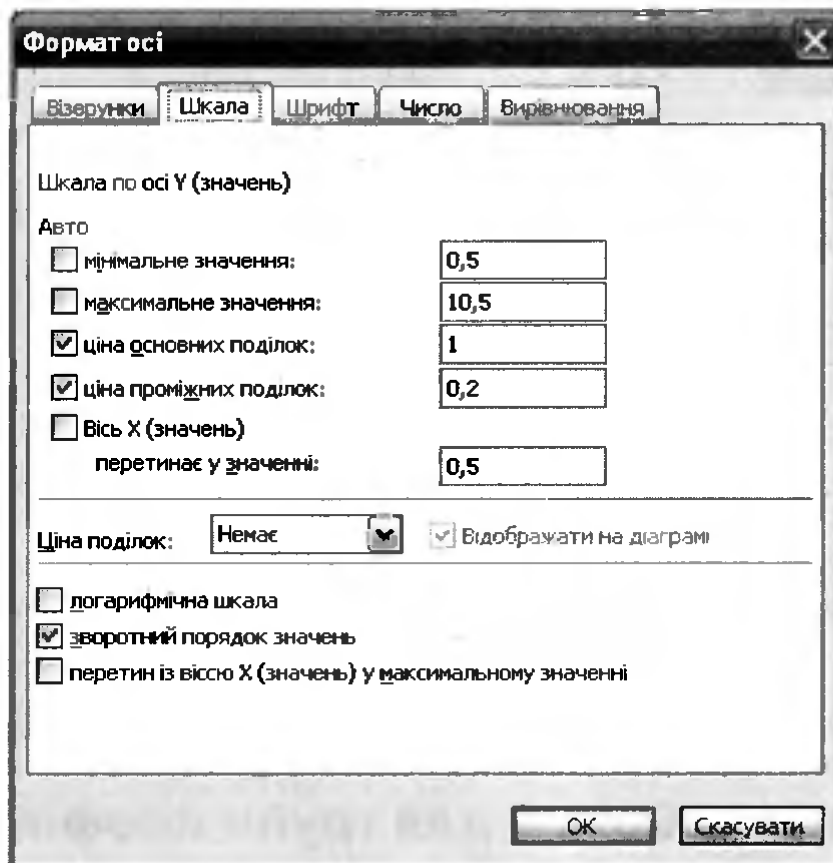


Рис. 4.21. Форматування шкали осі Y

6. Захопіть діаграму за вільне місце справа або знизу від області побудови і перетягніть її так, щоб лівий верхній кут цієї області розміщувався під координатами (1;1) (див. рис. 4.20).
7. Зменште область побудови, припасувавши її розміри до позначок координат рядків і стовпців.
8. Збільште розмір маркера, що позначає точку на діаграмі. Для цього двічі клацніть будь-який маркер і у вікні **Формат ряду даних** на вкладці **Візерунки** збільште значення лічильника розмір.
9. Перевірте, як відображаються постріли, вводячи пари значень у клітинки стовпців A і B. Збережіть документ у файлі **Вправа_4_4.xls**.
- 10* Уведіть у гру другого гравця. Кожен із гравців має вводити координати пострілів на окремому аркуші і на обох аркушах мають відображатися по два ігрових поля: із власними і чужими пострілами (рис. 4.22). Щоб швидко досягти результату, скопіюйте аркуші та діаграми.

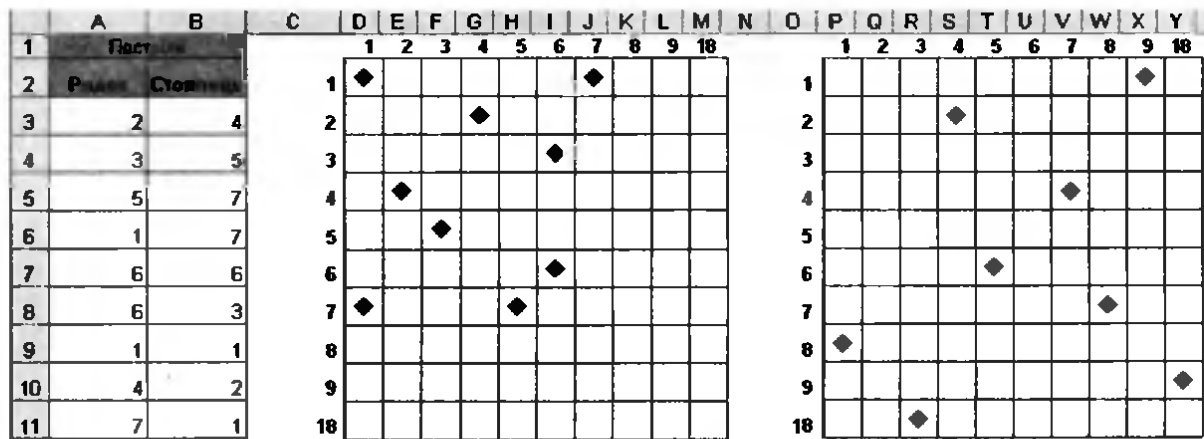


Рис. 4.22. Аркуш для гри «Морський бій» з двома ігровими полями

Практичні роботи профільного спрямування

Мета практичних робіт: закріпити навички створення діаграм.

Практична робота 4 для групи профілів Б

Завдання 1

У здорової людини потреба в білках, жирах і вуглеводах становить відповідно 12, 60 та 28% від маси спожитих продуктів. Визначте, наскільки узгоджується з цією потребою сніданок, який складається з сирників зі сметаною, білого хліба з бутербродним маслом та кави, а також зобразіть наочно калорійність складових сніданку.

Хід виконання

1. Побудуйте таблицю хімічного складу та енергетичної цінності страв (продуктів), поданих на сніданок (рис. 4.23). Збережіть створену електронну книгу у файлі з іменем `Практ_Б_4.xls`.
2. У клітинки C9, D9, E9 уведіть формули для обчислення загальної кількості білків, жирів і вуглеводів, споживаних під час сніданку.
3. Визначте тип діаграми, за якою можна буде з'ясувати, чи відповідає цей сніданок потребі людини в білках, жирах і вуглеводах. Скористайтесь алгоритмом вибору типу діаграми (див. рис. 4.17), врахувавши, що залежності між двома числовими величинами немає, а частка значень у загальній сумі важлива.

	A	B	C	D	E	F
1						
2		Хімічний склад та енергетична цінність страв, поданих на сніданок				
3		Продукти	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г	Енергетична цінність, Ккал
4		Сирники, 100 г	12,00	20,00	5,00	240,00
5		Сметана, 100 г	2,8	20	3,2	206
6		Хліб білий, 50 г	3,68	0,20	23,60	113,50
7		Масло бутербродне, 10 г	0,25	6,15	0,17	56,60
8		Кава, 1 склянка	0	0,00	0,00	40,00
9		Загалом				

Рис. 4.23. Таблиця з вихідними даними

4. Сподіваємося, ви прийняли рішення побудувати кругову діаграму. Тож зробіть це.

- Виділіть діапазони C3:E3 та C9:E9 (для одночасного виділення цих двох діапазонів натисніть та не відпускайте клавішу Ctrl).
- Для виділеного діапазону несуміжних клітинок побудуйте кругову діаграму (установіть правильні підписи даних у третьому вікні майстра діаграм (рис. 4.24)).

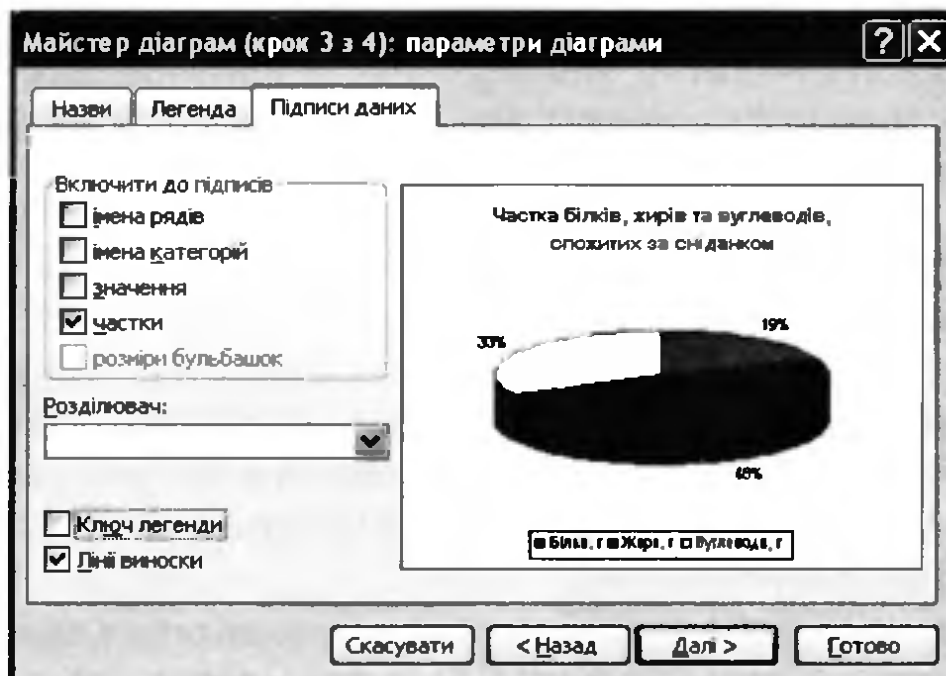


Рис. 4.24. Визначення формату підписів даних у третьому вікні майстра діаграм

- Зробіть висновок щодо відповідності сніданку потребам людини у білках, жирах і вуглеводах.

5. Для наочного відображення калорійності страв, поданих на сніданок, побудуйте гістограму за діапазоном B3:B8;F3:F8.
6. Відформатуйте отриману гістограму за допомогою контекстного меню її елементів (рис. 4.25). Збережіть файл.

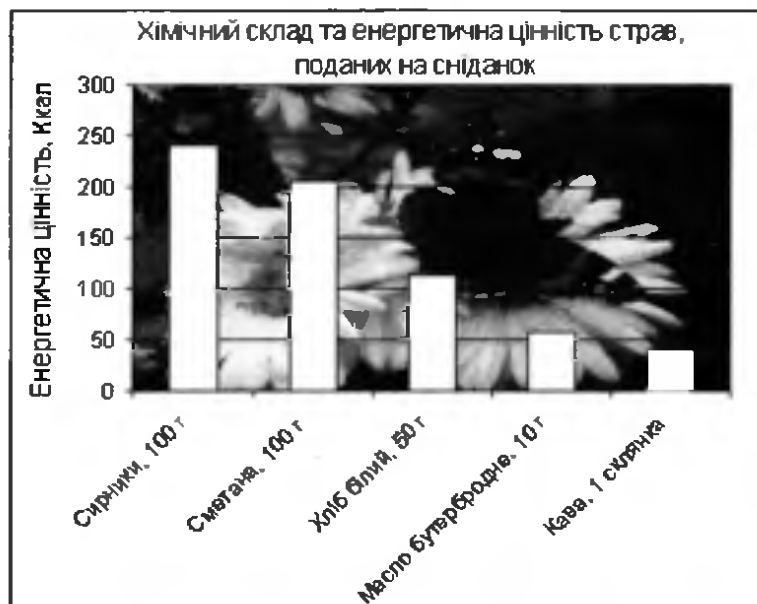


Рис. 4.25. Готова гістограма

Завдання 2


Проаналізуйте зміни температури атмосфери Землі внаслідок збільшення концентрації газів CO_2 , CH_4 , N_2O та фреонів. Для цього подайте відповідні дані у вигляді діаграми.

Хід виконання

1. Відкрийте файл `Практ_Б_4.xls`.
2. Перейдіть на аркуш 2, створіть таблицю середньої температури атмосфери Землі по роках за поданою формою, у якій другий стовпець містить значення температури за шкалою Кельвіна, третій міститиме значення температури за шкалою Цельсія (рис. 4.26).
3. У клітинку D3 введіть формулу переведення значення температури за шкалою Кельвіна у температуру за шкалою Цельсія. (Ці значення пов'язанні відношенням $t_c = t_k - 273,15$, де t_c — температура за шкалою Цельсія, t_k — температура за шкалою Кельвіна.) Скопіюйте формулу з клітинки D3 у діапазон D4:D12.

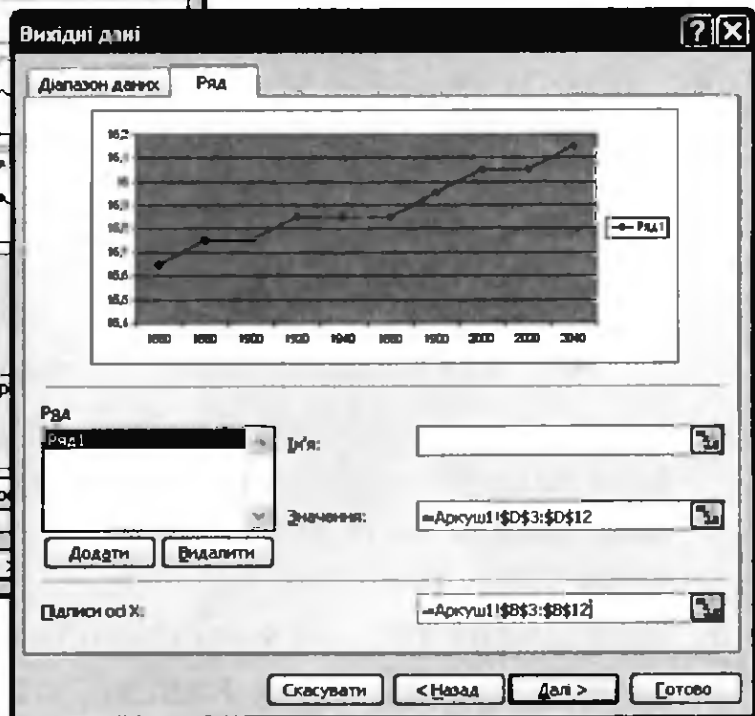
	A	B	C	D
1				
2		Рік	Середня температура атмосфери Землі, К	Середня температура атмосфери Землі, С
3		1860	288,8	
4		1880	288,9	
5		1900	288,9	
6		1920	289	
7		1940	289	
8		1960	289	
9		1980	289,1	
10		2000	289,2	
11		2020	289,2	
12		2040	289,3	

Рис. 4.26. Таблиця середньої температури атмосфери Землі

4. Визначте тип діаграми, яку потрібно побудувати для аналізу змін температури атмосфери Землі. Скористайтесь алгоритмом вибору типу діаграми (див. рис. 4.17). Зробіть висновок щодо типу діаграми.
5. Правильний тип діаграми цього разу — графік. Побудуйте його.
 - а) Виділіть клітинки B2:B12;D2:D12, утримуючи клавішу Ctrl.
 - б) Запустіть майстер діаграм, клацнувши кнопку  на панелі інструментів Стандартна.
 - в) Виберіть тип діаграми — Графік, а також вид діаграми — графік з маркерами (рис. 4.27, а).
 - г) У другому вікні майстра діаграм, найімовірніше, ви побачите, що замість одного ряду даних відображаються два (роки та значення температури). Перейдіть на вкладку Ряд вікна майстра та видаліть зайвий ряд даних. Натомість зробіть діапазон значень років підписами осі X (рис. 4.27, б).
 - д) У третьому вікні майстра діаграм задайте назви осі X та осі Y, відмовтеся від додавання легенди (рис. 4.28).
 - е) Розмістіть діаграму на поточному аркуші.
6. Відформатуйте отриманий графік, зокрема оберіть інший вид маркера та змініть товщину, тип і колір лінії графіка.
 - а) Виділіть лінію графіка та у контекстному меню цього елемента діаграми оберіть Формат рядів даних.
 - б) У вікні Формат ряду даних на вкладці Візерунки змініть значення параметрів лінії та маркера, клацніть ОК (рис. 4.29, а) Яким має бути остаточний вигляд графіка, показано на рис. 4.29, б. Збережіть документ.

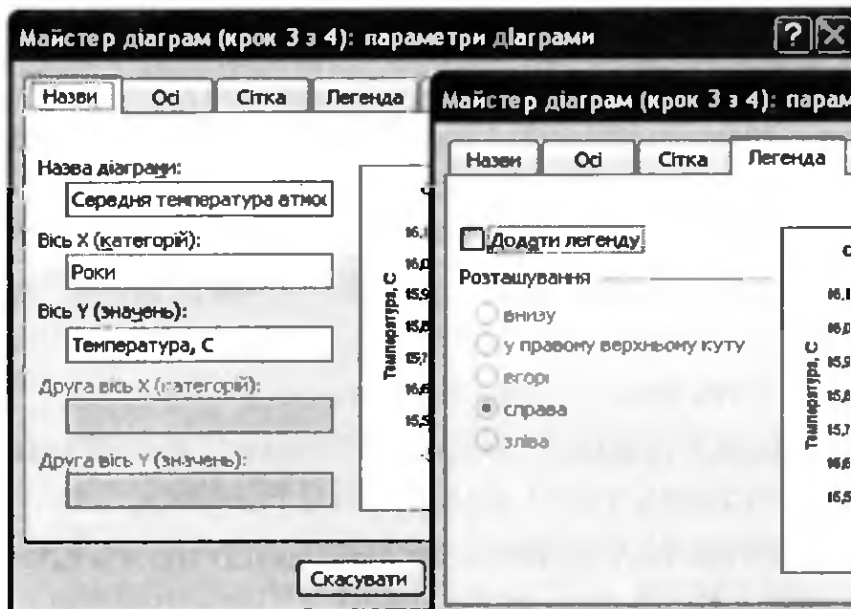


а

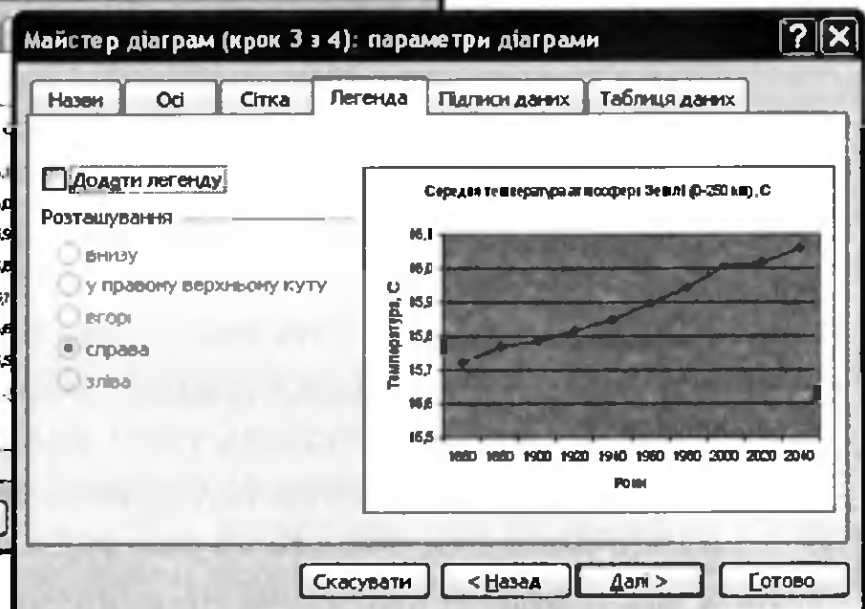


б

Рис. 4.27. Встановлення параметрів діаграми: а — вибір типу та виду діаграми; б — вибір джерела даних

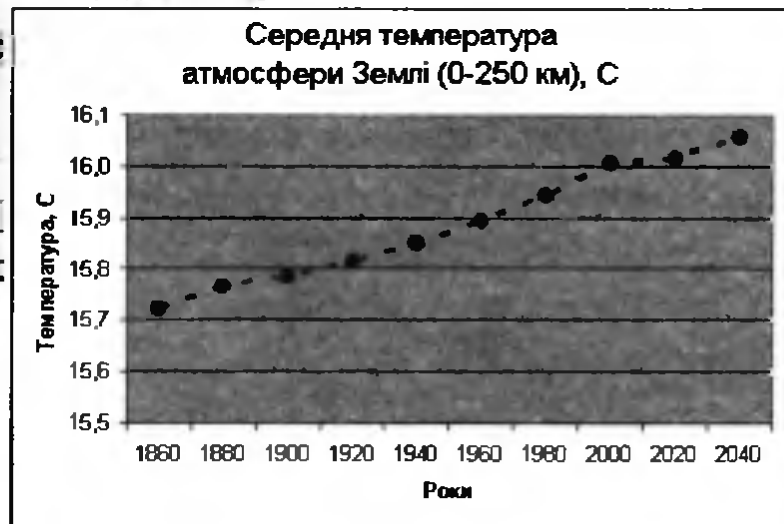
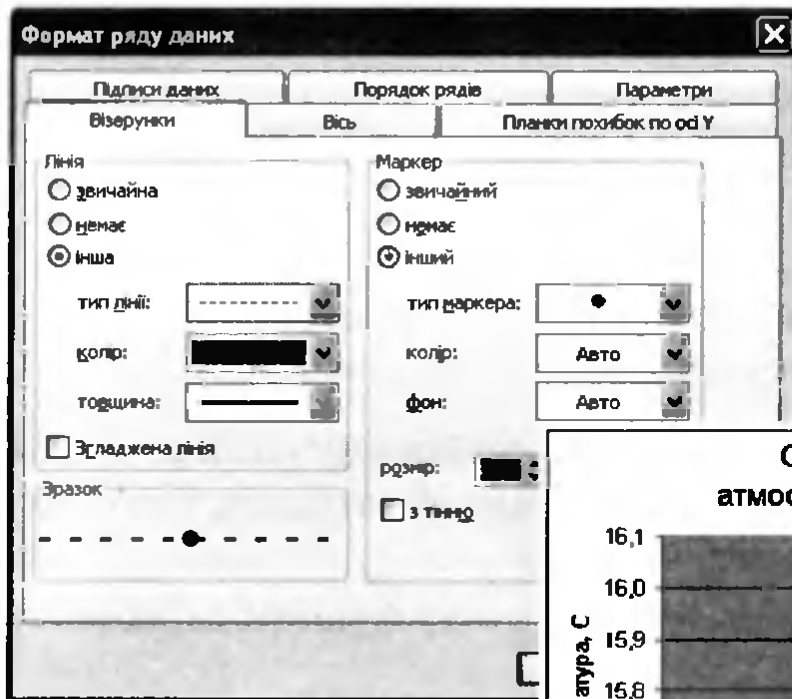


а



б

Рис. 4.28. Встановлення параметрів діаграми: а — введення назви осей X та Y; б — відмова від легенди



а

б

Рис. 4.29. Форматування графіка: а — встановлення параметрів лінії та маркера; б — готовий графік

Практична робота 4 для групи профілів М

Завдання 1

Розв'яжіть графічно рівняння $e^x = \frac{x}{2} + 1$.

Математична складова роботи

Метод графічного розв'язання цього рівняння полягає в побудові на одній координатній площині графіків функцій $y = \frac{x}{2} + 1$ та $y = e^x$ і у визначенні координат точок перетину цих графіків. Наближеними коренями рівняння будуть абсциси точок перетину.

Хід виконання

1. Створіть нову робочу книгу і збережіть її у файлі `Практ_М_4.xls`. На першому аркуші створіть таблицю за формою, яка подана на рис. 4.30.

	A	B	C	D	E
1				Завдання 1.	
2	x	y1	y2	Розв'язування рівняння	$e^x = \frac{x}{2} + 1$
3					
4					
5					

Рис. 4.30. Таблиця для побудови графіків функцій $y = \frac{x}{2} + 1$ та $y = e^x$

2. Проаналізуйте на папері схематично графіки функцій $y = \frac{x}{2} + 1$ та $y = e^x$. Зробіть висновок про ймовірний інтервал, який містить корені рівняння $e^x = \frac{x}{2} + 1$.
3. У стовпець A введіть значення аргументу функції на відрізку $[-2; 0,4]$ з кроком 0,2.
 - а) У клітинку A3 введіть число -2 .
 - б) У клітинку A4 введіть наступне значення аргументу функції — число $-1,8$. У результаті клітинки A3 та A4 міститимуть перші два члени арифметичної прогресії.
 - в) Виділіть клітинки A3:A4 та, перетягнувши маркер автозаповнення, заповніть решту клітинок значеннями членів арифметичної прогресії з першим членом -2 та різницею 0,2 (рис. 4.31).

	A	B
1		
2	x	y1
3	-2	
4	-1,8	
5	-1,6	
6	-1,4	
7	-1,2	
8	-1	
9	-0,8	
10	-0,6	
11	-0,4	
12	-0,2	
13	0	
14	0,2	
15	0,4	
16		

Рис. 4.31. Заповнення діапазону A3:A15

4. Обчисліть значення функцій.

- а) У клітинки В3 та С3 уведіть формули для обчислення значень функцій $y = e^x$ та $y = \frac{x}{2} + 1$ відповідно. Значення x міститься у клітинці А3. Для обчислення значення функції $y = e^x$ скористайтеся функцією EXP з категорії математичних функцій Microsoft Excel.
- б) Скопіюйте ці формули у діапазони В4:В15 та С4:С15 (рис. 4.32).

	А	В	С
1			
2	х	у1	у2
3	-2	0,14	0,00
4	-1,8	0,17	0,10
5	-1,6	0,20	0,20
6	-1,4	0,25	0,30
7	-1,2	0,30	0,40
8	-1	0,37	0,50
9	-0,8	0,45	0,60
10	-0,6	0,55	0,70
11	-0,4	0,67	0,80
12	-0,2	0,82	0,90
13	0	1,00	1,00
14	0,2	1,22	1,10
15	0,4	1,49	1,20
16			

Рис. 4.32. Таблиця значень функцій

5. Побудуйте графіки функцій $y = e^x$ та $y = \frac{x}{2} + 1$ на відрізку $[-2; 0,4]$.


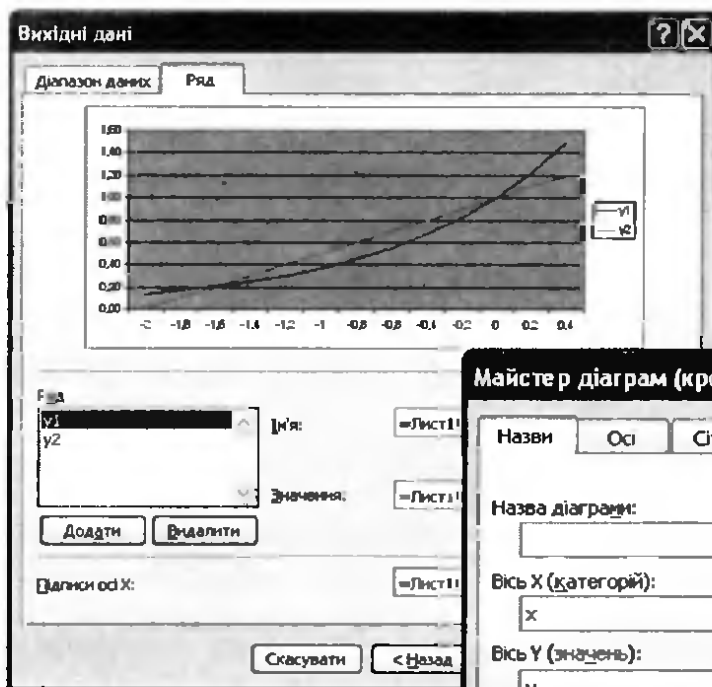
- а) Виділіть клітинки В2:С15.
- б) Запустіть майстер діаграм, клацнувши кнопку  на панелі інструментів Стандартна.
- в) Виберіть тип діаграми — Графік та вид діаграми — графік без маркерів (рис. 4.33). Клацніть кнопку Далі.
- г) У вікні, що відкриється, вкажіть джерело даних — у стовпцях. Перейдіть на вкладку Ряд та в полі Підписи осі Х вкажіть діапазон А3:А15, який містить значення аргументу (рис. 4.34, а). Клацніть кнопку Далі. У наступному вікні задайте назви осі Х та осі Y (рис. 4.34, б).
- д) Розмістіть діаграму на поточному аркуші.



Рис. 4.33. Вибір типу та виду діаграми



а

б

Рис. 4.34. Визначення параметрів діаграми: а — підписи осі X; б — назви осі X та осі Y

6. Розгляньте отримані графіки функцій $y = e^x$ та $y = \frac{x}{2} + 1$. Визначте координати точок їх перетину. Для цього підведіть курсор до точки перетину графіків так, щоб були відображені координати (рис. 4.35). Зробіть висновки про корені рівняння $e^x = \frac{x}{2} + 1$.

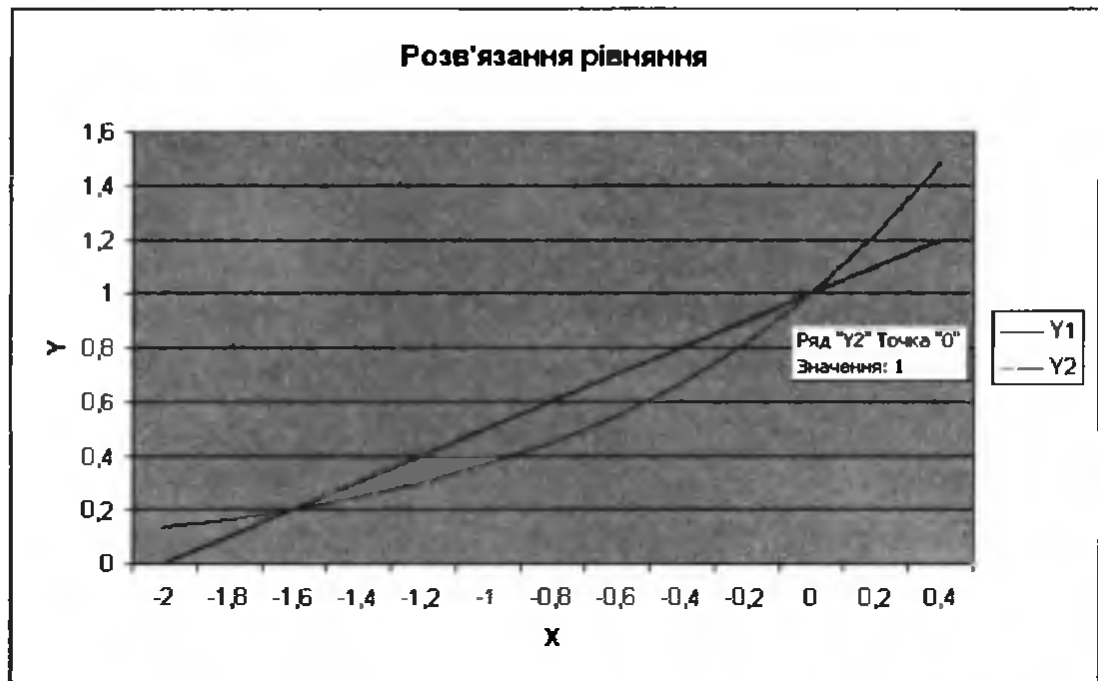


Рис. 4.35. Визначення координат точок перетину графіків функцій

Завдання 2

Побудувати графік руху снаряда, що вилетів із гармати під кутом 60° до горизонту з початковою швидкістю 40 м/с. Відомо, що час польоту становить приблизно 7 с. Графік має відображати залежність висоти польоту снаряда над горизонтом від часу.

Фізична складова роботи

Систему відліку пов'язано з Землею (рис. 4.36). Вісь Ox спрямуємо горизонтально, вісь Oy — вертикально вгору. Початок системи координат розташуємо в кінці ствола гармати, вважаючи, що його розміщено на поверхні Землі. За початок відліку часу оберемо момент вильоту снаряда зі ствола ($t_0 = 0$). Кут, під яким випущено снаряд, позначимо літерою α . За умовою $\alpha = 60^\circ$.

Для визначення координат тіла скористаємося рівняннями: $x = v_{0x}t$; $y = v_{0y}t + 0,5g_y t^2$. Оскільки $v_{0x} = v_0 \cos \alpha$, $v_{0y} = v_0 \sin \alpha$, $g_y = -g$, то $x = v_0 t \cos \alpha$, $y = v_0 t \sin \alpha - 0,5gt^2$.

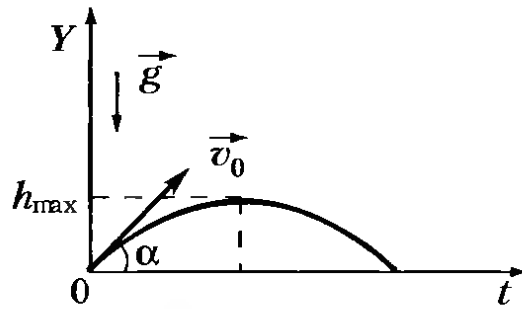


Рис. 4.36. Траєкторія руху снаряду

Таким чином, для побудови графіка руху снаряда, випущеного під кутом до горизонту, треба побудувати графік функції

$$y(t) = v_0 t \sin \alpha - 0,5 g t^2, \quad (1)$$

де v_0 — початкова швидкість снаряда, м/с; t — час руху снаряда, с; α — кут, під яким випущено снаряд; g — прискорення вільного падіння, м/с².

Хід виконання

- Відкрийте файл `Практ_М_4.xls`. Перейдіть на `Аркуш2` відкритої книги та створіть таблицю за формою, поданою на рис. 4.37. Тут g — прискорення вільного падіння, м/с²; v_0 — початкова швидкість снаряда, м/с; `alfa_grad` та `alfa_rad` — кут, під яким снаряд вилетів із гармати, заданий у градусах та радіанах відповідно.

	A	B	C	D	E	I
1	g			t	y	
2	v_0					
3	<code>alfa_grad</code>					
4	<code>alfa_rad</code>					
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						

Рис. 4.37. Таблиця-заготовка для введення початкових даних

2. Введіть початкові дані.

- а) У клітинку B1 введіть наближене значення прискорення вільного падіння 9,8.
- б) У клітинку B2 введіть число 40 — значення початкової швидкості руху снаряда.
- в) У клітинку B3 введіть число 60 — значення кута, під яким вилетів снаряд (в градусах).
- г) У формулі (1) є математична функція $\sin x$, аргумент якої — це значення кута, задане в радіанах. Тому треба виконати перетворення значення кута, заданого у градусах, у значення кута в радіанах (рис. 4.38). Для цього можна скористатися вбудованою в Excel математичною функцією RADIANS: введіть у клітинку B4 формулу =RADIANS(B3).

	A	B	C
1	g	9,8	
2	v0	40	
3	alfa_grad	60	
4	alfa_rad	1,0472	
5			

Рис. 4.38. Клітинка B4 містить результат роботи функції RADIANS

3. У діапазон D2:D16 введіть значення аргументу функції (1) від 0 до 7 з кроком 0,5.
- а) У клітинку D2 введіть число 0 — початок відліку часу $t_0 = 0$.
 - б) У клітинку D3 введіть наступне значення t — число 0,5. Тепер клітинки D2 та D3 міститимуть перші два члени арифметичної прогресії, різниця якої становить 0,5.
 - в) Виділіть клітинки D2:D3 та, перетягнувши маркер автозаповнення, заповніть решту клітинок діапазону D2:D16 значеннями членів арифметичної прогресії з першим членом 0 та різницею 0,5 (рис. 4.39).
4. Обчисліть значення функції (1) у діапазоні E2:E16.
- а) У клітинку E2 самостійно введіть формулу функції (1), яка описує рух тіла, випущеного під кутом до горизонту. Не забудьте створити відносні та абсолютні посилання

на клітинки: посилання на клітинку D2, де міститься значення t , має бути відносним, а на клітинки, де записано значення g , v_0 та α ,— абсолютними ($\$B\1 , $\$B\2 та $\$B\4).

	A	B	C	D	E	F
1	g	9,8		t	y	
2	v0	40		0		
3	alfa_grad	60		0,5		
4	alfa_rad	1,0472		1		
5				1,5		
6				2		
7				2,5		
8				3		
9				3,5		
10				4		
11				4,5		
12				5		
13				5,5		
14				6		
15				6,5		
16				7		
17						

Рис. 4.39. Заповнення діапазону D2:D16 членами арифметичної прогресії

- б) Скопіюйте цю формулу у діапазон E3:E16. Ви маєте отримати таблицю, зображену на рис. 4.40.

	A	B	C	D	E
1	g	9,8		t	y
2	v0	40		0	0,00
3	alfa_grad	60		0,5	16,10
4	alfa_rad	1,0472		1	29,74
5				1,5	40,94
6				2	49,68
7				2,5	55,98
8				3	59,82
9				3,5	61,22
10				4	60,16
11				4,5	56,66
12				5	50,71
13				5,5	42,30
14				6	31,45
15				6,5	18,14
16				7	2,39

Рис. 4.40. Заповнена таблиця

5. Побудуйте графік руху снаряда, випущеного під кутом до горизонту.
- Виділіть діапазон E2:E16 і побудуйте для нього діаграму — графік без маркерів, задавши у другому вікні майстра діаграм діапазон підписів осі X, а саме D2:D16.
 - У третьому вікні майстра задайте назву діаграми та її осей — X та Y (рис. 4.41). Розмістіть діаграму на тому ж аркуші, що й вихідні дані.

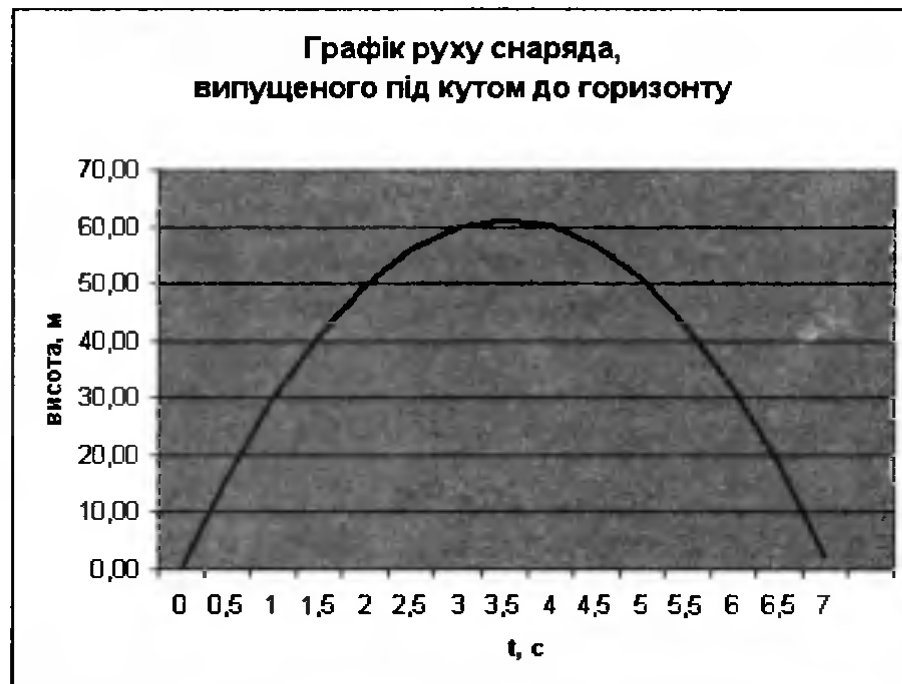


Рис. 4.41. Графік руху снаряда побудовано

- Підвівши курсор до найвищої точки графіка, визначте максимальну висоту підняття снаряда та час від початку польоту, коли снаряд буде на максимальній висоті. Збережіть електронну книгу.

Практична робота 4 для групи профілів E

Завдання 1

Подайте у графічному вигляді динаміку відвантаження зі складу продукції трьох фірм-виробників, побудувавши діаграму за таблицею, наведеною на рис. 4.42. Відобразіть також частки товарів кожної фірми у загальному обсязі відвантаженої продукції.

Хід виконання

1. Створіть нову книгу та збережіть її у файлі *Практ_E_4.xls*. На першому аркуші побудуйте таблицю за зразком, наведеним на рис. 4.42.

	A	B	C	D	E	F
1	Відвантаження продукції зі складу за кварталами (од.)					
2	Фірма	I квартал	II квартал	III квартал	IV квартал	Разом
3	"Садко"	25811	11222	12589	12583	
4	"Меркурій"	12547	23232	12569	12145	
5	"Золоте руно"	35681	25252	14142	7412	

Рис. 4.42. Таблиця з вихідними даними

2. Для того щоб порівняти динаміку відвантаження продукції зі складу, треба побудувати об'ємну гістограму за всіма чотирма кварталами для всіх трьох фірм. Таку гістограму будують тоді, коли потрібно зобразити залежність однієї величини від двох інших. За умовою завдання ми маємо *кількість відвантаженої продукції*, яка залежить від *фірми-виробника* та від *номера кварталу*.

а) Виділіть діапазон A2:E5.

б) Запустіть майстер діаграм та оберіть вид діаграми — об'ємна гістограма (рис. 4.43).



Рис. 4.43. Вибір типу та виду діаграми

- в) У другому вікні майстра діаграм задайте джерело даних — у рядках.
- г) Готову діаграму розмістіть на окремому аркуші (рис. 4.44).

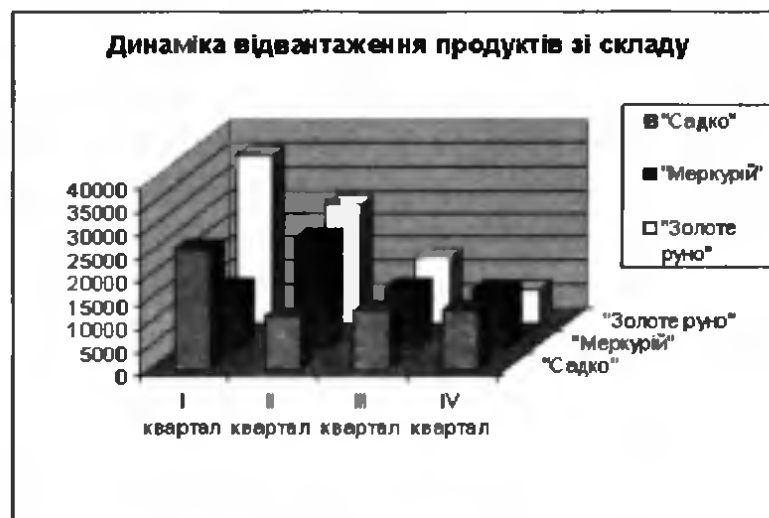


Рис. 4.44. Готова об'ємна гістограма

3. У клітинках діапазону F3:F5, скориставшись кнопкою Σ \blacktriangledown , обчисліть загальну кількість продукції, відвантаженої зі складу в кожному кварталі.
4. Щоб визначити, яку частку від загального обсягу відвантаженої продукції становлять товари кожної фірми, самостійно побудуйте кругову діаграму за діапазоном F3:F5 (рис. 4.45). Зверніть увагу на те, що у третьому вікні майстра діаграм ви маєте задати відображення імен категорій та часток. Збережіть створену робочу книгу.

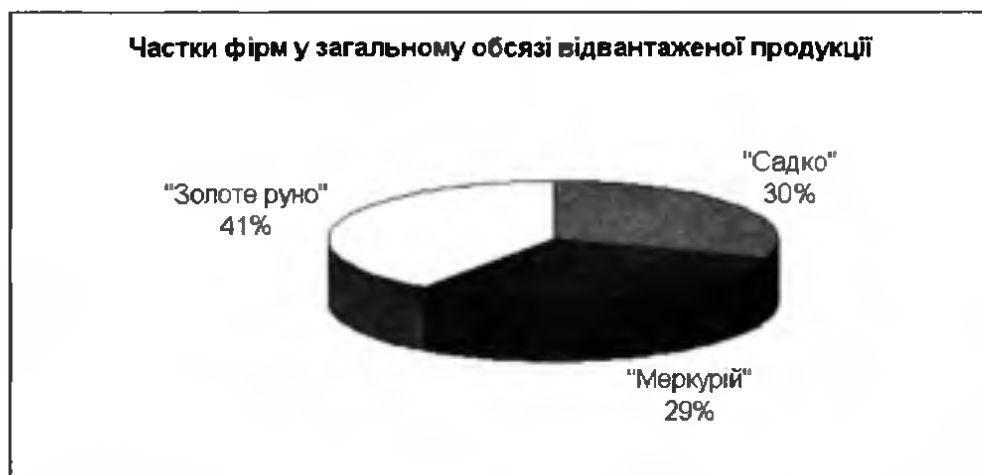


Рис. 4.45. Діаграма загальної кількості відвантажених зі складу продуктів

Завдання 2

Розв'яжіть задачу про мінімізацію витрат виробництва в короткотерміновому періоді. Припустимо, що обсяги виробництва варіюються в межах від 10 до 20 тис. од. продукції, змінні витрати визначаються за формулою $VC = (Q/3000 - 4)^3 + 10$ (тис. грн), де Q — обсяг виробництва, а значення постійних витрат FC вводить користувач. Вам необхідно за формулою $ATC = (VC + FC)/Q$ розрахувати середні сукупні витрати, побудувати діаграму, що показує залежність середніх сукупних витрат від обсягу виробництва, та визначити за діаграмою обсяг виробництва, за якого величина ATC буде мінімальною.

Хід виконання

1. Створіть нову робочу книгу та збережіть її у файлі з іменем `Практ_E_4_2.xls`. На першому аркуші створіть таблицю за формою, поданою на рис. 4.46. Для введення обсягів виробництва скористайтеся прогресією.

	A	B	C
1	Постійні витрати, тис. грн.		
2			
3	Обсяг виробництва, тис. од.	Змінні витрати, тис. грн	Середні сукупні витрати, грн
4	10		
5	11		
6	12		
7	13		
8	14		
9	15		
10	16		
11	17		
12	18		
13	19		
14	20		

Рис. 4.46. Шаблон таблиці обсягів виробництва

2. Для обчислення змінних витрат VC самостійно введіть у клітинку **B4** формулу (див. умову задачі) та скопіюйте її в діапазон **B5:B14**. Врахуйте, що, коли формула вводиться у клітинку **B4**, значення обсягу виробництва Q міститься у клітинці **A4**.
3. У клітинку **C4** введіть формулу для обчислення середніх сукупних витрат ATC (див. умову задачі) та скопіюйте її в діапа-


зон $C4:C14$. Значення VC для цієї формули міститиметься у клітинці $B4$, а значення FC — у клітинці $B1$. Врахуйте ту обставину, що посилання на клітинку $B1$ під час копіювання формули не повинно змінюватися, тобто воно має бути абсолютним (див. рис. 2.5).

- Відформатуйте діапазон $B4:C14$, задавши відображення трьох десяткових розрядів після коми. У результаті таблиця повинна набути такого вигляду, як зображено на рис. 4.47 (значення середніх сукупних витрат можуть бути іншими залежно від значення постійних витрат).

	А	В	С
1	Постійні витрати, тис. грн.		1
2			
3	Обсяг виробництва, тис. од.	Змінні витрати, тис. грн	Середні сукупні витрати, грн
4	10	9,704	1,070
5	11	9,963	0,997
6	12	10,000	0,917
7	13	10,037	0,849
8	14	10,296	0,807
9	15	11,000	0,800
10	16	12,370	0,836
11	17	14,630	0,919
12	18	18,000	1,056
13	19	22,704	1,248
14	20	28,963	1,498

Рис. 4.47. Таблиця з даними про обсяги виробництва

- Побудуйте діаграму, що відобразатиме залежність середніх сукупних витрат від обсягів виробництва. Для вибору типу діаграми застосуйте алгоритм, блок-схему якого показано на рис. 4.17: існує залежність між двома числовими величинами, і при цьому зображувана величина неперервна — отже, будемо графік.

а) Клацніть кнопку майстра діаграм  і виберіть тип діаграми — графік без маркерів.

б) У другому вікні майстра перейдіть на вкладку Ряд та створіть один ряд даних: у полі Значення вкажіть діапазон $C4:C14$, а в полі Підписи осі X — діапазон $A4:A14$.

в) У третьому вікні майстра введіть назви діаграми та осей координат. Якого вигляду тепер має набути діаграма, показано на рис. 4.48.

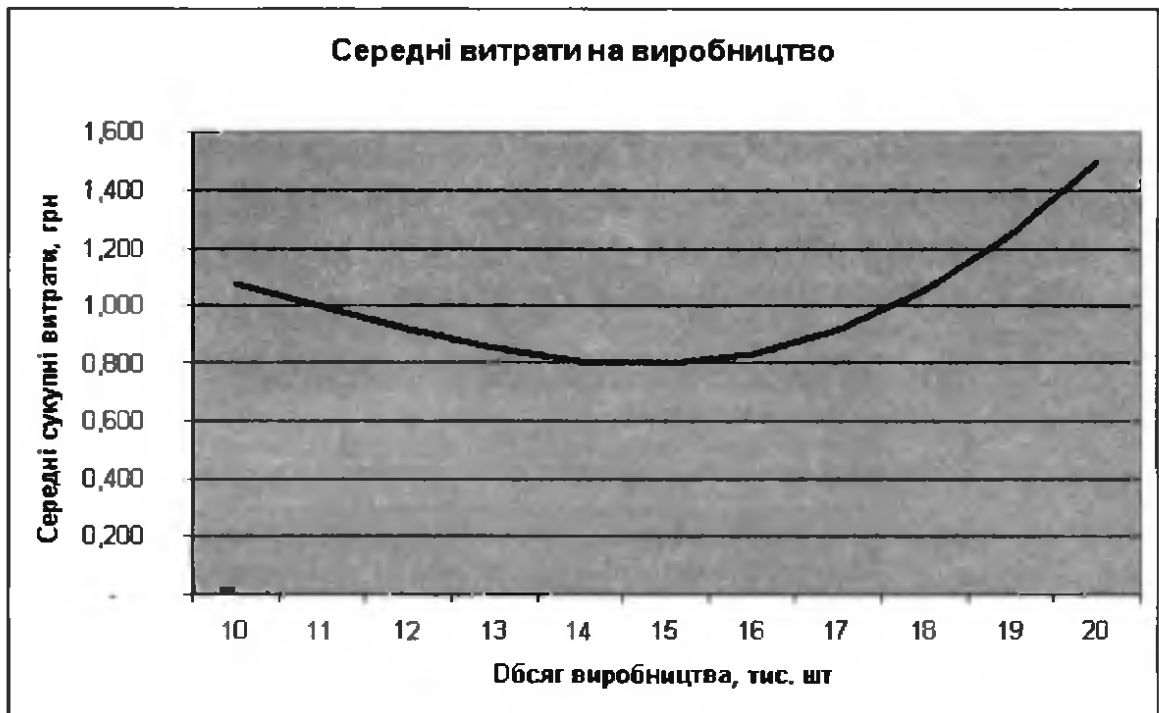


Рис. 4.48. Діаграма середніх витрат виробництва

6. Визначте за діаграмою обсяг виробництва, за якого мінімізуються середні сукупні витрати. Якщо постійні витрати невеликі (1–5 тис. грн), мінімум досягатиметься за обсягів виробництва приблизно у 15 тис. од.; у разі збільшення постійних витрат величина оптимального обсягу виробництва також зростає.
- 7* На другому аркуші побудуйте таблицю, яка відобразатиме залежність між постійними витратами та обсягом виробництва, що мінімізує середні сукупні витрати. Обсяги постійних витрат уведіть як прогресію від 5 до 50 тис. грн з кроком у 5 тис. грн. Підставляючи ці значення у відповідні клітинки на першому аркуші, визначте оптимальні обсяги виробництва.
- 8* За результатами, отриманими у попередньому пункті, побудуйте діаграму, яка відобразатиме залежність між обсягом постійних витрат та обсягом виробництва, що мінімізує середні сукупні витрати. Тип діаграми доберіть самостійно, керуючись відомою вам блок-схемою (див. рис. 4.17).

Самостійна робота

1. Доберіть діаграму, найбільш прийнятну для відображення даних, наведених у табл. 4.2. Побудуйте та відформатуйте її, додайте назви і легенду.

Таблиця 4.2. Структура населення м. Щасливого щодо працевлаштування

Категорія населення	Кількість, тис. осіб
Безробітні	0,5
Пенсіонери	14
Працівники освіти і медицини	0,7
Працівники промисловості	40
Працівники сфери обслуговування	0,2
Працівники транспорту	7
Працівники сфери торгівлі	20

2. Які з наведених на рис. 4.49 наборів даних можна подати на діаграмах? Підберіть для цих наборів даних відповідні типи діаграм та побудуйте їх.

Метелик Махаон		
	самець	самка
розмах крил, см	5,5	6,5
зabarвлення	жовто-чорне	біло-чорне
тривалість життя, днів	21	21

Відомості про плавзасоби		
	катер "Чайка"	яхта "Ельбрус"
тонажність	250	145
довжина	30	22
ширина	10	9

Дані про доходи та витрати		
	дохід	витрати
респондент 1	4000	5000
респондент 2	3200	2800
респондент 3	5500	4200

Рис. 4.49. Набори даних

3* Побудуйте графік, подібний до показаного на рис. 4.50, використавши для створення діапазону вихідних даних одну чи кілька формул.

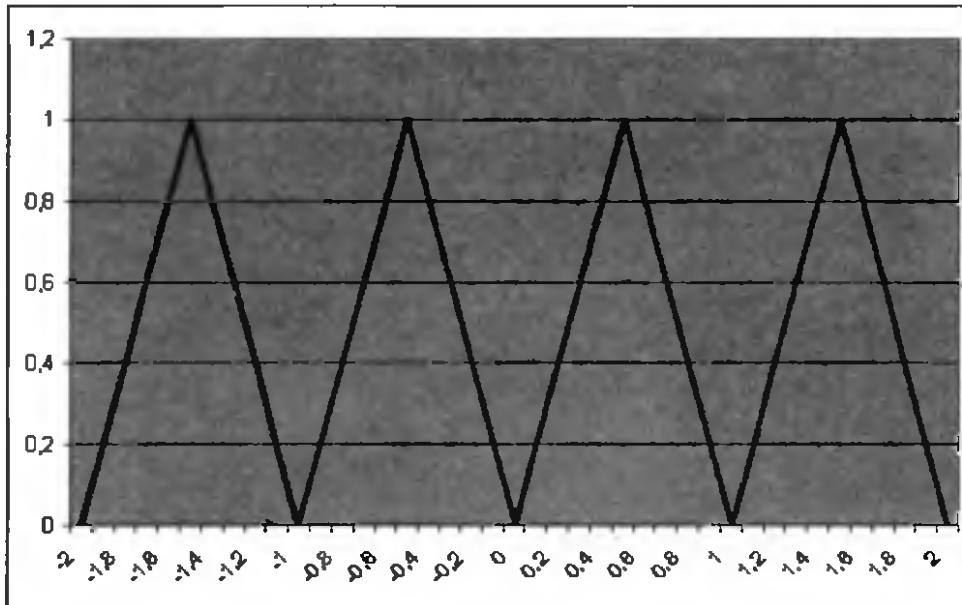


Рис. 4.50. Графік функції

Розділ 5

Автоматизоване вибирання даних із таблиць

У цьому розділі буде розглянуто:

- ◆ таблиці як набори однотипних об'єктів;
- ◆ вибір даних із таблиці за різними критеріями;
- ◆ обчислення підсумкових показників для об'єктів, що задовольняють певним критеріям.

Таблиця як набір однотипних об'єктів

Найчастіше електронна таблиця містить інформацію про деяку множину однотипних об'єктів, тобто таких, що мають однаковий набір параметрів. Дані про кожен об'єкт записують в окремому рядку таблиці. Так, у класному журналі кожен рядок відповідає одному учню, а в розкладі руху потягів чи автобусів — рейсу. Значення параметрів записують в окремих клітинках, виділяючи для кожного з них свій стовпець. Як приклад розглянемо подану на рис. 5.1 таблицю з розкладом руху автобусів. Об'єкти, які в ній представлено, — це рейси, їхніми параметрами є номер рейсу, пункт відправлення, пункт призначення та час відправлення.

	A	B	C	D
	№ рейсу	Пункт відправлення	Пункт призначення	Час відправлення
1	351	Київ	Житомир	10:10
2	427	Львів	Дубно	10:45

Параметри

Значення параметрів

Об'єкт 1

Об'єкт 2

Рис. 5.1. Таблиця як подання набору однотипних об'єктів

Для роботи з наборами однотипних об'єктів призначено діалогове вікно форми даних. У цьому вікні є кілька полів вводу, назви яких відповідають заголовкам стовпців таблиці. Вікно форми даних (рис. 5.2) дозволяє провести пошук потрібної інформації, доповнити перелік новими об'єктами, видалити непотрібні, відредагувати наявні. Відкривається це вікно за допомогою команди Дані ▶ Форма, перед виконанням якої потрібно виділити будь-яку клітинку в таблиці. У заголовку вікна форми даних вказується ім'я поточного робочого аркуша.

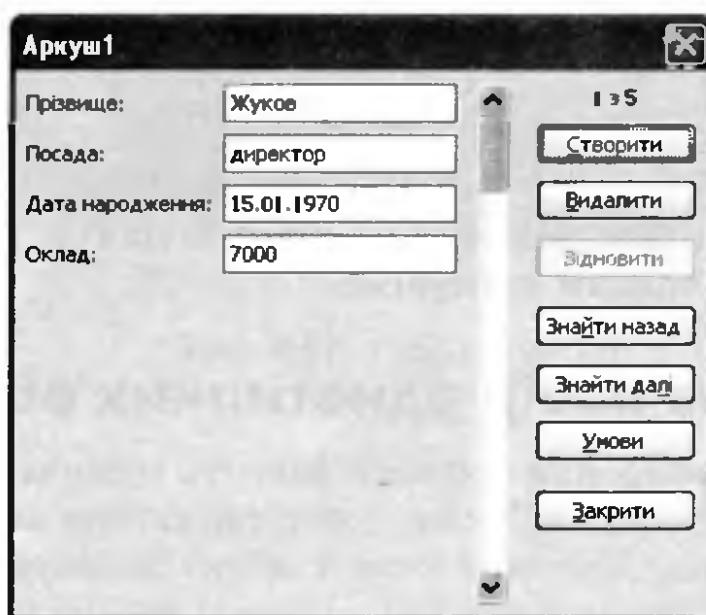


Рис. 5.2. Вікно форми даних

У лівій частині вікна форми даних відображається інформація про один об'єкт — значення кожного параметра дається в окремому полі. Ви можете відредагувати ці дані, переміщуючись від параметра до параметра за допомогою клавіші Tab, та перейти до наступного об'єкта за допомогою клавіші Enter. Видалити поточний об'єкт дозволяє кнопка Видалити, а додати новий — кнопка Створити. Усі зміни, внесені у вікно форми даних, відображаються в самій електронній таблиці.

Пошук даних у таблиці за простими критеріями

Якщо в таблиці необхідно знайти певне відоме значення, це завдання можна виконати за допомогою стандартного засобу пошуку,

який запускають командою **Правка** ▶ **Знайти**. Проте зазвичай застосовується більш складний алгоритм пошуку: значення одного параметра шукають за умовою, якій задовольняє інший параметр. Припустимо, що у класному журналі потрібно знайти оцінку, яку учень Жуков отримав за другу тематичну роботу. Тут умова накладається на прізвище, а шукається значення параметра «оцінка за другу тематичну». Надання засобів для виконання подібних запитів є однією з найважливіших функцій будь-якої системи керування базами даних. Відповідні засоби є й у табличному процесорі Microsoft Excel.

Пошук за допомогою форми даних

Зручний спосіб пошуку об'єктів надає форма даних. Критерії пошуку в ній вводять за допомогою кнопки **Умови**. Наприклад, щоб в зображеній на рис. 5.1 таблиці знайти всі рейси з Києва, досить клацнути цю кнопку, і на екрані з'явиться форма даних без записів. У поле **Пункт відправлення** потрібно ввести слово **Київ** та клацнути кнопку **Знайти далі**, і в діалоговому вікні з'явиться перший об'єкт, який відповідатиме заданому критерію. Переглянути всі такі об'єкти можна за допомогою кнопок **Знайти далі** та **Знайти назад**.

Пошук за значеннями в першому стовпці

Умову вибору об'єкта найчастіше накладають на *ключові* параметри, тобто такі, значення яких є унікальними, неповторними в усій розглядуваній множині однотипних об'єктів. Для класного журналу таким параметром може бути прізвище та ім'я учня (якщо в одному класі немає кількох учнів з однаковим прізвищем та ім'ям), а для розкладу руху автобусів — номер рейсу. Тільки ключові параметри дають змогу однозначно ідентифікувати об'єкт: скажімо, за номером рейсу ви можете точно визначити, про який рейс ідеться, а за пунктом відправлення — ні.

Значення ключового параметра зазвичай записують у першому стовпці таблиці. Тому функція **VLOOKUP** (рос. **ВПР**), яка в Microsoft Excel реалізує пошук за ключовим значенням, працює так. Спочатку задане ключове значення відшукується в першому стовпці таблиці, а потім переглядається весь рядок, де воно міститься.

Функція повертає значення зі стовпця з заданим номером у цьому рядку. Повний формат функції такий:

VLOOKUP(шукане_значення;таблиця;номер_стовпця;точність_пошуку)

Стисло опишемо призначення аргументів функції:

- ◆ *шукане_значення* — значення, яке потрібно знайти в першому стовпці;
- ◆ *таблиця* — вся таблиця;
- ◆ *номер_стовпця* — номер стовпця, значення з якого буде повернуто функцією;
- ◆ *точність_пошуку* — логічне значення, що визначає спосіб пошуку у першому стовпці: пошук значення, яке точно дорівнює заданому (*точність_пошуку*=FALSE), або такого, що дорівнює заданому значенню наближено (*точність_пошуку*=TRUE).

Як приклад розглянемо таблицю з відомостями про працівників певного підприємства (рис. 5.3).

	A	B	C	D
1	Прізвище	Посада	Дата народження	Оклад
2	Жуков	директор	15.01.1970	7 000 грн.
3	Мотиль	менеджер	14.06.1982	5 500 грн.
4	Кузнецов	бухгалтер	26.06.1974	6 200 грн.
5	Блохін	продавець	09.09.1990	3 300 грн.
6	Лялецький	продавець	29.05.1974	3 500 грн.
7				
8	Прізвище:	Кузнецов		
9	Дата народження:	26.06.1974		
10		=VLOOKUP(B8;A1:D6;3;FALSE)		

Рис. 5.3. Обчислення дати народження працівника за його прізвищем

Користувач знає прізвища працівників і бажає за введеним у клітинку B8 прізвищем отримати у клітинці B9 інформацію про дату народження відповідного працівника. Для цього у клітинку B9 він має ввести таку формулу:

=VLOOKUP(B8;A1:D6;3;FALSE)

Тут B8 — адреса клітинки, в яку користувач вводить прізвище, A1:D6 — діапазон таблиці, 3 — номер стовпця, який містить відомості про дату народження. Значення FALSE останнього аргументу

означає, що в першому стовпці шукатиметься саме те значення, яке було введено у клітинку B8.

Якщо значення останнього аргументу дорівнюватиме TRUE, то дату народження можна буде визначити навіть за умови, що прізвище ви знаєте лише приблизно, але таблиця у такому разі має бути відсортована в порядку зростання значень першого стовпця.

Обчислення узагальнюючих показників за довільним критерієм

Звичайно, далеко не завжди можна знайти об'єкти за ключовими значеннями. Зокрема, це не вдасться зробити, якщо вам знадобиться, скажімо, дізнатися, який учень отримав максимальний бал з другої тематичної роботи (продовжимо розглядати приклад з класним журналом). Для виконання подібних операцій у Microsoft Excel використовують окрему категорію функцій — функції для роботи з базою даних.

Функція DGET: простий критерій

Найпростіша із зазначених функцій, DGET (рос. БИЗВЛЕЧЬ), подібна до функції VLOOKUP, але дозволяє здійснювати пошук об'єктів за складним критерієм, а не лише за значенням у першому стовпці таблиці. Наведемо її формат:

DGET(база_даних;поле;критерій)

Призначення аргументів функції таке:

- ◆ *база_даних* — вся таблиця;
- ◆ *поле* — назва стовпця, з якого вибирається значення;
- ◆ *критерій* — діапазон, у якому за певними правилами записуються критерії вибору рядків.

Зазначимо, що функції для роботи з базою даних розпізнають стовпці за їхніми назвами, які мають міститися у клітинках першого рядка таблиці та критерію, а не за номерами.

Існують певні правила заповнення діапазону критерію. У його першому рядку записують назви стовпців, на значення яких накладають умови, у наступних рядках — самі умови. У найпростішому випадку діапазон критерію складається з двох клітинок,

розташованих одна під одною: у верхній записують назву стовпця, а в нижній — умову, якій мають відповідати його значення.

Наведемо приклад, звернувшись до тієї самої таблиці з відомостями про працівників, яку ми розглядали в попередньому підрозділі. Припустимо, потрібно визначити прізвище за введеною користувачем посадою. У цьому разі діапазоном критерію будуть клітинки A8:A9 (рис. 5.4).

	А	В	С	Д	Е
1	Прізвище	Посада	Дата народження	Оклад	
2	Жуков	директор	15.01.1970	7000	
3	Мотиль	менеджер	14.06.1982	5500	
4	Кузнєцов	бухгалтер	26.06.1974	6200	
5	Блохін	продавець	09.09.1990	3300	
6	Лялецький	продавець	29.05.1974	3500	
7					
8	Посада		Прізвище:	Мотиль	
9	менеджер			=DGET(A1:D6;A1;A8:A9)	

Рис. 5.4. Визначення прізвища за посадою

Тут функцію для визначення прізвища працівника введено в клітинку D8:

=DGET(A1:D6;A1;A8:A9)

Опишемо аргументи цієї функції: A1:D6 — діапазон всієї таблиці; A1 — клітинка з назвою стовпця, з якого вибираються дані; A8:A9 — діапазон критерію.

Тепер, коли ми у клітинку A9 вводитимемо назву посади, у клітинці D8 автоматично визначатиметься прізвище працівника, який цю посаду обіймає. Проте якщо ввести посаду продавець, то у клітинці D8 програма виведе повідомлення про помилку #NUM!. Річ у тім, що продавців двоє, і тому функція DGET не може визначити, прізвище якого саме продавця відображати. Таким чином, для коректної роботи функції DGET необхідно, щоб критерію пошуку задовольняв лише один рядок таблиці.

Функція DGET: складений критерій

У критерії пошуку за допомогою логічних сполучників «і» та «або» можуть з'єднуватися умови, накладені на значення різних параметрів. Умови зі сполучником «і» записуються в одному рядку кри-

терію, а з'єднані сполучником «або» — у різних. Наприклад, ми можемо шукати прізвища тих працівників, які обіймають зазначену користувачем посаду і оклади яких перевищують 3400 грн. У такому разі критерій запишеться так, як показано на рис. 5.5, а. Якщо ж ми шукатимемо прізвища працівників, які обіймають певну посаду або оклади яких перевищують 3400 грн, то критерій буде таким, як показано на рис. 5.5, б.

Посада	Оклад
продавець	>3400

а

Посада	Оклад
продавець	
	>3400

б

Рис. 5.5. Складені критерії пошуку за умовами, з'єднаними: а — сполучником «і»; б — сполучником «або»

Якщо розглядати дані, наведені на рис. 5.4, то за першим критерієм буде знайдено прізвище Лялецький, а за другим знову відобразиться повідомлення про помилку #NUM!, оскільки цьому критерію задовольняють усі працівники.

Можна створювати критерії, що відповідають умовам з кількома сполучниками «і» та «або». Наприклад, на рис. 5.6, а зображено діапазон критерію для вибору тих працівників, які є продавцями і відповідають принаймні одній із умов: мають оклад понад 3400 грн або народилися після 1 січня 1980 року, а на рис. 5.6, б — тих, які є продавцями або задовольняють двом умовам: мають оклад понад 3400 грн і народилися після 1 січня 1980 року.

Посада	Оклад	Дата народження
продавець	>3400	
продавець		>01.01.1980

а

Посада	Оклад	Дата народження
продавець		
	>3400	>01.01.1980

б

Рис. 5.6. Складені критерії пошуку: а — за умовою типу а і (b або c); б — за умовою типу а або (b і c)

Інші функції для роботи з базою даних

Функція DGET знаходить значення деякого параметра об'єкта, який задовольняє певному критерію. Проте якщо таких об'єктів кілька, ця функція поверне помилку. Але є й інші функції з категорії Робота з базою даних, які дають змогу виконувати зі значеннями того самого параметра кількох об'єктів різноманітні узагальнюючі операції: підсумовувати їх, рахувати кількість, обчислювати середнє арифметичне тощо. Найуживаніші з них такі:

- ◆ DAVERAGE (рос. ДСРЗНАЧ) — обчислення середнього арифметичного;
- ◆ DCOUNT (рос. БСЧЁТ) — визначення кількості значень;
- ◆ DMAX (рос. ДМАКС) — визначення максимального значення;
- ◆ DMIN (рос. ДМИН) — визначення мінімального значення;
- ◆ DSUM (рос. БДСУММ) — обчислення суми значень.

Ці функції мають такі самі параметри, як і функція DGET. Під час їх обчислення вказані операції виконуються тільки для об'єктів, що відповідають критерію. Правила формування критерію аналогічні правилам для функції DGET. Приклади застосування перелічених функцій наведено на рис. 5.7.

	А	В	С	Д
1	Прізвище	Посада	Дата народження	Оклад
2	Жуков	директор	15.01.1970	7 000 грн.
3	Мотиль	менеджер	14.06.1982	5 500 грн.
4	Кузнецов	бухгалтер	26.06.1974	6 200 грн.
5	Блохін	продавець	09.09.1990	3 300 грн.
6	Лялецький	продавець	29.05.1974	3 500 грн.
7				
8				
9				
10	Дата народження	Дата народження		
11	>01.01.1974	<01.01.1985		
12				
13				
14	Кількість працівників		3	=DCOUNT(A1:D6;D1;A10:B11)
15	Середній оклад	5 066,67 грн.		=DAVERAGE(A1:D6;D1;A10:B11)
16	Максимальний оклад	6 200,00 грн.		=DMAX(A1:D6;D1;A10:B11)
17	Мінімальний оклад	3 500,00 грн.		=DMIN(A1:D6;D1;A10:B11)
18	Сумарний оклад	15 200,00 грн.		=DSUM(A1:D6;D1;A10:B11)

Рис. 5.7. Застосування функцій для роботи з базами даних

Згідно з критерієм, записаним у клітинках A10:B11, відбиралися працівники, які народилися після 1 січня 1974 року та до

1 січня 1985 року. Їх троє: Мотиль, Кузнецов і Лялецький (кількість працівників обчислено у клітинці B14 за допомогою функції DCOUNT). Оклади цих працівників становлять 5500 грн, 6200 грн та 3500 грн. Саме за вказаними сумами обчислювалися середнє, максимальнє, мінімальнє та сумарнє значення — вони відображені у клітинках B15:B18. Функції, які при цьому використовувалися, зазначені у клітинках C14:C18.

Вправа 5.1. Створення запитів

У цій вправі ви маєте опрацювати таблицю з інформацією про зберігання овочів та фруктів на складах. За допомогою функцій табличного процесора необхідно знайти:

- ◆ середню вартість вибраного користувачем типу товару;
- ◆ номер складу, на якому залишок груш становить 100 кг;
- ◆ найвищу та найнижчу ціну 1 кг фруктів.

1. Відкрийте файл Вправа_5_1.xls з архіву заготовок або самостійно створіть таку таблицю, як на рис. 5.8.

	A	B	C	D
	Номер складу	Назва товару	Кількість, кг	Ціна 1 кг, грн
1	1	ябука	120	3,5
2	1	груші	100	5,1
3	1	виноград	45	14,5
4	1	ананаси	12	18
5	1	помідори	58	6
6	1	огірки	59	10,3
7	1	капуста	210	2,02
8	2	ябука	45	3,5
9	2	груші	23	5,1
10	2	виноград	66	14,5
11	2	ананаси	33	18
12	2	помідори	45	6
13	2	огірки	12	10,3
14	2	капуста	34	2,02
15	3	ябука	23	3,5
16	3	груші	77	5,1
17	3	виноград	55	14,5
18	3	ананаси	99	18
19	3	помідори	33	6
20	3	огірки	44	10,3
21	3	капуста	55	2,02
22				

Рис. 5.8. Таблиця з вихідними даними

2. Для визначення середньої вартості товару в клітинки F1:F2 введіть критерій відбору, у клітинку F4 — текст *Середня вартість 1 кг овочів*, а у клітинку G4 — функцію **DAVERAGE**(база_даних;поле;критерій) (рис. 5.9). Аргументи функції будуть такими:

- ◆ база_даних — вся вихідна таблиця, тобто діапазон A1:D22;
- ◆ поле — заголовок того стовпця, за значеннями якого обчислюватиметься середнє значення, тобто D1;
- ◆ критерій — діапазон клітинок, у яких записано критерій відбору об'єктів, тобто F1:F2.

	F	G
1	Назва товв	
2	капуста	
3		
4	Середня вартість 1 кг овочів:	=DAVERAGE(A1:E22;D1;F1:F2)

Рис. 5.9. Визначення середньої вартості товару

3. Уводячи у клітинку F2 різні назви овочів, пересвідчіться, що в клітинці G4 обчислюватимуться значення їх середньої вартості.
4. Для пошуку складу, на якому є залишок груш у кількості 100 кг, у клітинки F6:G7 введіть критерій відбору, а нижче, у клітинку G9, — функцію **DGET** (рис. 5.10). У даному випадку критерій можна сформулювати зі сполучником «і»: назва товару — груші і кількість — 100 кг. Тому умови критерію запишіть в одному рядку.

	F	G
6	Назва товару	Кількість кг
7	груші	100
8		
9	Номер складу:	=DGET(A1:D22;A1;F6:G7)

Рис. 5.10. Застосування функції **DGET**

У результаті ви маєте отримати номер складу 1.

5. Фрукти — це ананаси, виноград, груші та яблука. Отже, для пошуку їх найнижчої та найвищої ціни критерій відбору

можна сформулювати так: назва товару — це ананаси, або виноград, або груші, або яблука. Уведіть цей критерій у клітинки F11:F15, а нижче введіть функції DMAX та DMIN для обчислення максимальної та мінімальної ціни (рис. 5.11). Збережіть електронну книгу.

	F	G
11	Назва товару	
12	ананаси	
13	виноград	
14	груші	
15	яблука	
16		
17	Мінімальна ціна	=DMIN(A1:D22;D1;F11:F15)
18	Максимальна ціна	=DMAX(A1:D22;D1;F11:F15)

Рис. 5.11. Застосування функцій DMIN і DMAX

6. Самостійно модифікуйте виконаний у п. 2 пошук середньої вартості товару так, щоб визначалася середня вартість двох зазначених користувачем товарів.

Практичні роботи профільного спрямування

Мета практичних робіт: навчитися обчислювати підсумкові характеристики для об'єктів, що задовольняють певним критеріям відбору, а також вибирати такі об'єкти.

Практична робота 5 для групи профілів Б

За таблицею, яка містить дані спостереження за погодою протягом місяця (рис. 5.12), необхідно визначити:

- кількість ясних, хмарних та дощових днів;
- середню температуру ясних, хмарних та дощових днів;
- мінімальну вологість у хмарні вітряні дні;
- середню температуру в дні, коли кількість опадів була меншою або більшою за введену користувачем величину.

Крім того, потрібно побудувати графік коливань атмосферного тиску за місяць.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Календар погоди за місяць						
2	Дата	Хмарність	Тиск, мм рт.ст.	Вологість, %	Температура, °С	Опади, мм	Вітер
3	01.02.10	ясно	758	70	-15		сильний
4	02.02.10	ясно	762	75	-12		-
5	03.02.10	хмарно	755	80	-11		-
6	04.02.10	опади	740	90	-9	44	-
7	05.02.10	ясно	742	95	-1		сильний
8	06.02.10	опади	742	78	0	12	-
9	07.02.10	хмарно	747	80	2		сильний
10	08.02.10	ясно	745	82	1		-
11	09.02.10	хмарно	749	71	3		-
12	10.02.10	хмарно	765	65	4		сильний
13	11.02.10	опади	764	65	0	16	сильний
14	12.02.10	ясно	760	60	-2		помірний
15	13.02.10	ясно	764	70	-5		сильний
16	14.02.10	хмарно	760	70	-6		сильний
17	15.02.10	хмарно	749	65	-5		-
18	16.02.10	ясно	740	70	-7		помірний
19	17.02.10	ясно	741	77	-3		-
20	18.02.10	опади	739	82	-3	98	помірний
21	19.02.10	хмарно	742	80	-4		-
22	20.02.10	опади	741	90	-8	48	-
23	21.02.10	опади	738	99	-5	50	помірний
24	22.02.10	опади	742	80	-2	45	сильний
25	23.02.10	опади	750	81	-1	12	помірний
26	24.02.10	хмарно	755	82	0		-
27	25.02.10	хмарно	750	71	0		помірний
28	26.02.10	хмарно	755	65	1		-
29	27.02.10	хмарно	745	65	2		сильний
30	28.02.10	опади	750	70	2	12	помірний

Рис. 5.12. Дані спостереження за погодою протягом місяця

Хід виконання

1. Створіть електронну таблицю за наведеним на рис. 5.12 зразком і збережіть її у файлі `Практ_Б_5.xls` або просто відкрийте цей файл (він є в електронних матеріалах до посібника).
2. У клітинках `I1:J12` створіть критерії відбору днів, а нижче — таблицю для занесення результатів обчислень (рис. 5.13). Щоб не припуститися помилок, назви стовпців у критеріях не вводьте вручну, а копіюйте з заголовку основної таблиці.
3. У клітинку справа від напису Ясних днів уведіть формулу для обчислення кількості ясних днів `=DCOUNTA(A2:G30;A2;I5:I6)`. Тут

A2:G30 — вся таблиця, A2 — заголовок стовпця, у якому шукатиметься кількість не порожніх клітинок (це може бути й інший стовець), I5:I6 — критерій відбору днів.

	I	J
1	Хмарність	Вітер
	хмарно	сильний
2		
3	хмарно	помірний
4		
5	Хмарність	
6	ясно	
7		
8	Хмарність	
9	опаді	
10		
11	Опади, мм	
12		

Всього за місяць	
Ясних днів	
Хмарних днів	
Дощових днів	
Середня t ясних днів	
Середня t хмарних днів	
Середня t дощових днів	
Мін. вол. хмарн. вітр днів	
Сер. t залежно від опадів	

a
b

Рис. 5.13. Таблиці для обробки календаря погоди: *a* — критерії відбору днів; *b* — таблиця для занесення результатів обчислень

4. Самостійно введіть формули для обчислення кількості хмарних і дощових днів (порівняно з ясними днями потрібно буде змінити лише критерії відбору).
5. Самостійно введіть формули для обчислення середньої температури в ясні, хмарні та дощові дні, скориставшись для цього функцією **DAVERAGE**.
6. Обчисліть мінімальну вологість у хмарні вітряні дні. Для цього скористайтеся функцією **DMIN**. Заголовок стовпця, у якому шукатиметься мінімальне значення, міститься у клітинці D2, а критерій відбору — у діапазоні I1:J3. Його можна розтлумачити так: «погода хмарна і вітер сильний» або «погода хмарна і вітер помірний».
7. Обчисліть середню температуру в дні, коли кількість опадів була меншою або більшою за введену користувачем величину. Для цього також скористайтеся функцією **DAVERAGE**. Критерій відбору міститиметься у клітинках I11:I12. Коли ви введете відповідну формулу, у клітинку I12 вводьте вирази на кшталт >10 або <20, і обчислюване за формулою значення змінюватиметься. Збережіть отриману таблицю.
8. Самостійно побудуйте графік коливань атмосферного тиску протягом місяця (рис. 5.14).



Рис. 5.14. Графік коливань атмосферного тиску

9* Самостійно введіть формули для визначення дня, коли температура була максимальною.

Практична робота 5 для групи профілів М

Застосуємо функції для роботи з базою даних для наближеного розв'язання алгебраїчного рівняння вигляду $f(x) = 0$ на заданому користувачем відрізку.

Припустимо, що користувач вводить межі відрізка $[a;b]$ у клітинки F1 і F2. Поділимо цей відрізок на 100 рівних інтервалів: обчислимо величину одного інтервалу у клітинці F3, точки поділу (значення x) — у стовпці А, а значення функції $f(x)$ у точках поділу — у стовпці В. Наближеними коренями рівняння будуть ті точки, де функція $f(x)$ змінює знак. Зауважимо, що $f(x_n)$ та $f(x_{n+1})$ мають різний знак тоді і тільки тоді, коли $f(x_n) \cdot f(x_{n+1}) < 0$. Враховуючи, що точні корені — це точки, де $f(x) = 0$, отримаємо критерій, за яким визначатимемо корені рівняння $f(x_n) \cdot f(x_{n+1}) \leq 0$. Спочатку знайдемо найменший корінь рівняння на відрізку, а потім дамо вказівки щодо того, як знайти інші корені.

Хід виконання

1. Відформатуйте нову електронну таблицю за зразком, наведеним на рис. 5.15, встановивши межі для стовпців А:С (де міститимуться розрахункові дані), діапазонів F1:F3 (де збері-

гатимуться значення кінців відрізка та величина інтервалу поділу), Н1:Н2 (тут міститиметься критерій пошуку значень x) та клітинки Н4 (у ній обчислюватиметься корінь рівняння). Задайте, де потрібно, заливку та введіть заголовки.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	x	f(x)	знак знаку		a	0		зміна знаку
2	0	0	0		b	10		<=0
3	0,1	0,099833417	0,01983384		h	0,1		
4	0,2	0,198669331	0,0587108				Корінь:	3,1
5	0,3	0,295520207	0,11508099					
6	0,4	0,389418342	0,1866971					
7	0,5	0,479425539	0,27070402					
8	0,6	0,564642473	0,36375267					

Рис. 5.15. Обчислення кореня рівняння на відрізку

- Уведіть у клітинку F3 формулу для обчислення величини інтервалу поділу: $h = (b - a)/100$ (значення кінців відрізка містяться у клітинках F1 і F2).
- У клітинку A2 введіть формулу =F1 (перша точка поділу дорівнюватиме a).
- У клітинку A3 введіть формулу для обчислення наступної точки поділу: $x_1 = x_0 + h$. Скопіюйте формулу в клітинки діапазону A4:A102. Оскільки значення h у формулі $x_{n+1} = x_n + h$ незмінне, то посилання на клітинку F3, де це значення міститься, має бути зафіксоване: F\$3.
- У клітинку B2 введіть формулу для обчислення значення функції $f(x)$, наприклад =SIN(A2), і скопіюйте її в клітинки діапазону B3:B102.
- У клітинку C2 введіть формулу для обчислення величини $f(x_n) \cdot f(x_{n+1})$, тобто =B2*B3, і скопіюйте її в діапазон C3:C101.
- Уведіть у клітинку H2 критерій, якому має задовольняти величина $f(x_n) \cdot f(x_{n+1})$, тобто вираз <=0.
- У клітинку H4 введіть формулу для обчислення найменшого кореня рівняння $f(x) = 0$ на відрізку $[a;b]$. Для цього скористайтеся функцією DMIN. Її аргументи будуть такими: вся таблиця міститься в діапазоні A1:C101, критерій пошуку — у діапазоні H1:H2, а назва стовпця (x), у якому ми шукатимемо значення кореня, — у клітинці A1.

Збережіть електронну таблицю у файлі **Практ_М_5.xls**.

9* Самостійно введіть формули для обчислення кількох наступних коренів рівняння. Розв'язування рівняння $\sin x = 0$ на відрізку $[0;10]$ проілюстровано на рис. 5.16. У кожній формулі використовується та сама функція DMIN, але різні критерії (H1:I2, J1:K2 і т. д.). Ці критерії можна сформулювати так: величина зміна знаку менше або дорівнює 0, а значення x більше за значення попереднього кореня. Сформулювати умови, що накладаються на значення x , можна за допомогою операції конкатенації рядків, з'єднавши символ «>» зі значенням попереднього кореня. Так, у клітинку I2 введено формулу $=>"&H4$, у клітинку K2 — формулу $=>"&J4$ тощо.

G	H	I	J	K	L	M	N	O
	$\leq 0 > 0$		$\leq 0 > 3,1$		$\leq 0 > 6,2$		$\leq 0 > 9,4$	
Корені	0		3,1		6,2		9,4	

Рис. 5.16. Обчислення кількох коренів рівняння

Практична робота 5 для групи профілів Е

За таблицею, яка містить прайс навчальної літератури Видавничої групи ВНУ за 2009 рік (рис. 5.17), потрібно визначити:

- ◆ середню вартість товстих книжок видавництва (обсяг яких перевищує 300 сторінок);
- ◆ кількість книжок, співавтором яких є автор Завадський І.О.;
- ◆ найбільшу кількість сторінок книги, серед авторів якої є Завадський І.О.;
- ◆ чи є у видавництві книга з веб-дизайну та хто її автори;
- ◆ авторів та назву найдешевшої книжки 2006 року;
- ◆ назву видання 2009 року, співавтором якого є Стеценко І.В.;
- ◆ загальну вартість одного повного комплексу посібників для школи.

Хід виконання

1. Запустіть табличний процесор, створіть таблицю за зразком, наведеним на рис. 5.17, і збережіть новий документ під іменем `Практ_Е_5.xls` або просто відкрийте цей файл (він є в електронних матеріалах до посібника).

Прайс навчальної літератури Видавничої групи ВНУ						
№	Автори	Назва	Кількість сторінок	Тип видання	Ціна 1 прим	Рік видання
1	Завадський І.О., Заболотний Р.І.	Основи візуального програмування	272	Посібник для школи	40,00 грн.	2008
2	Левченко О.М., Завадський І.О., Проколенко Н.С.	Основи інтернету	320	Посібник для школи	40,00 грн.	2008
3	Пасічник О.Г., Пасічник О.В., Стеценко І.В.	Основи веб-дизайну	336	Посібник для школи	40,00 грн.	2008
4	Березовський В.С., Потієнко В.О., Завадський І.О.	Основи комп'ютерної графіки	400	Посібник для школи	42,00 грн.	2008
5	Левченко О.М., Коваль І.В., Завадський І.О.	Основи створення комп'ютерних презентацій	384	Посібник для школи	42,00 грн.	2008
6		Інформатика. Програми для профільного навчання та допрофільної підготовки	400	Збірник навчальних програм для школи	30,00 грн.	2008
7	Завадський І.О., Пасічник О.Г., Бойчук В.В.	Практикум і робочий зошит з інформатики 9 клас	256	Зошит для школи	30,00 грн.	2009
8	Завадський І.О., Стеценко І.В., Левченко О.М.	ІНФОРМАТИКА 9 клас	320	Підручник для школи	40,00 грн.	2009
9	Ковалюк Т.В.	Основи програмування	384	Підручник для ВНЗ	55,00 грн.	2007
10	Томашевський В.М.	Моделювання систем	352	Підручник для ВНЗ	45,00 грн.	2007
11	Шеховцов В.А.	Операційні системи	576	Підручник для ВНЗ	70,00 грн.	2007
12	Фельдман Л.П., Петренко А.І., Дмитрієв О.А.	Чисельні методи в інформатиці	480	Підручник для ВНЗ	70,00 грн.	2006
13	Пасічник В.В., Рвизченко В.А.	Організація баз даних і знань	384	Підручник для ВНЗ	62,00 грн.	2006
14	Нікольський Ю.В., Пасічник В.В., Шербина Ю.М.	Дискретна математика	368	Підручник для ВНЗ	45,00 грн.	2007
15	Згуровський М.З., Панкратова Н.Д.	Основи системного аналізу	544	Підручник для ВНЗ	75,00 грн.	2007
16	Катренко А.В., Пасічник В.В., Пасько В.П.	Теорія прийняття рішень	464	Підручник для ВНЗ	75,00 грн.	2009

Рис. 5.17. Прайс навчальної літератури Видавничої групи ВНУ

- Для визначення середньої вартості товстих книжок (обсягом понад 300 сторінок) введіть у клітинки Н1:Н2 критерій відбору, а в клітинку І3 — формулу =DAVERAGE(A2:G18;F2;Н1:Н2) (рис. 5.18).

	Н	І
1	Кількість сторінок	
2	>300	
3	Середня вартість товстих книжок:	52.21 грн.

Рис. 5.18. Обчислення середньої вартості товстих книжок за допомогою функції DAVERAGE

- Уведіть у клітинки Н5:Н6 критерій, зображений на рис. 5.19, а в клітинки І7 та І8 самостійно введіть формули для визначення кількості книжок, співавтором яких є Завадський І.О., та найбільшої кількості сторінок у таких книжках. Скористайтеся для цього функціями DCOUNTA та DMAX.

ПРИМІТКА. Для відбору всіх книжок, для яких стовпець **Автори** містить прізвище Завадський І.О., умову слід ввести у вигляді маски *Завадський І.О.*, де символ «*» позначає довільну кількість будь-яких символів.

	Н	І
5	Автори	
6	*Завадський І.О.*	
7	Кількість книжок, співавтором яких є Завадський І.О.	6
8	Найбільша кількість сторінок книги втора Завадського І.О.	400

Рис. 5.19. Застосування функцій **DCOUNTA** та **DMAX**

4. Для визначення авторів книги з веб-дизайну введіть критерій відбору у клітинки Н10:Н11, а формулу — у клітинку І12 (рис. 5.20). Використайте функцію **DGET**, підбравши самостійно її аргументи.

ПРИМІТКА. Якщо в базі даних є книга з веб-дизайну і вона одна, то у клітинці **І12** буде виведено прізвище авторів книги (рис. 5.20). Якщо таких книг декілька, то функція **DGET** поверне значення помилки **#NUM!**. Якщо книг з веб-дизайну немає, то функція **DGET** поверне значення помилки **#VALUE!**.

	Н	І	J	К
10	Назва			
11	*веб-дизайн*			
12	Чи є у видавництві книга по веб-дизайну та хто її автори	Пасічник О.Г., Пасічник О.В., Стеценко І. В.		

Рис. 5.20. Застосування функції **DGET**

5. Авторів та назву найдешевшої книжки 2006 року шукатимемо у два етапи: спочатку визначимо найнижчу ціну на книжки 2006 року видання, а потім — авторів та назву книжки з такою ціною.

- а) У клітинки Н14:Н15 введіть критерій відбору (рис. 5.21).
- б) У клітинку Н16 уведіть заголовок критерію для другого запиту (скопіюйте його з клітинки F2), а в клітинку Н17 — формулу **=DMIN(A2:G18;F2;H14:H15)**. Результат обчислення цієї формули буде умовою для наступного запиту.

	Н	І	J
14	Рік видання		
15	2006		
16	Ціна 1 прим.		
17	62,00 грн.		

Рис. 5.21. Результат дії функції **DMIN**

- в) У клітинку I18 уведіть формулу для визначення авторів найдешевшої книжки 2006 року, у якій використайте функцію DGET. Критерій вибору об'єктів міститься в діапазоні H16:H17.
- г) У клітинку I19 самостійно уведіть формулу для визначення назви найдешевшої книжки 2006 року (рис. 5.22).

	H	I	J
14	Рік видання		
15	2006		
16	Ціна 1 прим.		
17	62,00 грн.		
18	Найдешевша книжка 2006 року:	Пасічник В.В., Резніченко В.А.	
19		Організація баз даних і знань	

Рис. 5.22. Визначення авторів та назви найдешевшої книги 2006 року

6. У клітинках H21:I22 створіть критерій відбору для визначення видання 2009 року, співавтором якого є Стеценко І.В. Оскільки критерій складається з двох частин, з'єднаних сполучником «і», його умови слід записати в одному рядку (рис. 5.23). Функцію для визначення назви цього видання введіть у клітинку I24 самостійно.

	H	I
21	Автори	Рік видання
22	*Стеценко І. В.*	2009

Рис. 5.23. Критерій для визначення видання 2009 року, співавтором якого є Стеценко І.В.

7. Для визначення вартості повного комплексу посібників для школи застосуйте функцію DSUM (рис. 5.24). Її аргументи введіть самостійно.

	H	I
33	Тип видання	
34	Посібник для школи	
35	Ціна одного комплексу посібників для школи	204,00 грн.

Рис. 5.24. Результат застосування функції DSUM

8* Визначте за допомогою функцій для роботи з базою даних середню вартість видань, співавторами яких є Пасічник В.В., Петренко А.І. або Ковалюк Т.В.

Самостійна робота

1. За таблицею з інформацією про працівників підприємства, яка наведена на рис. 5.3, а також у файлі Таблиця_5_3.xls, визначте кількість працівників, які мають оклад понад 4000 грн або для яких виконуються такі дві умови: дата народження після 1 січня 1982 року і оклад понад 3000 грн.
2. З'ясуйте призначення функції HLOOKUP (рос. ГПР) та створіть таблицю, за допомогою якої можна продемонструвати механізм використання цієї функції.
- 3* Які значення потрібно ввести у порожні клітинки, обведені межею, щоб функції у клітинках A4 та A7 не видавали помилок (рис. 5.25)?

	A	B
1		
2		
3		
4	=VLOOKUP(A5,A1:B2;2,FALSE)	
5		
6		
7	=DGET(A1:B2,A1,A4:A5)	

Рис. 5.25. Використання функцій DGET і VLOOKUP

- 4* Припустимо, що в електронній книзі відомості про кожного працівника зберігаються на окремому аркуші, який названо його прізвищем. У клітинці A2 будь-якого з цих аркушів міститься дата народження працівника. Є, крім того, аркуш Працівники. Запишіть формулу, яка дозволить отримати у клітинці A2 цього аркуша дату народження працівника, прізвище якого введено у клітинку A1 (рис. 5.26). У формулі використовуйте функцію INDIRECT (рос. ДВССЫЛ), яка належить до категорії Посилання й масиви. Довідайтесь самостійно про її призначення і спосіб використання.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Блохін						
2	09.09.1990						
3							

Працівники / Жуків / Мотиль / Кузнецов / Блохін / Пялецкий

Рис. 5.26. Визначення дати народження працівника

Розділ 6

Обчислення підсумкових показників

У цьому розділі буде розглянуто:

- ◆ впорядкування даних;
- ◆ використання простих та розширених фільтрів;
- ◆ операцію консолідації даних;
- ◆ створення та редагування зведених таблиць.

Впорядкування даних у таблицях

Із попереднього розділу ви вже знаєте, що рядки таблиці найчастіше містять відомості про однотипні об'єкти, наприклад про учнів, книжки або автобусні маршрути. У кожному стовпці записують значення якогось параметра однотипних об'єктів, наприклад імена учнів чи назви книжок. *Впорядкуванням*, або *сортуванням*, рядків таблиці називають процес їх розташування в такому порядку, що значення певного параметра (тобто значення в якомусь стовпці) лише зростатимуть або лише спадатимуть. Впорядковують рядки, як правило, у таких випадках:

- ◆ необхідно дізнатися, які об'єкти мають малі, великі, найменші або найбільші значення тих чи інших параметрів;
- ◆ потрібно згрупувати об'єкти за певним параметром, тобто розташувати поряд об'єкти з однаковими чи близькими його значеннями.

Сортування можна здійснювати двома способами: за зростанням та за спаданням. У першому випадку на початку таблиці розміщуються найменші значення, у другому випадку — найбільші.

Отже, щоб дізнатися, які об'єкти мають малі значення певного параметра, таблицю необхідно відсортувати за цим параметром у порядку зростання і переглянути кілька перших рядків. Щоб знайти об'єкти з великими значеннями параметра, таблицю сортують у порядку спадання. І в цьому разі відомості про такі об'єкти розташовуються в перших рядках таблиці.

Взагалі ж сортування таблиці в Microsoft Excel потребує виконання двох кроків.

1. Спочатку потрібно виділити таблицю.
2. Далі необхідно виконати команду Дані ▶ Сортування, у діалоговому вікні Сортування діапазону (рис. 6.1) вказати, за яким параметром та в якому порядку мають впорядковуватися рядки таблиці, і клацнути кнопку ОК.

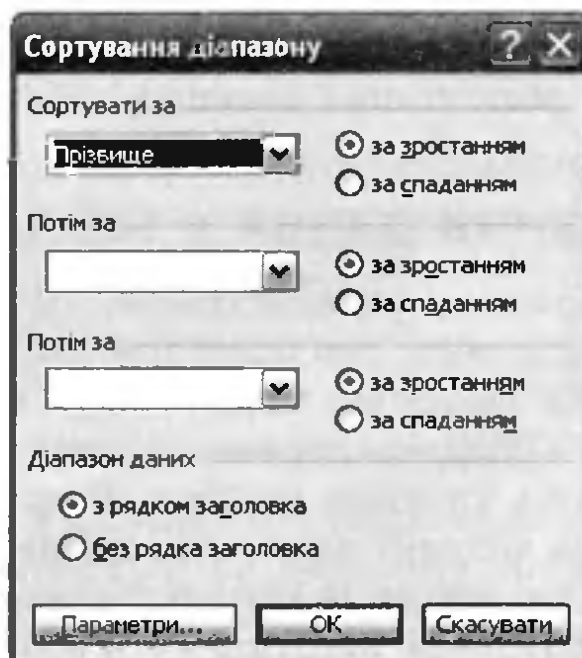


Рис. 6.1. Вікно Сортування діапазону

Розглянемо приклад. На рис. 6.2, а зображено вихідну таблицю з відомостями про працівників, а на рис. 6.2, б — результат її сортування за спаданням значень дати народження: дані про наймолодшого працівника розміщено в таблиці першими. Якщо параметр сортування має текстовий тип, то його значення розташовуються в алфавітному або оберненому алфавітному порядку. Так, на рис. 6.2, в та сама таблиця відсортована за зростанням значень прізвищ (тобто прізвища розміщено в алфавітному порядку).

	А	В	С	Д
1	Прізвище	Посада	Дата народження	Оклад
2	Жуков	директор	15.01.1970	7 000 грн.
3	Мотиль	менеджер	14.06.1982	5 500 грн.
4	Кузнецов	бухгалтер	26.06.1974	6 200 грн.
5	Блохін	продавець	09.09.1990	3 300 грн.
6	Лялецький	продавець	29.05.1974	3 500 грн.

а

	А	В	С	Д
1	Прізвище	Посада	Дата народження	Оклад
2	Блохін	продавець	09.09.1990	3 300 грн.
3	Мотиль	менеджер	14.06.1982	5 500 грн.
4	Кузнецов	бухгалтер	26.06.1974	6 200 грн.
5	Лялецький	продавець	29.05.1974	3 500 грн.
6	Жуков	директор	15.01.1970	7 000 грн.

б

	А	В	С	Д
1	Прізвище	Посада	Дата народження	Оклад
2	Блохін	продавець	09.09.1990	3 300 грн.
3	Жуков	директор	15.01.1970	7 000 грн.
4	Кузнецов	бухгалтер	26.06.1974	6 200 грн.
5	Лялецький	продавець	29.05.1974	3 500 грн.
6	Мотиль	менеджер	14.06.1982	5 500 грн.

в

Рис. 6.2. Сортування таблиці з відомостями про працівників:
 а — вихідна таблиця; б — відсортована за спаданням значень дати народження; в — відсортована за зростанням значень прізвища

Сортування можна здійснювати за двома чи трьома параметрами, виконавши відповідні настройки у вікні Сортування діапазону (див. рис. 6.1). Спочатку таблицю буде відсортовано за стовпцем, вибраним у списку Сортувати за. Потім кожну групу рядків, де значення першого параметра сортування повторюються, буде відсортовано за значеннями параметра, вибраного у верхньому списку Потім за, і нарешті — за значеннями параметра, вибраного в нижньому списку Потім за. Так, таблицю, яка подана на рис. 6.3, відсортовано за спаданням спочатку значень параметра Посада, а потім — параметра Оклад. Як бачите, у групі з двох працівників, що обіймають посаду продавця, зверху розташовано прізвище працівника з більшим окладом. Для впорядкування місяців і днів тижня згідно з їх логічним, а не алфавітним порядком необхідно у вікні Сортування діапазону клацнути кнопку Параметри та вибрати список для сортування (рис. 6.4).

	А	В	С	Д
1	П Ізвище	Посада	Дата на одження	Оклад
2	Лялецький	продавець	29.05.1974	3 500 грн.
3	Блохін	продавець	09.09.1990	3 300 грн.
4	Мотиль	менеджер	14.06.1982	5 500 грн.
5	Жуков	директор	15.01.1970	7 000 грн.
6	Кузнецов	бухгалтер	26.06.1974	6 200 грн.
7				

Рис. 6.3. Сортування таблиці за двома параметрами

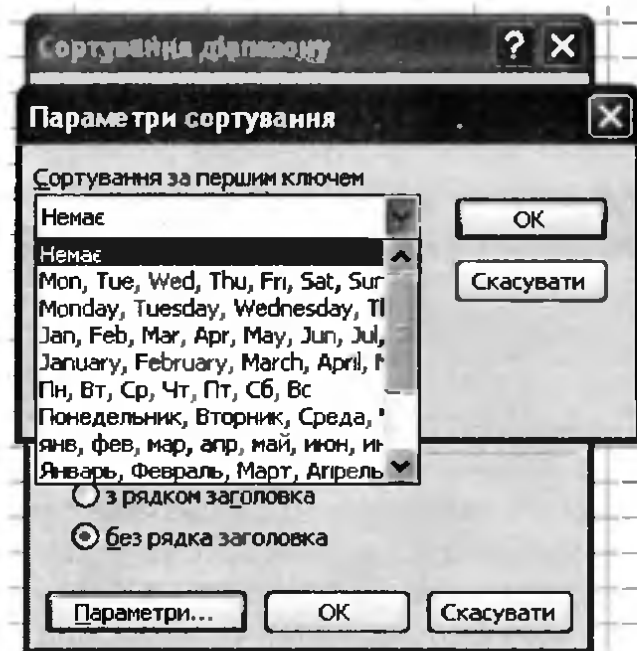
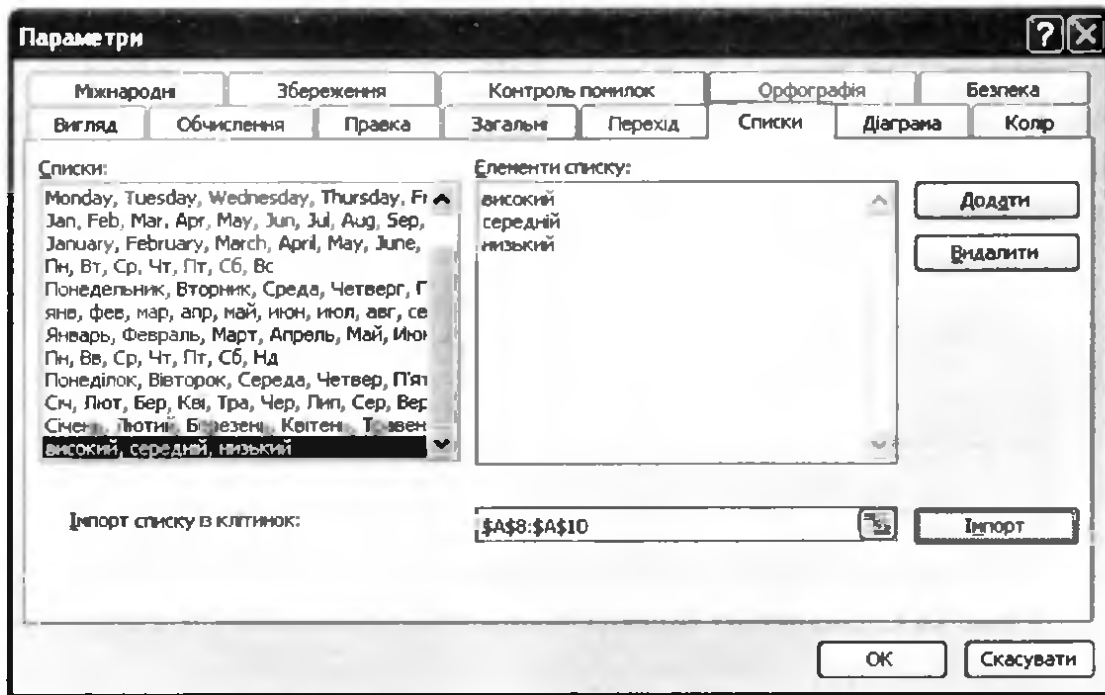


Рис. 6.4. Вікно Параметри сортування

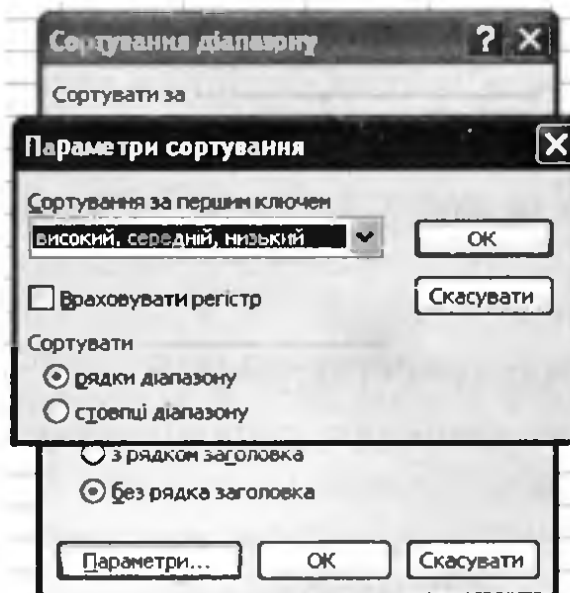
Для визначення порядку сортування можна використовувати і власний набір даних. Наприклад, якщо в одному зі стовпців списку містяться значення низький, середній і високий, то можна створити такий порядок сортування, за яким рядки, що містять значення високий, будуть йти першими, середній — наступними, а низький — останніми. Для цього спочатку потрібно ввести слова «високий», «середній» та «низький» у послідовні клітинки стовпця таблиці (рис. 6.5). Потім слід виділити цей діапазон, виконати команду Сервіс ▶ Параметри, перейти у вікні, що відкриється, на вкладку Списки, клацнути кнопку Імпорт, а потім ОК, і користувацький список для сортування буде готовий (рис. 6.6, а). Залишиться тільки у вікні Сортування діапазону клацнути кнопку Параметри та вибрати щойно створений список для сортування (рис. 6.6, б).

	A	B	C
3		високий	
4		середній	
5		низький	
6			

Рис. 6.5. Список даних, за якими потрібно виконати сортування



a



б

Рис. 6.6. Сортування за власним списком значень:
a — створення власного списку для сортування;
б — вибір параметрів сортування

Обчислення проміжних підсумків

Отже, у результаті впорядкування таблиці за певним стовпцем рядки з однаковими значеннями в цьому стовпці розміщуються поряд. Інакше кажучи, об'єкти, представлені рядками, *групуються*: ті із них, які мають однакове значення параметра сортування, складають одну групу. Так, на рис. 6.7 таблицю відсортовано за значеннями параметра Посада, а отже, три перших рядки таблиці, що стосуються бухгалтерів, утворюють одну групу, два наступних, із відомостями про продавців, — другу, а два останніх, де міститься інформація про менеджерів, — третю групу.

	А	В	С	Д	Е
1	Прізвище	Відділ	Посада	Дата народження	Оклад
2	Сливчук	торгівлі	бухгалтер	15.12.1992	3 500,00 грн
3	Вишенський	фінансів	бухгалтер	30.07.1987	4 200,00 грн
4	Абрикосов	фінансів	бухгалтер	21.11.1970	4 000,00 грн
5	Яблочков	торгівлі	продавець	12.02.1984	3 000,00 грн
6	Померанець	торгівлі	продавець	08.03.1986	2 800,00 грн
7	Грушко	торгівлі	менеджер	14.05.1975	5 000,00 грн
8	Семенюк	маркетингу	менеджер	09.08.1979	5 400,00 грн

Рис. 6.7. Таблицю відсортовано за стовпцем **Посада**

Часто виникає потреба обчислити підсумкові характеристики для груп об'єктів. Наприклад, для кожної посади може знадобитися визначити кількість працівників, що її обіймають, або їхній середній оклад. Для розв'язання подібних задач у Microsoft Excel призначено спеціальний засіб — Проміжні підсумки.

Перелічимо дії, що їх необхідно виконати для обчислення проміжних підсумків.

1. Відсортувати таблицю.
2. Виконати команду Дані ▶ Підсумки.
3. Задати необхідні значення у діалоговому вікні Проміжні підсумки (рис. 6.8, а).
 - а) Зі списку При кожній зміні в вибрати параметр, за яким здійснювалося сортування.
 - б) Зі списку Використовувати функцію вибрати узагальнюючу операцію, яка виконуватиметься для кожної групи об'єктів (обчислення кількості, суми, середнього арифметичного тощо).

в) Зі списку Додати підсумки до вибрати параметр, до значень якого застосовуватиметься узагальнююча операція.

4. Клацнути кнопку ОК. Під кожною групою об'єктів буде відображено узагальнене значення (рис. 6.8, б).

а

	A	B	C	D	E
1	Прізвище	Відділ	Посада	Дата народження	Оклад
2	Сливчук	торгівлі	бухгалтер	15.12.1992	3 500,00 грн.
3	Вишенський	фінансів	бухгалтер	30.07.1987	4 200,00 грн.
4	Абрикосов	фінансів	бухгалтер	21.11.1970	4 000,00 грн.
5			бухгалтер	Середнє	3 900,00 грн.
6	Яблочков	торгівлі	продавець	12.02.1984	3 000,00 грн.
7	Померанець	торгівлі	продавець	08.03.1986	2 800,00 грн.
8			продавець	Середнє	2 900,00 грн.
9	Грушко	торгівлі	менеджер	14.05.1975	5 000,00 грн.
10	Семенюк	маркетингу	менеджер	09.08.1979	5 400,00 грн.
11			менеджер	Середнє	5 200,00 грн.
12			Загальне середнє		3 985,71 грн.

б

Рис. 6.8. Обчислення проміжних підсумків: а — вікно **Проміжні підсумки**; б — підсумкові значення в таблиці

Оскільки на рис. 6.8 підсумкові середні значення обчислено за стовпцем Оклад, то саме в цьому стовпці вони відобразатимуться (праворуч від написів «бухгалтер Середнє», «продавець Середнє» та «менеджер Середнє»). Крім того, внизу буде виведено середнє значення окладу усіх працівників, прізвища яких є в таблиці.

Коли проміжні підсумки буде обчислено, зліва від номерів рядків з'являться *позначки структури* (кнопки з символом «-»). Якщо

клацнути таку кнопку, частину відомостей у таблиці буде приховано, а на кнопці відобразиться символ «+» (рис. 6.9, а). Зверху ви побачите також кнопки рівнів структури з цифрами «1», «2», «3». Якщо клацнути кнопку 2, буде створено *підсумковий звіт*, тобто таблицю, в якій приховано всі рядки даних, а залишено тільки підсумки (рис. 6.9, б). Якщо ж клацнути кнопку 1, то проміжні підсумки також буде приховано, відобразатиметься лише загальний підсумок (рис. 6.9, в).

1	2	3	A	B	C	D	E
	1		Прізвище	Відділ	Посада	Дата народження	Оклад
	+	5			бухгалтер	Середнє	3 900,00 грн.
	-	6	Яблочков	торгівлі	продавець	12.02.1984	3 000,00 грн.
	-	7	Померанець	торгівлі	продавець	08.03.1986	2 800,00 грн.
	-	8			продавець	Середнє	2 900,00 грн.
	-	9	Грушко	торгівлі	менеджер	14.05.1975	5 000,00 грн.
	-	10	Семенюк	маркетингу	менеджер	09.08.1979	5 400,00 грн.
	-	11			менеджер	Середнє	5 200,00 грн.
	-	12			Загальне середнє		3 985,71 грн.

а

1	2	3	A	B	C	D	E
	1		Прізвище	Відділ	Посада	Дата народження	Оклад
	+	5			бухгалтер	Середнє	3 900,00 грн.
	+	8			продавець	Середнє	2 900,00 грн.
	+	11			менеджер	Середнє	5 200,00 грн.
	-	12			Загальне середнє		3 985,71 грн.

б

1	2	3	A	B	C	D	E
	1		Прізвище	Відділ	Посада	Дата народження	Оклад
	+	12			Загальне середнє		3 985,71 грн.

в

Рис. 6.9. Керування структурою підсумків: а — приховування даних про об'єкти певної групи; б — створення підсумкового звіту; в — відображення лише загального підсумкового значення

Щоб видалити з таблиці підсумкову інформацію, слід виділити всю таблицю разом з підсумками, виконати команду Дані ▶ Підсумки й у вікні Проміжні підсумки клацнути кнопку Прибрати все.

Проміжні підсумки можна обчислювати за значеннями кількох параметрів та з використанням різних узагальнюючих операцій. В останньому випадку операцію обчислення підсумків слід повторити кілька разів. Щоб нові підсумки додавалися, не замінюючи вже наявних, у вікні Проміжні підсумки потрібно зняти прапорець Замінити поточні підсумки.

Вправа 6.1. Сортування даних

За таблицею з інформацією про зберігання овочів та фруктів на складах (ви її використовували під час виконання вправи 5.1) потрібно визначити загальну кількість кожного товару.

1. Відкрийте файл Вправа_6_1.xls з архіву заготовок або самостійно створіть таку таблицю, як на рис. 6.10.

	A	B	C	D	E	F
1	Код товару	Номер складу	Назва товару	Кількість, кг	Ціна 1 кг, грн	Вартість, грн
2	2358941	1	ананаси	12	18	216
3	1254789	1	виноград	45	14,5	652,5
4	1256893	1	груші	100	5,1	510
5	1255478	1	капуста	210	2,02	424,2
6	1458723	1	огірки	59	10,3	607,7
7	2569842	1	помідори	58	6	348
8	1245869	1	яблука	120	3,5	420
9	2358941	2	ананаси	33	18	594
10	1254789	2	виноград	66	14,5	957
11	1256893	2	груші	23	5,1	117,3
12	1255478	2	капуста	34	2,02	68,68
13	1458723	2	огірки	12	10,3	123,6
14	2569842	2	помідори	45	6	270
15	1245869	2	яблука	45	3,5	157,5
16	2358941	3	ананаси	99	18	1782
17	1254789	3	виноград	55	14,5	797,5
18	1256893	3	груші	77	5,1	392,7
19	1255478	3	капуста	55	2,02	111,1
20	1458723	3	огірки	44	10,3	453,2
21	2569842	3	помідори	33	6	198
22	1245869	3	яблука	23	3,5	80,5

Рис. 6.10. Таблиця з відомостями про зберігання продуктів на овочевих складах

2. Оскільки загальні кількості обчислюватимуться для кожного товару, то спочатку потрібно відсортувати таблицю за назвою товару (тоді всі рядки, що стосуються одного товару, розмістяться поряд). Виділіть клітинку C1, виконайте команду Дані ▶ Сортування, у вікні, що відкриється, вкажіть поле для сортування — Назва товару (рис. 6.11), клацніть кнопку ОК.

Порядок слідування рядків у таблиці буде змінено. Тепер рядки з відомостями про зберігання того самого товару розмістяться поряд.

3. Обчисліть проміжні підсумки. Для цього виділіть всю таблицю, виконайте команду Дані ▶ Підсумки й у вікні Проміжні підсумки виберіть параметри, зазначені на рис. 6.12.



Рис. 6.11. Визначення параметра сортування таблиці

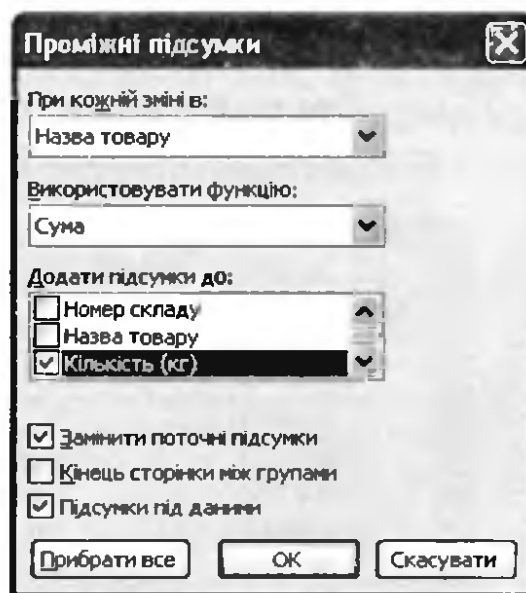


Рис. 6.12. Визначення параметрів проміжних підсумків

У результаті під кожною групою однотипних товарів буде відображено їх сумарну кількість (рис. 6.13), а під всією таблицею — кількість товарів загалом.

	A	B	C	D	E	F
	Код товару	Номер складу	Назва товару	Кількість, кг	Ціна 1 кг, грн	Вартість, грн
1	2358941	1	ананаси	12	18	216
2	2358941	2	ананаси	33	18	594
3	2358941	3	ананаси	99	18	1782
4	ананаси Підсумок			144		
5	1254789	1	виноград	45	14,5	652,5
6	1254789	3	виноград	55	14,5	797,5
7	1254789	2	виноград	66	14,5	957
8	виноград Підсумок			166		

Рис. 6.13. Проміжні підсумки

Фільтрація даних у таблицях

Під час обробки великих таблиць часто виникає потреба віднайти кілька рядків, що задовольняють певній умові. Цю задачу називають

фільтрацією, і для її виконання в Екселі передбачено два засоби: автофільтр та розширений фільтр.

Автофільтр застосовують тоді, коли умова вибору стосується тільки одного стовпця або складається зі з'єднаних сполучником «і» умов щодо значень кількох стовпців. Розширений фільтр дозволяє застосувати складніші умови відбору, його використовують, якщо автофільтр не дає результату. Фільтри обох типів застосовуються до таблиць, в першому рядку яких містяться заголовки стовпців.

Застосування автофільтра

Для того щоб відібрати рядки таблиці за допомогою автофільтра, вам необхідно виконати такі кроки.

1. Виділити таблицю.
2. Виконати команду Дані ▶ Фільтр ▶ Автофільтр. У клітинках першого рядка праворуч буде відображено кнопки з трикутними позначками ▼.
3. Клацнути кнопку в клітинці з назвою того стовпця, на значення якого накладатиметься умова. Зі списку, що відкриється (рис. 6.14), вибрати певну умову фільтрації.

	А	В	С	Д
1	Прізвище ▼	Посада ▼	Дата народжен ▼	Оклад ▼
2	Блс	Сортування за зростанням	09.09.1990	3 300 грн.
3	Жук	Сортування за спаданням	15.01.1970	7 000 грн.
4	Куз	(Уд)	26.06.1974	6 200 грн.
5	Лял	(Перші 10...)	29.05.1974	3 500 грн.
6	Мот	(Умова...)	14.06.1982	5 500 грн.
7		бухгалтер		
8		директор		
9		менеджер		
10		продавець		

Рис. 6.14. Список умов фільтрації

Типи умов фільтрації

Існує кілька типів умов фільтрації, що використовуються в автофільтрах. Розглянемо їх детальніше.

- ◆ Якщо потрібно відобразити об'єкти, певний параметр яких має певне значення, це значення слід вибрати у списку умов

фільтрації. Наприклад, зі списку, зображеного на рис. 6.14, можна вибрати значення директор, менеджер, бухгалтер, продавець.

- ◆ Якщо потрібно відобразити об'єкти, для яких значення певного параметра задовольняє рівнянню або нерівності, виберіть зі списку умов фільтрації значення (Умова...). На екран буде виведено вікно Користувацький автофільтр (рис. 6.15) з чотирма розкритими списками. У лівому верхньому вибирають знак операції порівняння (дорівнює, більше, менше тощо), а у правому верхньому — значення, яке можна розташувати справа від цього знака. Наприклад, два верхніх списки у цьому вікні означають рівність: посада=директор.

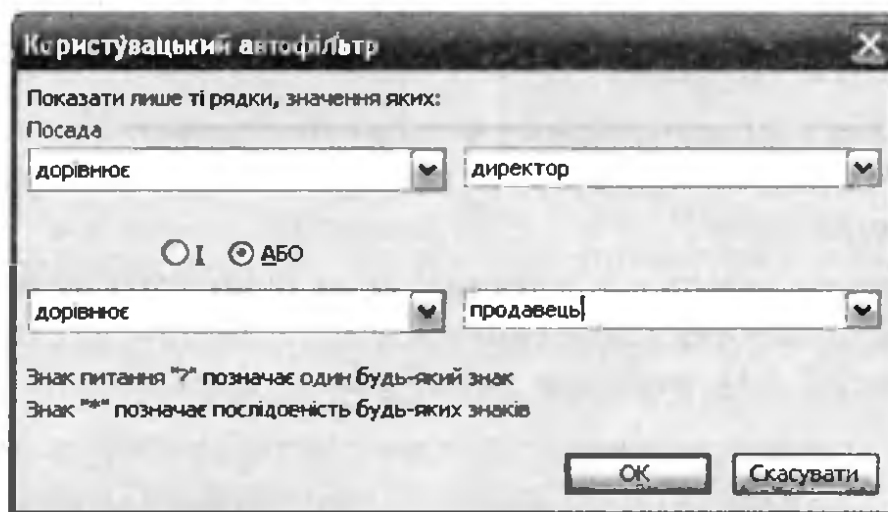


Рис. 6.15. Вікно Користувацький автофільтр

Інколи значення певного параметра мають задовольняти умові, що складається з двох частин, з'єднаних сполучником «і» чи «або». У такому разі у двох верхніх списках вікна Користувацький автофільтр слід сформуванню одну частину умови, у нижніх списках — іншу і вибрати перемикач І чи АБО. Так, на рис. 6.15 показано формування умови «працівники, які обіймають посаду директора або продавця».

- ◆ Якщо ви хочете вибрати об'єкти, які за значенням певного параметра розміщуються серед якоїсь кількості перших або останніх об'єктів, то зі списку умов фільтрації виберіть (Перші 10...). Буде відображено вікно Автофільтр для добору найкращої десятки (рис. 6.16). Розкриті списки в ньому дозволяють вказати, скільки саме об'єктів вибирати, а також за якими значеннями — найбільшими чи найменшими.

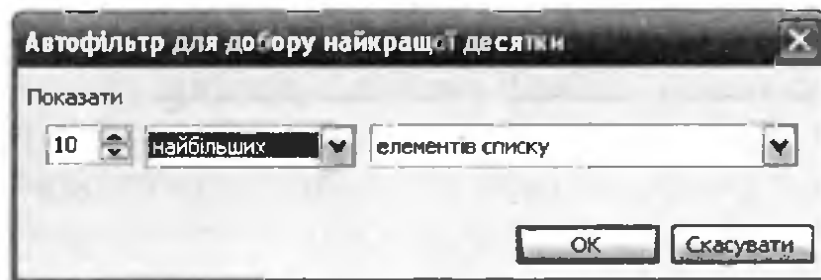


Рис. 6.16. Вибір кількох найбільших чи найменших об'єктів

Після застосування автофільтра відобразатимуться лише ті рядки, що задовольняють умові фільтрації, а решту буде приховано. Номери рядків, які залишаються, відобразатимуться синім кольором, так само, як і кнопка у назві того стовпця, за значеннями якого виконано фільтрацію, — це і є ознакою того, що до таблиці застосовано автофільтр.

Щоб скасувати фільтрацію рядків таблиці за певним параметром, потрібно клацнути синю кнопку ▼ у клітинці з назвою відповідного стовпця та вибрати з розкритого списку пункт Усі.

Автофільтр за кількома параметрами

Відфільтрувавши таблицю за якимось параметром, ви можете накласти додаткову умову на значення іншого параметра. У такий спосіб відбирають рядки за складеними умовами, з'єднаними сполучником «і», наприклад: «знайти прізвища працівників, що є продавцями і народилися після 1 січня 1980 року».

Щоб скасувати фільтрацію таблиці відразу за всіма параметрами, виконайте команду Дані ▶ Фільтр ▶ Відобразити все, а щоб прибрати з назв стовпців кнопки автофільтра — команду Дані ▶ Фільтр ▶ Автофільтр (ту саму, що і для відображення цих кнопок).

Використання розширеного фільтра

Нагадаємо, що автофільтр дозволяє відбирати рядки таблиць далеко не за кожною умовою. А саме, автофільтр не дасть результату, коли умова є складеною і справедливе будь-яке з таких тверджень:

- ◆ частини умови, що стосуються різних параметрів, з'єднані сполучником «або»;
- ◆ значення якогось параметра мають задовольняти умові, що складається більш ніж із двох частин.

У таких випадках застосовують розширений фільтр, який дає змогу записати критерій відбору рядків у вигляді окремої таблиці. Її створюють за тими ж правилами, що і критерій у функціях для роботи з базою даних: умови, з'єднані сполучником «і», записують в одному рядку критерію, а з'єднані сполучником «або» — у різних (див. рис. 5.6).

Загалом алгоритм застосування розширеного фільтра такий.

1. У порожніх клітинках аркуша створити критерій фільтрації.
2. Вибрати команду Дані ▶ Фільтр ▶ Розширений фільтр. Буде відображено вікно Розширений фільтр (рис. 6.17).
3. У полі Вихідний діапазон указати діапазон, де розміщується таблиця, а в полі Діапазон умов — діапазон критерію і після цього клацнути кнопку ОК.

	A	B	C	D	E	F
1	Прізвище	Посада	Дата народження	Оклад		
2	Блохін	продавець	09.09.1990	3 300 грн.		
3	Жуков	директор	15.01.1970	7 000 грн.		
4	Кузнєцов	бухгалтер	26.06.1974	6 200 грн.		
5	Лялецький	продавець	29.05.1974	3 500 грн.		
6	Мотиль	менеджер	14.06.1982	5 500 грн.		
7						
8						
9						
10						
11	Посада	Оклад				
12	продавець					
13		>6000				
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						

Розширений фільтр

Обробка

фільтрувати список на місці

скопіювати результат до іншого розташування

Вихідний діапазон: Аркуш3!\$A\$1:\$D\$6

Діапазон умов: Аркуш3!\$A\$11:\$B\$13

Діапазон для результату:

Лише унікальні записи

ОК Скасувати

Рис. 6.17. Створення розширеного фільтра

Після застосування розширеного фільтра відобразатимуться тільки ті рядки, що відповідають його критерію, а номери цих рядків матимуть синій колір. Так, на рис. 6.18 наведено результат застосування розширеного фільтра, процес створення якого продемонстровано на рис. 6.17: відібрано прізвища працівників, які обіймають посаду продавця (Блохін, Лялецький) або оклад яких перевищує 6000 грн (Жуков, Кузнєцов). Щоб скасувати фільтрування, виконайте команду Дані ▶ Фільтр ▶ Відобразити все.

	А	В	С	Д
1	Прізвище	Посада	Дата народження	Оклад
2	Блохін	продавець	09.09.1990	3 300 грн.
3	Жуков	директор	15.01.1970	7 000 грн.
4	Кузнєцов	бухгалтер	26.06.1974	6 200 грн.
5	Лялецький	продавець	29.05.1974	3 500 грн.

Рис. 6.18. Результат застосування розширеного фільтра

Вправа 6.2. Фільтрація даних

У цій вправі ви навчитеся впорядковувати та відбирати рядки в таблиці з інформацією про зберігання овочів та фруктів на різних складах. А саме, ви маєте відобразити:

- ◆ відомості про товари, яких на складах залишилось найбільше (5 найменувань);
- ◆ відомості про залишок товарів на складі №2, ціна за 1кг яких перевищує 6 грн;
- ◆ відомості про залишок фруктів на складі №1.

1. Відкрийте файл Вправа_6_1.xls та збережіть його під іменем Вправа_6_2.xls.
2. Виділіть клітинку з даними та виконайте команду Дані ► Підсумки. У вікні Проміжні підсумки клацніть кнопку Прибрати все, щоб видалити проміжні підсумки, обчислені у вправі 6.1. Таблиця набуде такого вигляду, як показано на рис. 6.10.
3. Створіть дві копії першого аркуша, перетягуючи його ярлики за натиснутої клавіші Ctrl. Назвіть ці копії Аркуш2 та Аркуш3.
4. Для відображення відомостей про товари, яких на складах залишилось найбільше (5 найменувань з найбільшим залишком), слід застосувати автофільтр.
 - а) Виділіть клітинку з даними на першому аркуші та виконайте команду Дані ► Фільтр ► Автофільтр.
 - б) Клацніть кнопку ▼ в клітинці поля Кількість, кг та виберіть зі списку, що відкриється, умову фільтрації (Перші 10...) (рис. 6.19). У результаті відкриється вже відоме вам вікно Автофільтр для добору найкращої десятки.
 - в) Вкажіть у розкритих списках 5 найбільших елементів списку (рис. 6.20).

г) У результаті аркуш електронної таблиці міститиме відомості про товари п'яти найменувань, яких на складах залишилось найбільше (рис. 6.21).

D1		Кількість, кг		
	A	B	C	D
1	Код товару	Номер складу	Назва товару	Кількість, кг
2	2358941	1	ана	Сортування за спаданням
3	2358941	2	ана	(5)
4	2358941	3	ана	(Перші 10...)
5	1254789	1	вино	(Умова...)

Рис. 6.19. Список умов фільтрації

Автофільтр для добору найкращої десятки

Показати

Рис. 6.20. Критерій для відбору п'яти найбільших елементів

	A	B	C	D	E	F
1	Код товару	Номер складу	Назва товару	Кількість, кг	Ціна 1 кг, грн	Вартість, грн
4	2358941	3	ананаси	99	18	1782
8	1256893	1	груші	100	5,1	510
10	1256893	3	груші	77	5,1	392,7
11	1255478	1	капуста	210	2,02	424,2
20	1245869	1	яблука	120	3,5	420

Рис. 6.21. Таблиця, що містить відомості про товари, яких на складах залишилось найбільше

5. Для отримання відомостей про залишок товарів на складі 2, ціна за 1кг яких перевищує 6 грн, також можна застосувати автофільтр, оскільки тут умова фільтрації складається з двох частин, з'єднаних сполучником «і»: «склад має номер 2 і ціна перевищує 6 грн».

а) Перейдіть на Аркуш2, виділіть клітинку з даними та виконайте команду Дані ▶ Фільтр ▶ Автофільтр.

- б) Клацніть кнопку ∇ у клітинці поля Номер складу і виберіть зі списку умов фільтрації значення 2.
- в) Зі списку умов фільтрації поля Ціна 1 кг, грн виберіть пункт (Умова), вкажіть у списках вікна, що відкриється, умову відбору — більше 6 та клацніть кнопку ОК (рис. 6.22).

а

	A	B	C	D	E	F
1	Код товару ∇	Номер складу ∇	Назва товару ∇	Кількість, кг ∇	Ціна 1 кг, грн ∇	Вартість, грн ∇
3	2358941	2	ананаси	33	18	594
6	1254789	2	виноград	66	14,5	957
15	1458723	2	огірки	12	10,3	123,6

б

Рис. 6.22. Отримання відомостей про залишок товарів на складі 2, ціна за 1кг яких перевищує 6 грн: а — вікно **Користувацький автофільтр**; б — знайдені відомості

- б. Серед наявних у таблиці товарів фрукти — це ананаси, виноград, груші та яблука. Тому умову «фрукти на складі 1» можна формалізувати так: «номер складу дорівнює 1 і назва товару — це ананаси, або виноград, або груші, або яблука». Отже, на значення параметра «назва товару» накладено умову, що складається більше ніж із двох частин, і тому потрібно застосувати розширений фільтр.
- а) Перейдіть на Аркуш2, виділіть клітинку з даними та виконайте команду Дані \triangleright Фільтр \triangleright Автофільтр.
- б) Додайте п'ять рядків над першим рядком таблиці, створіть у порожніх клітинках (B1:C5) критерій відбору для розширеного фільтра (рис. 6.23).

	A	B	C
1		Номер складу	Назва товару
2		1	ананаси
3		1	виноград
4		1	груші
5		1	яблука

Рис. 6.23. Критерій відбору відомостей про фрукти на складі 1

- в) Виконайте команду Дані ► Фільтр ► Розширений фільтр, заповніть поля вікна Розширений фільтр (рис. 6.24), кладніть кнопку ОК, і ви отримаєте потрібні відомості (рис. 6.25). Збережіть електронну книгу.

Рис. 6.24. Створення розширеного фільтра

	A	B	C	D	E	F
1		Номер складу	Назва товару			
2		1	ананаси			
3		1	виноград			
4		1	груші			
5		1	яблука			
6	Код товару	Номер складу	Назва товару	Кількість, кг	Ціна 1 кг, грн	Вартість, грн
7	2358941	1	ананаси	12	18	216
10	1254789	1	виноград	45	14,5	652,5
13	1256893	1	груші	100	5,1	510
25	1245869	1	яблука	120	3,5	420
28						

Рис. 6.25. Таблиця, що містить інформацію про фрукти, наявні на складі 1

Консолідація даних

Консолідація (узагальнення) даних виконується в тому випадку, якщо необхідно підсумувати дані з кількох таблиць однакової структури, що зберігаються в несуміжних діапазонах, на різних аркушах або в різних книгах. Під час консолідації виконуються ті самі операції, що і в разі обчислення проміжних підсумків, а саме: визначення суми, мінімального, максимального або середнього значення тощо. Для виконання консолідації слід виділити діапазон, де міститимуться підсумовані дані, виконати команду Дані ▸ Консолідація й увести в діалоговому вікні Консолідація необхідні параметри. Типовий приклад таблиць, за якими зручно виконувати консолідацію, а також сам процес консолідації розглянемо у вправі 6.3.

Вправа 6.3. Консолідація даних електронної книги

Припустимо, що дані стосовно голосування на виборах Президента країни у трьох районах міста розташовані на трьох різних аркушах електронної книги. На четвертому аркуші потрібно обчислити загальну кількість голосів по місту, яку набрали кандидати у Президенти (рис. 6.26).

	А	В
1		Вибори Президента країни
2	Прізвище кандидата	Соснівський район
3	Кандидат 1	145
4	Кандидат 2	782
5	Кандидат 3	485
6	Кандидат 4	695
7	Кандидат 5	585
8		


Рис. 6.26. Робоча книга, що містить дані про голосування за районами міста

1. Відкрийте книгу Вправа_6_3.xls з архіву заготовок або самостійно створіть таку таблицю, як на рис. 6.26, скопіюйте її на аркуші районів та змініть у копіях таблиць дані.

2. Перейдіть на аркуш Результ_виб і виконайте консолідацію даних.
- а) Створіть таблицю, зображену на рис. 6.27.

	А	В
1		Вибори Президента країни
2	Прізвище кандидата	Результати виборів по місту
3		
4		

Рис. 6.27. Таблиця для відображення консолідованих даних

- б) Виділіть клітинку А3 та виконайте команду Дані ▶ Консолідація.
- в) У вікні Консолідація зі списку Функція виберіть функцію, за допомогою якої виконуватиметься консолідація: Сума.
- г) В області Використовувати як імена встановіть прапорець значення лівого стовпця (рис. 6.28).
- д) Сформууйте список діапазонів, виконавши такі дії:
- ◆ клацніть кнопку  справа від поля Посилання, перейдіть до аркуша Сосн_район, виділіть діапазон А3:В7 та у вікні Консолідація клацніть кнопку Додати;
 - ◆ так само додайте діапазони даних, що консолідуватимуться, з аркушів Придніпр_район та Першотрав_район (ці діапазони буде виділено автоматично).

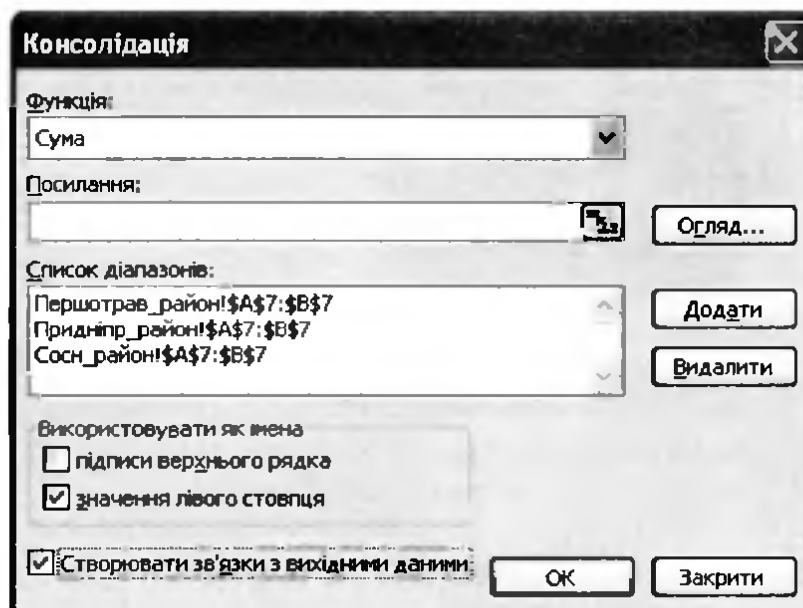


Рис. 6.28. Вікно Консолідація із заповненим списком діапазонів

- е) Клацніть кнопку ОК, і підсумкова таблиця виборів набуде такого вигляду, як на рис. 6.29. Подані у ній значення — це суми даних з трьох аркушів. Збережіть електронну книгу.

	А	В
1		Вибори Президента країни
2	Прізвище кандидата	Результати виборів по місту
3	Кандидат 1	527
4	Кандидат 2	1508
5	Кандидат 3	1544
6	Кандидат 4	1278
7	Кандидат 5	1369

Рис. 6.29. Таблиця з результатами голосування по місту

Зведені таблиці

Зведені таблиці дають змогу поєднати такі операції, як фільтрування та знаходження проміжних підсумків. Такі таблиці є найбільш універсальним засобом вибирання та підсумовування даних. Автофільтри, проміжні підсумки та консолідацію даних можна розглядати як спрощений варіант зведених таблиць.

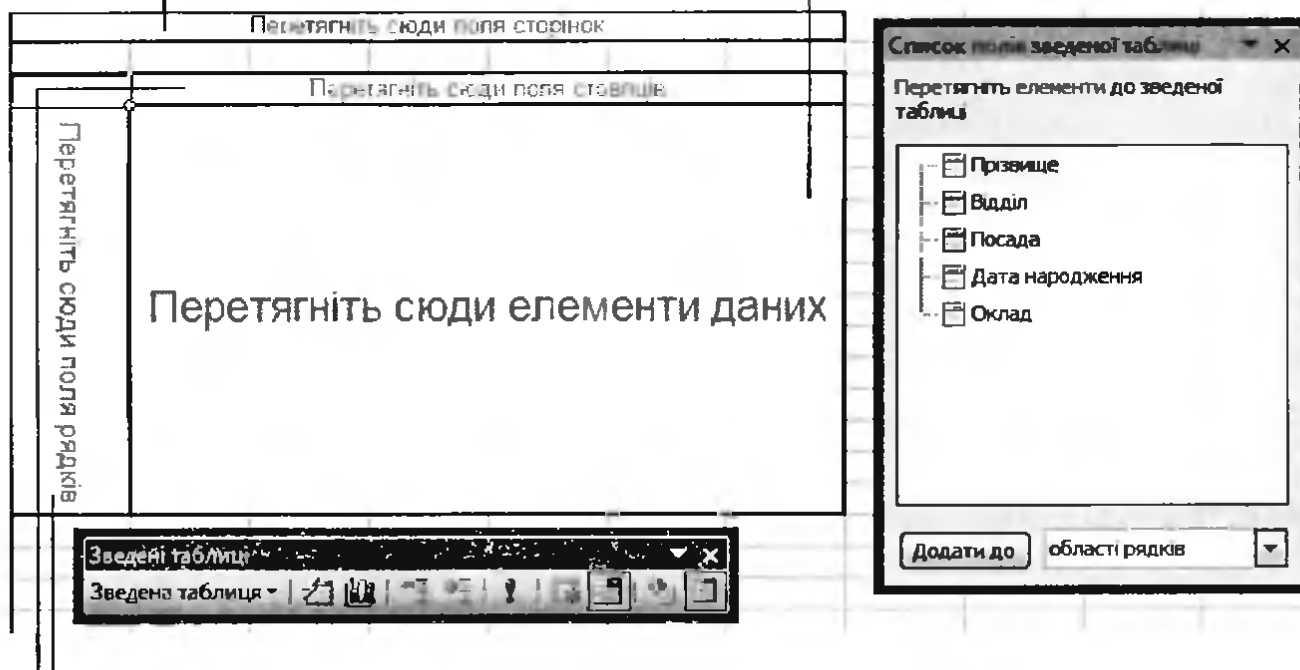
Створюються такі таблиці за допомогою майстра зведених таблиць, який дає змогу вказати діапазон вихідних даних, визначити операції, які над ними виконуватимуться, настроїти параметри зведеної таблиці тощо. Проте в найпростішому випадку достатньо виділити вхідний діапазон, виконати команду Дані ► Зведена таблиця й у першому ж вікні майстра зведених таблиць клацнути кнопку Готово. До книги буде додано новий аркуш, на якому розміщуватиметься макет зведеної таблиці та відображатимуться список *полів* (тобто назв стовпців вихідного діапазону) та панель інструментів Зведені таблиці (рис. 6.30).

Перетягуючи поля до тих чи інших областей макета зведеної таблиці, ви визначаєте, які саме операції над якими даними виконуватимуться. Усього таких областей чотири.

- ◆ В область сторінок перетягують поля, за якими відбудеться лише фільтрація.
- ◆ В область рядків та стовпців перетягують поля, за значеннями яких здійснюватимуться групування та фільтрація.
- ◆ В область даних перетягують назви тих стовпців, над даними яких виконуватимуться обчислення.

Область сторінок (поля, за якими здійснюватиметься фільтрація)

Область даних (поля, над якими проводимуться обчислення)




Області рядків і стовпців (поля, дані в яких групуватимуться та фільтруватимуться)

Рис. 6.30. Створення зведеної таблиці

Наприклад, якщо в зображеному на рис. 6.30 макеті перетягнути поле **Відділ** в область сторінок, поле **Посада** — в область рядків, а поле **Оклад** — в область даних, отримаємо таку зведену таблицю, як показано на рис. 6.31, *а*. У ній обчислюється сумарний оклад для кожної посади і при цьому можна обмежувати набір працівників певним відділом.

У зведеній таблиці сірі кнопки — це поля даних. Якщо справа від поля даних розміщено кнопку ▼, за цим полем можна здійснювати фільтрацію. Наприклад, щоб обчислювати підсумки лише для працівників відділу торгівлі, слід вибрати значення торгівлі зі списку, що відкривається кнопкою ▼ справа від поля **Відділ** (рис. 6.31, *б*). Можна також обмежити набір посад, скориставшись кнопкою ▼, розташованою праворуч від поля **Посада** (рис. 6.31, *в*).

За умовчанням у стовпцях, що містяться в області **Дані**, обчислюється сума значень. Проте можна виконати і будь-яку іншу операцію, двічі клацнувши кнопку поля та вибравши операцію з відповідного списку у вікні **Поле зведеної таблиці** (рис. 6.32). Якщо кнопки поля не видно, можна виділити будь-які дані цього поля і клацнути кнопку  (**Параметри поля**) на панелі інструментів **Зведені таблиці**.

Відділ	(Усі)
Сума за полем Оклад	
Посада	Підсумок
бухгалтер	11700
менеджер	10400
продавець	5800
Загальний підсумок	27900

a

Відділ	торгівлі
Сума за полем Оклад	
Посада	Підсумок
бухгалтер	3500
менеджер	5000
продавець	5800
Загальний підсумок	14300

б

Відділ	(Усі)
Сума за полем Оклад	
Посада	Підсумок
бухгалтер	11700
менеджер	10400
Загальний підсумок	22100

в

Рис. 6.31. Зведена таблиця: *a* — повна; *б* — після застосування фільтрації; *в* — після обмеження набору груп об'єктів

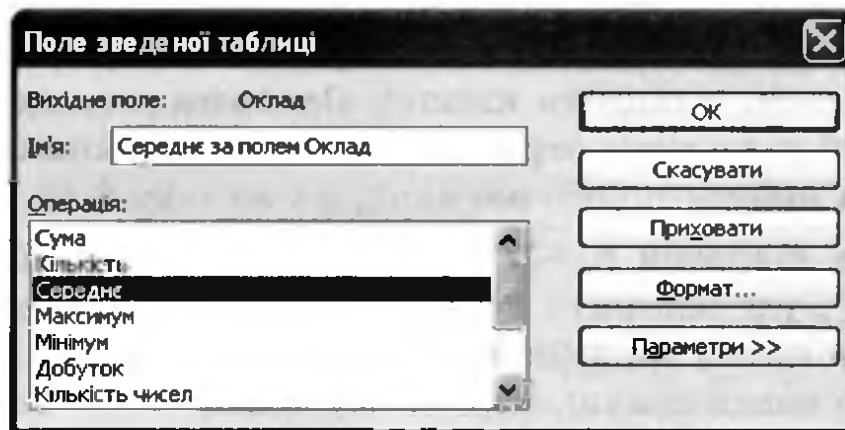


Рис. 6.32. Вікно Поле зведеної таблиці

Часто зведену таблицю застосовують для подання даних у двовимірному вигляді. Тоді одне з полів перетягують в область рядків макета, інше — в область стовпців. Наприклад, якщо ми хочемо дізнатися, яким є середній оклад працівників кожної посади у кожному з відділів, поле Посада слід перетягнути в область рядків, а поле Відділ — в область стовпців, і зведена таблиця набуде такого вигляду, як на рис. 6.33.

Середнє за полем Оклад	Відділ			
Посада	маркетингу	торгівлі	фінансів	Загальний підсумок
бухгалтер		3500	4100	3900
менеджер	5400	5000		5200
продавець		2900		2900
Загальний підсумок	5400	3575	4100	3985,714286

Рис. 6.33. Двовимірна зведена таблиця

Готову зведену таблицю можна редагувати, перетягуючи кнопки полів даних з одних її областей в інші. Такі кнопки можна також видаляти, перетягуючи їх із таблиці у вільні ділянки аркуша.

Щоб додати до зведеної таблиці поля, їх слід перетягнути з області завдань Список полів зведеної таблиці (див. рис. 6.30) у відповідні області таблиці.

Вправа 6.4. Створення зведеної таблиці

У цій вправі ви створите зведену таблицю, що відображатиме сумарні кількості овочів кожного типу на кожному з трьох складів, а також середню кількість овочів одного типу на кожному зі складів.

1. Відкрийте файл **Вправа_6_1.xls** та збережіть його під іменем **Вправа_6_4.xls**. Виконайте команду **Дані** ▶ **Підсумки**. У вікні, що відкриється, клацніть кнопку **Прибрати все**, щоб видалити проміжні підсумки, отримані під час виконання вправи 6.1. Таблиця набуде такого вигляду, як на рис. 6.10.
2. Виділіть діапазон **A1:F22** і виконайте команду **Дані** ▶ **Зведена таблиця**. Буде відкрито перше вікно **Майстра зведених таблиць**. Нічого в ньому не змінюючи, клацніть кнопку **Готово**. Буде створено новий аркуш, а на ньому відображено макет зведеної таблиці, область завдань **Список полів зведеної таблиці** та панель інструментів **Зведені таблиці**.
3. Дані щодо кількості овочів потрібно відображати як для кожного складу, так і для кожного товару. Тому поле **Назва товару** перетягніть в область рядків, а поле **Номер складу** — в область стовпців (рис. 6.34).

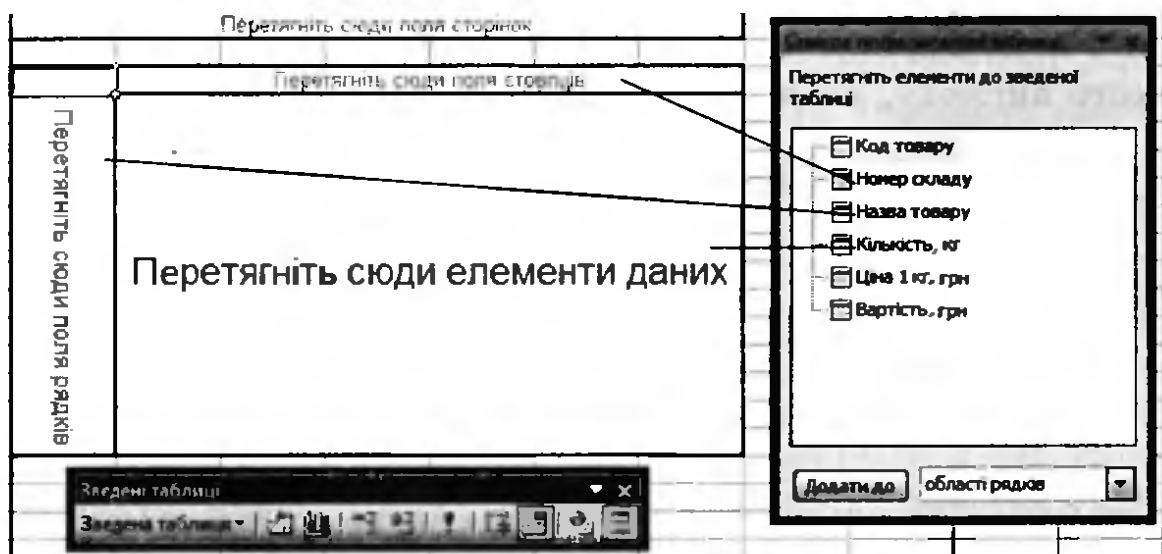


Рис. 6.34. Створення макета зведеної таблиці

4. Оскільки потрібно, щоб відображалися відомості про кількість овочів, перетягніть поле **Кількість, кг** в область даних.
5. Також потрібно обчислити середню кількість овочів на кожному складі. Для цього клацніть двічі кнопку **Сума** за полем **Кількість, кг** і зі списку **Операція** вікна **Поле зведеної таблиці** виберіть значення **Середнє**.
6. У таблиці відображаються дані як про овочі, так і про фрукти, а нас цікавлять тільки овочі. Тому потрібно здійснити фільтрацію за полем **Назва товару**. Клацніть кнопку **▼** справа від цього поля і залиште прапорці тільки біля назв овочів. Зведена таблиця набуде такого вигляду, як на рис. 6.35. Збережіть електронну книгу.

	A	B	C	D	E
3	Середнє за полем Кількість, кг	Номер складу ▼			
4	Назва товару ▼	1	2	3	Загальний підсумок
5	капуста	210	34	55	99,66666667
6	огірки	59	12	44	38,33333333
7	помідори	58	45	33	45,33333333
8	Загальний підсумок	109	30,33333333	44	61,11111111
9					

Рис. 6.35. Зведена таблиця

Практичні роботи профільного спрямування

Мета практичних робіт: закріпити навички з фільтрації таблиць та обчислення підсумкових показників.

Практична робота 6 для групи профілів Б

Використовуючи таблицю спостережень за погодою протягом місяця (ви її опрацьовували на попередній практичній), потрібно:

- ◆ визначити середню вологість і максимальну температуру в ясні, хмарні та дощові дні;
- ◆ відобразити інформацію про п'ять днів з найвищою температурою;
- ◆ відобразити інформацію лише про ті дні, коли вітер був помірним, а тиск перебував у межах від 740 до 760 мм. рт. ст.;
- ◆ вивести дані про дні, коли були опади або сильний вітер;

- ◆ вивести інформацію про дні, в які температура була нижчою за середньомісячне значення;
- ◆ визначити середню величину атмосферного тиску для всіх комбінацій «хмарність–сила вітру» з можливістю фільтрації даних за температурою.

Хід виконання

1. Відкрийте файл **Практ_Б_5.xls** або самостійно створіть таку таблицю, як на рис. 5.12. Кожне завдання практичної роботи ви виконуватимете на окремому аркуші, тому створіть п'ять копій аркушу **Аркуш1** і назвіть їх **Аркуш2**, **Аркуш3**, ..., **Аркуш6**. Збережіть файл під іменем **Практ_Б_6.xls**.
2. На аркуші 1 за допомогою проміжних підсумків визначте середню вологість і максимальну температуру в ясні, хмарні й дощові дні.
 - а) Щоб записи про дні з однаковою хмарністю розміщувалися поряд, таблицю потрібно відсортувати за хмарністю. Для цього виділіть всю таблицю, виконайте команду **Дані ▶ Сортування**, у вікні **Сортування діапазону** встановіть перемикач **Діапазон даних** у положення з рядком заголовка та виберіть зі списку **Сортувати за значення Хмарність**. Коли ви клацнете кнопку **ОК**, порядок рядків у таблиці буде змінено: зверху розміщуватимуться рядки днів з опадами, потім хмарних днів, а потім — ясних.
 - б) Виконайте команду **Дані ▶ Підсумки й** у вікні **Проміжні підсумки** задайте параметри, вказані на рис. 6.36 (після кожної зміни значень у стовпці **Хмарність** має обчислюватися середня вологість).
Коли ви клацнете кнопку **ОК**, буде обчислено три середніх значення вологості повітря (у рядках опади **Середнє**, хмарно **Середнє** та ясно **Середнє**).
 - в) Для обчислення максимальної температури в ясні, хмарні та дощові дні ще раз виконайте команду **Дані ▶ Підсумки** і самостійно задайте необхідні параметри у вікні **Проміжні підсумки**. Щоб значення максимальної температури не «затирали» значення середньої вологості, не забудьте зняти прапорець **Замінити поточні підсумки**. Які результати ви маєте отримати, показано на рис. 6.37.

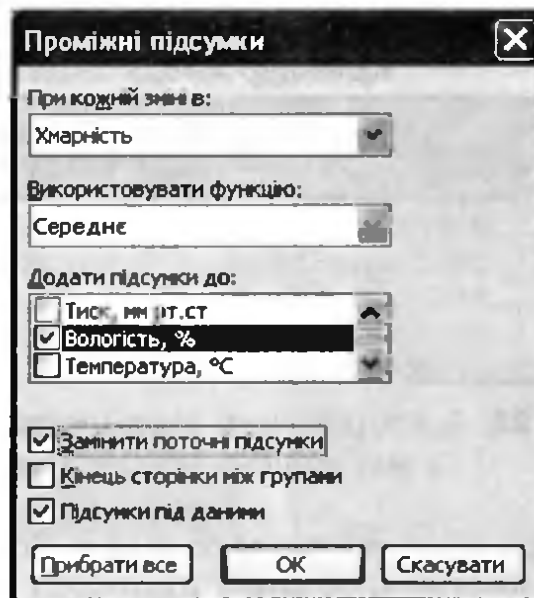


Рис. 6.36. Визначення параметрів проміжних підсумків

9	22.02.10	опади	742	80	-2	45	сильний
10	23.02.10	опади	750	81	-1	12	помірний
11	28.02.10	опади	750	70	2	12	помірний
12	опади Максимум				2		
13	опади Середнє			81,667			
14	03.02.10	хмарно	755	80	-11		-

Рис. 6.37. Проміжні підсумки

3. Щоб відобразити дані про п'ять днів з найвищою температурою, використайте автофільтр.
 - а) Перейдіть на Аркуш2, виділіть всю таблицю та виконайте команду Дані ► Фільтр ► Автофільтр. На заголовках стовпців таблиці (клітинки A2:G2) відобразяться кнопки ▼.
 - б) Клацніть кнопку ▼ в полі Температура та виберіть зі списку значення (Перші 10...).
 - в) У вікні Автофільтр для добору найкращої десятки задайте відображення п'яти найбільших елементів списку та клацніть кнопку ОК. У результаті таблиця набуде такого вигляду, як на рис. 6.38.
4. Для виведення даних про дні з помірним вітром і тиском у межах від 740 до 760 мм рт. ст. можна застосувати автофільтр, оскільки умови, що накладаються на різні стовпці, з'єднані сполучником «і».
 - а) Перейдіть на Аркуш3, виділіть всю таблицю та виконайте команду Дані ► Фільтр ► Автофільтр.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Календар погоди за місяць						
2	Дата	Хмарність	Тиск мм рт ст	Воло- псть, %	Темпера- тура, °С	Опади, мм	Вітер
9	07.02.10	хмарно	747	80	2		сильний
11	09.02.10	хмарно	749	71	3		-
12	10.02.10	хмарно	765	65	4		сильний
29	27.02.10	хмарно	745	65	2		сильний
30	28.02.10	опади	750	70	2	12	помірний

Рис. 6.38. Відображення відомостей про п'ять днів з найвищою температурою

- б) Клацніть кнопку ▼ на заголовку Вітер та виберіть із розкривного списку значення помірний, а для поля Тиск виберіть (Умова) і встановіть подвійну умову, використовуючи логічну операцію «і», — більше або дорівнює 740 і менше або дорівнює 760. Як зміниться таблиця, показано на рис. 6.39.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Календар погоди за місяць						
2	Дата	Хмарність	Тиск мм рт ст	Воло- псть, %	Темпера- тура, °С	Опади, мм	Вітер
14	12.02.10	ясно	760	60	-2		помірний
18	16.02.10	ясно	740	70	-7		помірний
25	23.02.10	опади	750	81	-1	12	помірний
27	25.02.10	хмарно	750	71	0		помірний
30	28.02.10	опади	750	70	2	12	помірний

Рис. 6.39. Відображення днів з помірним вітром і атмосферним тиском у межах від 740 до 760 мм рт. ст.

5. Для виведення інформації про дні, коли спостерігалися опади або був сильний вітер, слід застосувати розширений фільтр, оскільки умови, що стосуються різних стовпців, з'єднані сполучником «або».
- а) Перейдіть на Аркуш4 та створіть діапазон умов (рис. 6.40, а). Значення, що стосуються хмарності та вітру, слід записати в різних рядках — саме так реалізується з'єднання умов сполучником «або».
- б) Виконайте команду Дані ► Фільтр ► Розширений фільтр, у вікні Розширений фільтр введіть адреси вихідного діапазону (усієї таблиці) та діапазону умов (рис. 6.40, б) і клацніть кноп-

ку ОК. У результаті буде відображено інформацію про дні, коли або спостерігалися опади, або дув сильний вітер (рис. 6.41).

	I	J
1	Хмарність	Вітер
2	опади	
3		сильний

а

Розширений фільтр ✕

Обробка

Фільтрувати список на місці!

скопіювати результат до іншого розташування

Вихідний діапазон: 📄

Діапазон умов: 📄

Діапазон для результату: 📄

Лише унікальні записи

б

Рис. 6.40. Розширений фільтр: а — діапазон умов фільтрації; б — вікно визначення параметрів фільтрації

	A	B	C	D	E	F	G
1	Календар погоди за місяць						
2	Дата	Хмарність	Тиск, мм рт.ст.	Вологість, %	Температура, °С	Опади, мм	Вітер
3	01.02.10	ясно	758	70	-15		сильний
6	04.02.10	опади	740	90	-9	44	-
7	05.02.10	ясно	742	95	-1		сильний
8	06.02.10	опади	742	78	0	12	-
9	07.02.10	хмарно	747	80	2		сильний
12	10.02.10	хмарно	765	65	4		сильний
13	11.02.10	опади	764	65	0	16	сильний
15	13.02.10	ясно	764	70	-5		сильний
16	14.02.10	хмарно	760	70	-6		сильний
20	18.02.10	опади	739	82	-3	98	помірний
22	20.02.10	опади	741	90	-8	48	-
23	21.02.10	опади	738	99	-5	50	помірний
24	22.02.10	опади	742	80	-2	45	сильний
25	23.02.10	опади	750	81	-1	12	помірний
29	27.02.10	хмарно	745	65	2		сильний
30	28.02.10	опади	750	70	2	12	помірний

Рис. 6.41. Результат застосування розширеного фільтра

6. Для відображення інформації про дні, в які температура була нижчою від середньомісячного значення, застосуйте розширений фільтр.

а) Перейдіть на Аркуш5 та створіть критерій відбору рядків. У перший рядок цього аркуша, праворуч від таблиці, скопіюйте заголовок стовпця **Температура**, а в другий введіть формулу для отримання виразу на кшталт <T (T — середня температура): ="<"&AVERAGE(E3:E30). У цій формулі ми з'єднаємо символ «<» з результатом функції, що обчислює середнє значення в діапазоні E3:E30. Якщо формулу введено правильно, критерій повинен мати такий вигляд, як на рис. 6.42.

Температура. °С
<-3

Рис. 6.42. Критерій відбору

б) Виконайте фільтрацію за допомогою команди **Дані ▶ Фільтр ▶ Розширений фільтр**, задавши як вихідний діапазон усю таблицю, а як діапазон умов — щойно створений критерій. У результаті має відобразитися інформація лише про ті дні, коли температура була нижчою за -3°C .

7. Для визначення середньої величини атмосферного тиску для всіх комбінацій «хмарність–сила вітру» та забезпечення можливості фільтрації днів за температурою найкраще створити зведену таблицю.

а) Перейдіть на Аркуш6, виділіть усю таблицю, виконайте команду **Дані ▶ Зведена таблиця** і в першому вікні майстра клацніть кнопку **Готово**.

б) Буде створено новий аркуш з макетом зведеної таблиці. Перетягніть поля у відповідні області макета (рис. 6.43):

- ◆ оскільки фільтрація має відбуватися за температурою, перетягніть поле **Температура** в область сторінок;
- ◆ у зв'язку з тим, що обчислюється певна характеристика для комбінацій «хмарність–сила вітру», поле **Хмарність** перетягніть в область рядків, а поле **Вітер** — в область стовпців;
- ◆ обчислювати потрібно середню величину атмосферного тиску, тому перетягніть поле **Тиск** в область даних.

в) Щоб обчислити *середній* атмосферний тиск, двічі клацніть кнопку **Сума** за полем **Тиск** і у вікні **Поле зведеної таблиці** зі списку **Операція** виберіть значення **Середнє** (рис. 6.44).

Тепер зведена таблиця набуде такого вигляду, як на рис. 6.45. Вибираючи певні значення за допомогою кнопки ▼, розташо-

ваної праворуч від поля **Температура**, ви можете відображати інформацію лише про дні з тією чи іншою температурою. Збережіть електронну книгу.

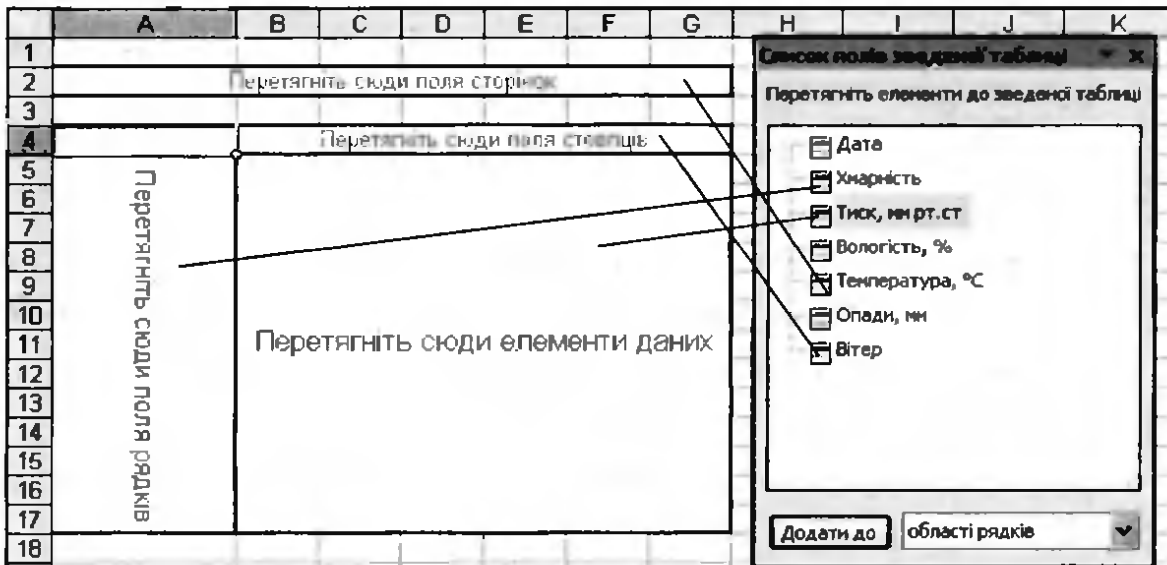


Рис. 6.43. Створення макета зведеної таблиці

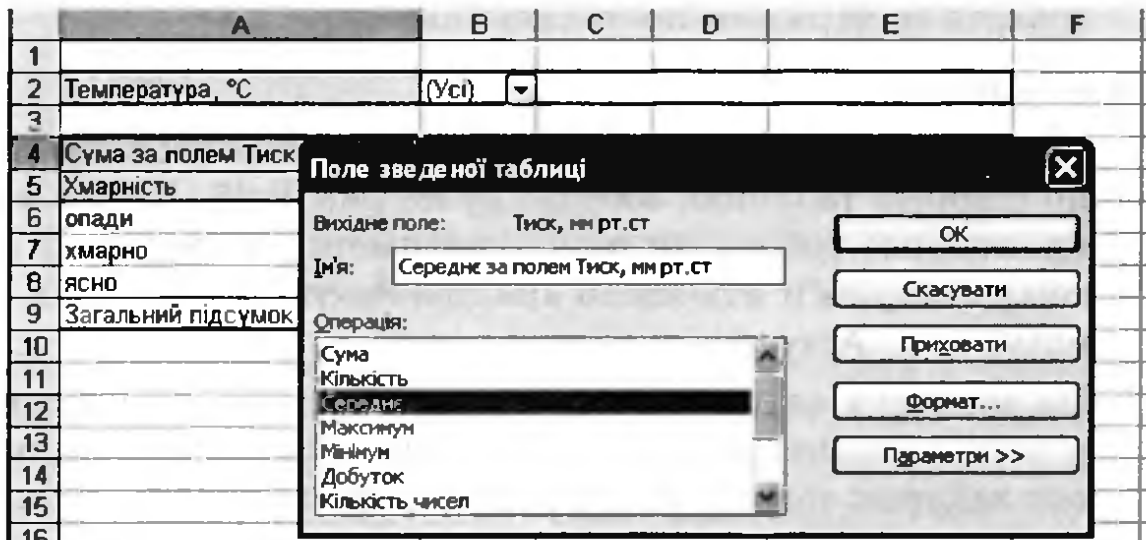


Рис. 6.44. Вибір функції розрахунку середнього значення

	A	B	C	D	E
1					
2	Температура, °C	(Усі)			
3					
4	Сума за полем Тиск, мм рт.ст	Вітер			
5	Хмарність		помірний	сильний	Загальний підсумок
6	опали	2223	2977	1506	6706
7	хмарно	4505	750	3017	8272
8	ясно	2248	1500	2264	6012
9	Загальний підсумок	8976	5227	6787	20990

Рис. 6.45. Зведена таблиця

Практична робота 6 для груп профілів М та Е

За таблицею з відомостями про закупівлі товарів від різних фірм-постачальників вам потрібно:

- ◆ визначити середню закупівельну ціну та загальний обсяг закупленого товару від кожної фірми-постачальника;
- ◆ відобразити інформацію про п'ять закупівель найбільшого обсягу;
- ◆ відобразити інформацію лише про ті закупівлі напоїв, що здійснювалися в період між 01.02.2009 та 01.06.2009;
- ◆ вивести дані про закупівлі, що здійснювалися до 1.02.2009 або залишок від яких становить менше 10 шт.;
- ◆ вивести інформацію про закупівлі товарів, обсяг яких менший за середній обсяг закупівлі;
- ◆ визначити середній залишок та максимальну закупівельну ціну кожного товару та забезпечити можливість фільтрації товарів за фірмами-постачальниками.

Хід виконання

1. Відкрийте файл **Практ_М_Е_4.xls** з архіву заготовок або самостійно створіть таблицю, зображену на рис. 6.46. Кожне завдання практичної роботи ви виконуватимете на окремому аркуші, тому створіть п'ять копій аркуша **Аркуш1** і назвіть їх **Аркуш2**, **Аркуш3**, ..., **Аркуш6**.
2. На аркуші 1 за допомогою засобу обчислення проміжних підсумків визначте середню закупівельну ціну та загальний обсяг закупок товару від кожної фірми-постачальника.
 - а) Щоб записи про закупки від однієї фірми-постачальника розміщувалися поряд, таблицю потрібно відсортувати за назвами фірм. Для цього виділіть всю таблицю, виконайте команду **Дані ▸ Сортування**, у вікні **Сортування діапазону** встановіть перемикач **Діапазон даних** у положення з рядком заголовка та виберіть зі списку **Сортувати за значення Фірма**. Коли ви клацнете кнопку **ОК**, порядок рядків у таблиці буде змінено: зверху розміщуватимуться рядки з інформацією про закупівлю товарів від фірми «Антей», потім — від фірми «Марс», а потім — від фірми «Орфей».

	A	B	C	D	E	F	G
1	Закупівлі товарів						
2	Фірма	Код товару	Вид товару	Кінцева дата споживання	Закупівельна ціна, грн	Закуплено, шт	Залишок, шт
3	Орфей	123	напої	25.01.09	10	45	15
4	Антей	123	напої	25.11.09	12	123	100
5	Антей	123	напої	25.01.09	12	47	30
6	Антей	123	напої	01.01.09	12	45	14
7	Антей	123	напої	05.01.09	12	25	2
8	Марс	123	напої	05.01.09	11	55	11
9	Орфей	124	кондит.	25.01.09	1	78	5
10	Марс	124	кондит.	25.01.09	2	22	15
11	Орфей	125	кондит.	25.03.09	2	45	2
12	Марс	125	кондит.	25.03.09	3	44	16
13	Орфей	456	напої	25.05.09	23	88	11
14	Орфей	456	напої	25.06.09	23	77	10
15	Орфей	456	напої	25.01.09	23	33	7
16	Орфей	456	напої	25.03.09	23	69	4
17	Орфей	456	напої	25.02.09	23	22	3
18	Орфей	456	напої	25.04.09	23	55	1
19	Антей	456	напої	05.03.09	25	52	15
20	Антей	456	напої	05.02.09	25	78	12
21	Антей	456	напої	05.04.09	25	14	13
22	Марс	456	напої	05.01.09	23	88	18
23	Марс	456	напої	25.01.09	23	66	17
24	Орфей	789	кондит.	05.11.09	4	45	12
25	Орфей	789	кондит.	25.01.09	4	47	10
26	Антей	789	кондит.	25.01.09	40	22	16
27	Марс	789	кондит.	05.03.09	4	77	22
28	Марс	789	кондит.	25.03.09	4	12	10

Рис. 6.46. Відомості про закупівлі товарів

- б) Виконайте команду **Дані ▶ Підсумки** та виберіть у вікні **Проміжні підсумки** параметри, зазначені на рис. 6.47 (після кожної зміни значень у стовпці **Фірма** має обчислюватися середня закупівельна ціна). Коли ви клацнете кнопку **ОК**, буде обчислено три середніх значення закупівельної ціни товарів від кожної з фірм.
- в) Для обчислення сумарного обсягу закупок товарів від кожної фірми-постачальника ще раз виконайте команду **Дані ▶ Підсумки** і самостійно задайте необхідні параметри у вікні **Проміжні підсумки**. Щоб значення сумарного обсягу закупок не «затирали» значення середньої закупівельної ціни, не забудьте зняти прапорець **Замінити поточні підсумки**. Якого вигляду після цього набуде таблиця, показано на рис. 6.48.

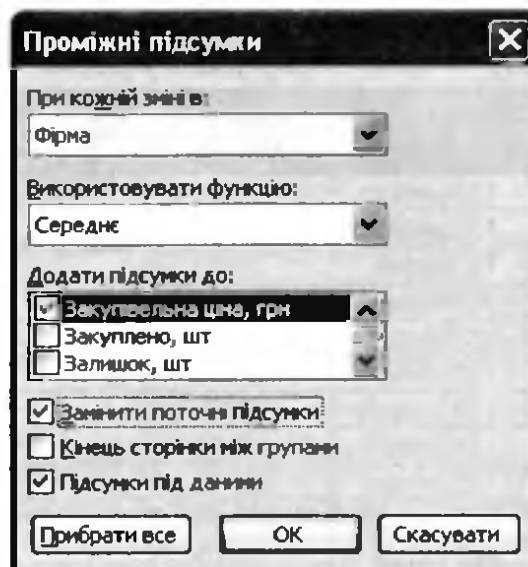


Рис. 6.47. Визначення параметрів проміжних підсумків

9	Антей	456	напої	05.04.09	25	14	13
10	Антей	789	кондит.	25.01.09	40	22	16
11	Антей Підсумок					406	
12	Антей Середнє				20,375		
13	Марс	123	напої	05.01.09	11	55	11

Рис. 6.48. Проміжні підсумки

3. Щоб відобразити інформацію про п'ять закупівель найбільшого обсягу, використайте автофільтр.

а) Перейдіть на Аркуш2, виділіть усю таблицю та виконайте команду Дані ▶ Фільтр ▶ Автофільтр. На заголовках стовпців таблиці (A2:G2) відобразяться кнопки ▼. Клацніть кнопку ▼ в полі Закуплено та виберіть у списку пункт (Перші 10...).

б) У вікні Автофільтр для добору найкращої десятки задайте відображення п'яти елементів списку із найбільшими значеннями та клацніть кнопку ОК. У результаті таблиця набуде такого вигляду, як на рис. 6.49.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Закупівлі товарів						
2	Фірма	Код товар	Вид товар	Дата закупівлі	Закупівельна ціна, грн	Закуплено, шт	Залишок, шт
3	Антей	123	напої	25.11.09	12	123	100
8	Антей	456	напої	05.02.09	25	78	12
14	Марс	456	напої	05.01.09	23	88	18
19	Орфей	124	кондит.	25.01.09	1	78	5
21	Орфей	456	напої	25.05.09	23	88	11

Рис. 6.49. Відображення відомостей про п'ять закупівель найбільшого обсягу

4. Для відображення даних про закупівлі напоїв, що здійснювалися в період між 01.02.2009 та 01.06.2009, можна застосувати автофільтр, оскільки умови, які накладаються на різні стовпці, з'єднані сполучником «і»: «вид товару напої і дата закупівлі між 01.02.2009 та 01.06.2009».

а) Перейдіть на Аркуш3, виділіть усю таблицю та виконайте команду Дані ▶ Фільтр ▶ Автофільтр.

б) Клацніть кнопку ▼ на заголовку Вид товару та оберіть із розкритого списку значення напої, а для поля Дата закупівлі виберіть (Умова) і встановіть подвійну умову, використовуючи логічну операцію «і»: більше або дорівнює 01.02.2009 і менше або дорівнює 01.06.2009. Результат, який ви маєте отримати, наведено на рис. 6.50.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Закупівлі товарів						
2	Фірма	Код товар	Вид товар	Дата закупівлі	Закупівельна ціна, грн	Закуплено, шт	Залишок, шт
7	Антей	456	напої	05.03.09	25	52	15
8	Антей	456	напої	05.02.09	25	78	12
9	Антей	456	напої	05.04.09	25	14	13
21	Орфей	456	напої	25.05.09	23	88	11
24	Орфей	456	напої	25.03.09	23	69	4
25	Орфей	456	напої	25.02.09	23	22	3
26	Орфей	456	напої	25.04.09	23	55	1

Рис. 6.50. Відображення відомостей про закупівлі напоїв, що здійснювалися в період між 01.02.2009 та 01.06.2009

5. Для виведення даних про закупівлі, що здійснювалися до 1.02.2009 або залишок від яких становить менше 10 шт., слід застосувати розширений фільтр, оскільки умови, що стосуються різних стовпців, з'єднані сполучником «або».

а) Перейдіть на Аркуш4 та праворуч від таблиці створіть діапазон умов (рис. 6.51, а). Значення, що стосуються дати закупівлі та залишку товару, слід записати в різних рядках — саме так реалізується з'єднання умов сполучником «або».

б) Виконайте команду Дані ▶ Фільтр ▶ Розширений фільтр, у вікні Розширений фільтр введіть адреси вихідного діапазону (усієї таблиці) та діапазону умов (рис. 6.51, б) і клацніть кнопку ОК. На екран буде виведено таблицю, подібну до наведеної на рис. 6.52.

	I	J
1	Дата закупівлі	Залишок, шт
2	<01.02.2009	
3		<10

Розширений фільтр X

Обробка

фільтрувати список на місці

скопіювати результат до іншого розташування

Вихідний діапазон: ↗

Діапазон умов: ↗

Діапазон для результату: ↗

Лише унікальні записи

а

б

Рис. 6.51. Розширений фільтр: а — діапазон умов фільтрації; б — вікно визначення параметрів фільтрації

	A	B	C	D	E	F	G
1	Закупівлі товарів						
2	Фірма	Код товару	Вид товару	Дата закупівлі	Закупівельна ціна грн	Закуплено шт	Залишок шт
4	Антей	123	напої	25.01.09	12	47	30
5	Антей	123	напої	01.01.09	12	45	14
6	Антей	123	напої	05.01.09	12	25	2
10	Антей	789	кондит	25.01.09	40	22	16
11	Марс	123	напої	05.01.09	11	55	11
12	Марс	124	кондит	25.01.09	2	22	15
14	Марс	456	напої	05.01.09	23	88	18
15	Марс	456	напої	25.01.09	23	66	17
18	Орфей	123	напої	25.01.09	10	45	15
19	Орфей	124	кондит	25.01.09	1	78	5
20	Орфей	125	кондит	25.03.09	2	45	2
23	Орфей	456	напої	25.01.09	23	33	7
24	Орфей	456	напої	25.03.09	23	69	4
25	Орфей	456	напої	25.02.09	23	22	3
26	Орфей	456	напої	25.04.09	23	55	1
28	Орфей	789	кондит	25.01.09	4	47	10

Рис. 6.52. Результат застосування розширеного фільтра

б. Для відображення інформації про товари, обсяг яких менший за середній обсяг закупівлі всіх товарів, застосуємо розширений фільтр.

а) Перейдіть на Аркуш5 та створіть критерій відбору рядків. У перший його рядок скопіюйте заголовок стовпця **Закуплено**, а в другий введіть формулу для отримання виразу на кшталт <S (де S — середній обсяг закупівлі): `= "<"&AVERAGE(E3:E30)`. У цій формулі ми з'єднуємо символ «<» з результатом функції, що обчислює середнє значен-

ня в діапазоні E3:E30. Якщо формулу введено правильно, критерій повинен мати такий вигляд, як на рис. 6.53.

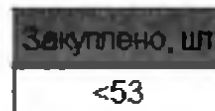


Рис. 6.53. Критерій відбору

б) Відфільтруйте таблицю, виконавши команду Дані ▶ Фільтр ▶ Розширений фільтр. Задайте як вихідний діапазон усю таблицю, а як діапазон умов — щойно створений критерій. У результаті має відобразитися інформація лише про ті закупівлі, обсяг яких менше від середнього обсягу.

7. Для визначення середнього залишку та максимальної закупівельної ціни кожного товару, а також для забезпечення можливості фільтрації закупівель за фірмами-постачальниками найкраще скористатися зведеною таблицею.

а) Перейдіть на Аркуш6, виділіть усю таблицю, виконайте команду Дані ▶ Зведена таблиця і в першому вікні майстра клацніть кнопку Готово.

б) Буде створено новий аркуш з макетом зведеної таблиці. Перетягніть поля у відповідні області макету (рис. 6.54):

- ◆ оскільки фільтрація має відбуватися за фірмами-постачальниками, перетягніть поле Фірма в область сторінок;
- ◆ поле Вид товару перетягніть в область рядків, адже потрібно обчислювати певну характеристику для кожного виду товару;
- ◆ а оскільки потрібно обчислювати середній залишок та максимальну закупівельну ціну, поля Закупівельна ціна та Залишок перетягніть в область даних.

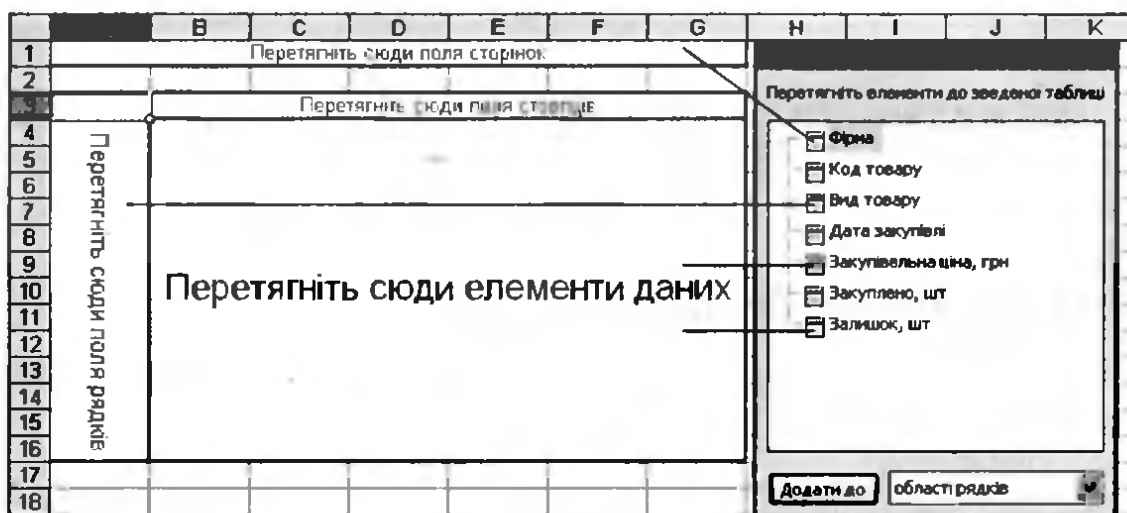



Рис. 6.54. Створення макету зведеної таблиці

- в) За умовчанням будуть обчислюватися сумарні залишки та закупівельні ціни. Для того щоб розрахувати *середній* залишок, виділіть клітинку Сума за полем Залишок, клацніть кнопку  (Параметри поля) на панелі інструментів Зведені таблиці і у вікні Поле зведеної таблиці виберіть значення Середнє (рис. 6.55).

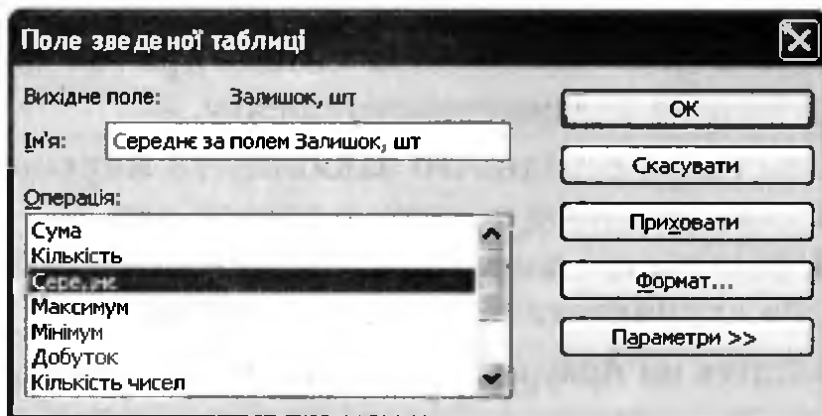



Рис. 6.55. Вибір функції визначення середнього значення

- г) Так само задайте обчислення максимальних закупівельних цін. Якого вигляду у цьому разі набуде зведена таблиця, показано на рис. 6.56. Вибираючи певні значення за допомогою кнопки  праворуч від поля Фірма, ви можете відображати інформацію лише про закупівлі від певних фірм. Збережіть електронну книгу.




	A	B	C
1	Фірма	(Усі) 	
2			
3	Вид товару 	Дані 	Підсумок
4	кондит.	Максимум за полем Закупівельна ціна, грн	40
5		Середнє за полем Залишок, шт	12
6	напої	Максимум за полем Закупівельна ціна, грн	25
7		Середнє за полем Залишок, шт	16,64705882
8	Разом	Максимум за полем Закупівельна ціна, грн	40
9	Разом	Середнє за полем Залишок, шт	15,03846154

Рис. 6.56. Зведена таблиця

Самостійна робота

- Доповніть твердження так, щоб вони стосувалися зображеної на рис. 6.57 таблиці.
 - Для обчислення проміжних підсумків таблицю доцільно сортувати за стовпцями _____ або _____.

- б) Для значень стовпця _____ можна обчислити такі підсумкові характеристики, як _____ та _____, а для значень стовпця _____ — такі, як _____ та _____.

	A	B	C	D	E
1	місто	Ріка	Країна	Населення	Рік засивання
2	Київ	Дніпро	Україна	3500000	500
3	Чернігів	Десна	Україна	300000	870
4	Смоленськ	Дніпро	Росія	350000	1100
5	Дніпропетровськ	Дніпро	Україна	1100000	1780
6	Брянськ	Десна	Росія	500000	1054

Рис. 6.57. Таблиця з відомостями про міста

2. Визначте, які узагальнюючі операції можна виконати над даними кожного зі стовпців зображеної на рис. 6.58 таблиці.

	A	B	C	D	E
1	№	Найменування	Тип приладу	Рік випуску	Вага, г
2	201343	Nokia E570	моб. телефон	2002	225
3	201765	Orion M115	телевізор	2005	7800
4	403032	Samsung A573	телевізор	2003	12000
5	207588	MSI MS-1422	ноутбук	2010	2250
6	311400	Motorola V90	моб. телефон	2006	300

Рис. 6.58. Таблиця з відомостями про електронні прилади

3. Вкажіть, які поля в якій області макета зведеної таблиці слід перетягнути, щоб для кожного типу авто обчислити максимальний об'єм двигуна та середню вартість, а також щоб забезпечити можливість врахування під час обчислень лише автомобілів певної марки. Вихідні дані наведено в таблиці на рис. 6.59.

	A	B	C	D
1	Марка авто	Тип авто	Об'єм двигуна	Вартість
2	Тойота	седан	3000	300000
3	Форд	хетчбек	2500	100000
4	Сітроен	хетчбек	2000	140000
5	Форд	седан	2200	130000
6	Сітроен	седан	1600	120000

Рис. 6.59. Таблиця з відомостями про марки автомобілів

Розділ 7

Розв'язання задач на підбір параметра

У цьому розділі буде розглянуто:

- ◆ інструмент Підбір параметра;
- ◆ графічно-чисельний метод розв'язання рівнянь.

Використання засобу Підбір параметра

У багатьох задачах певний результат є відомим, а от значення параметрів, за яких цей результат досягається, — ні. Як приклад можна навести задачу, у якій потрібно визначити, через скільки годин скисне молоко або за якого обсягу випуску продукції фірма отримає прибуток у 1 000 000 грн. У математиці клас таких задач є найширшим. Це, зокрема, задачі на розв'язання алгебраїчних рівнянь та нерівностей або на пошук екстремумів.

У всіх подібних задачах використовується поняття *цільової функції* — вона має досягти певного значення або оптимізуватися (мінімізуватися чи максимізуватися). В електронній книзі формулу обчислення цільової функції записують у певну клітинку, яку також називають *цільовою*. Цільова функція залежить від *параметрів* (часто — від одного параметра), значення яких зберігаються в інших клітинках електронної таблиці. Власне кажучи, задача полягає у підборі таких значень параметрів, за яких у цільовій клітинці буде отримано бажаний результат.

У табличному процесорі Ексел є спеціальні засоби, які автоматично підбирають потрібні значення у клітинках параметрів. Вони називаються Підбір параметра та Поиск решения (Пошук розв'язку). Перший із них дозволяє отримати в цільовій клітинці певне значення, а другий — оптимізувати значення цільової функції. Ви-

користувати засіб Підбір параметра ми навчимося в цьому розділі, а Поиск решения (Пошук розв'язку) — в наступному. Отже, засіб Підбір параметра застосовують так.

1. В одну з клітинок електронної таблиці слід ввести формулу цільової функції. Це буде цільова клітинка (на рис. 7.1 — клітинка C4).

	A	B	C	D
1				
2				
3		Параметр:		
4		Цільова функція:	=C3-5	

Рис. 7.1. Цільова клітинка

2. Далі необхідно виконати команду Сервіс ▶ Підбір параметра та заповнити поля у вікні, що відкривається (рис. 7.2):

- ◆ поле Установити у клітинці має містити адресу цільової клітинки;
- ◆ у поле Значення слід ввести значення, якого має набути цільова функція;
- ◆ у поле Змінюючи значення клітинки слід ввести адресу клітинки-параметра.

Наприклад, на рис. 7.1 параметр міститиметься у клітинці C3, і якщо в цільовій клітинці C4 потрібно отримати значення 0, вікно Підбір параметра слід заповнити так, як на рис. 7.2.

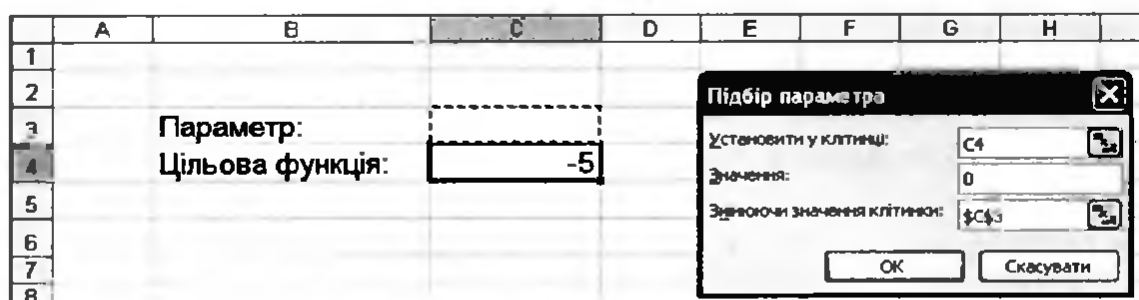


Рис. 7.2. Вікно Підбір параметра

3. На завершення потрібно клацнути кнопку ОК. У цільовій клітинці буде відображено значення, якого має набувати цільова функція, а в клітинці параметра — шукане значення параметра.

Наприклад, на рис. 7.3 показано, як у клітинці C3 знайдено значення параметра (число 5), за якого цільова функція у клітинці C4 набуває значення 0. Тобто фактично розв'язано рівняння $x - 5 = 0$.

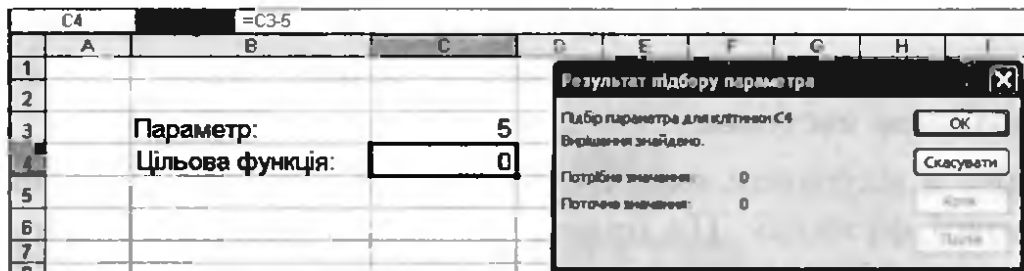


Рис. 7.3. Результат підбору параметра

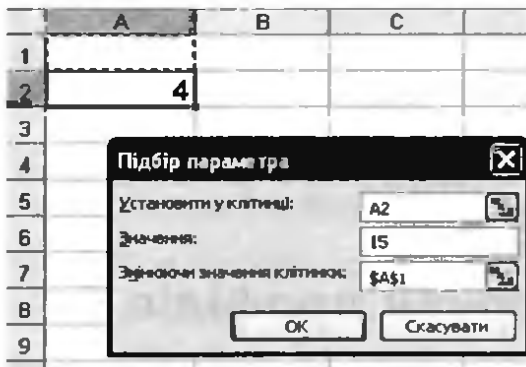
ПРИМІТКА. Підбір параметра майже завжди дає наближені значення результату. Тому, якщо в клітинці параметра після його підбору виводиться число 4,99999, то, скоріш за все, справжнім розв'язком задачі є число 5.

Використовуючи засіб Підбір параметра, клітинку параметра можна залишити порожньою, однак бажано попередньо визначити деяке початкове значення, адже від цього залежить швидкість отримання результату (особливо коли йдеться про складні цільові функції), а у деяких випадках і сам результат. Якщо цільова функція складна, може виникнути ситуація, коли не одне, а кілька значень параметра відповідають її шуканому значенню. Яке з них буде знайдено, залежить від початкового значення в клітинці параметра. У таких випадках, перш ніж підбирати параметр, доцільно побудувати графік цільової функції, щоб визначити початкове значення параметра наближено.

Вправа 7.1. Розв'язання квадратного рівняння

Виконуючи цю вправу, за допомогою засобу Підбір параметра ви розв'яжете рівняння $4\cos^2x + 3x = 15$. У нашій задачі цільовою є функція $f(x) = 4\cos^2x + 3x$, а 15 — це значення, якому вона має дорівнювати.

1. Створіть нову електронну книгу. Цільовою вважатимемо клітинку A2 і припустимо, що значення параметра зберігається у клітинці A1. Уведіть у клітинку A2 формулу $=4*\text{COS}(A1)^2+3*A1$.
2. Виконайте команду Сервіс ▶ Підбір параметра, заповніть поля у вікні Підбір параметра (рис. 7.4, а) і клацніть ОК. У результаті у клітинці A1 (рис. 7.4, б) буде виведено значення змінної x , за якого функція набуває значення 15. Як видно з рис. 7.4, б, знайдене вами значення є наближеним, оскільки отримано число 14,99956, а не 15.



a



b

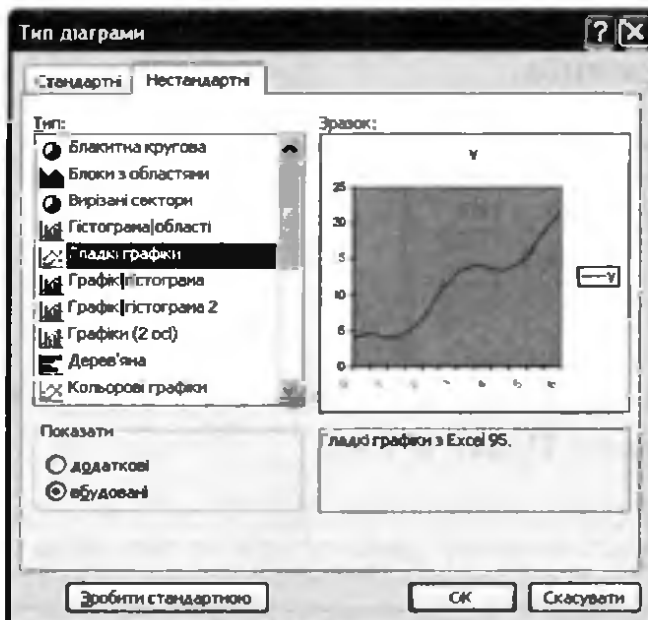
Рис. 7.4. Підбір параметра: *a* — заповнення вікна Підбір параметра; *b* — результати обчислень

3. Збережіть електронну книгу у файлі Вправа_7_1.xls.

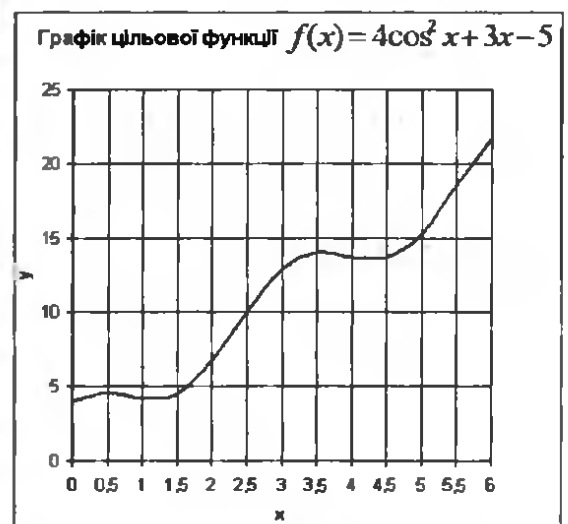
4* Самостійно створіть таблицю значень функції $f(x) = 4\cos^2 x + 3x$ на інтервалі $[0; 6]$ з кроком 0,5 та побудуйте за допомогою майстра діаграм графік цієї функції (рис. 7.5, б).

Щоб отримати згладжену лінію графіка, під час побудови діаграми необхідно вибрати нестандартний тип діаграми Гладкі графіки (рис. 7.5, а).

Перевірте правильність підбору параметра, визначивши за графіком, коли приблизно значення цільової функції дорівнює 15.



a



b

Рис. 7.5. Побудова графіка цільової функції: *a* — вибір типу графіка; *b* — готовий графік

Практичні роботи профільного спрямування

Мета практичних робіт: закріпити навички з розв'язання задач на підбір параметра.

Практична робота 7 для групи профілів Б

Чисельність популяції тварин $N(t)$ через t років обчислюється за формулою

$$N(t) = \frac{N_0 r}{(r - \delta N_0) e^{-rt} + \delta N_0},$$

де N_0 — чисельність популяції на поточний момент, особин; r — біотичний потенціал популяції (обчислюється як різниця питомої народжуваності у популяції (b , ос./рік) і питомої смертності у популяції (d , ос./рік)); δ — коефіцієнт загибелі тварин у результаті конкурентних конфліктів.

Необхідно підготувати прогноз розвитку популяції далекосхідного леопарда, параметри якої вказано в табл. 7.1. А саме, потрібно:

- ♦ встановити час ($T_{0,9}$), коли чисельність популяції досягне 90% від максимального значення $N_{\max} = r/\delta$;
- ♦ встановити критичний час ($T_{\text{кр}}$), коли популяція досягне критичної чисельності $N_{\text{кр}} = 0,5 \cdot N_{\max}$ і в ній почне проявлятися внутрішньовидова конкуренція.

Таблиця 7.1. Параметри популяції далекосхідного леопарда

N_0	b , ос./рік	d , ос./рік	δ , ос./рік
30	0,3	0,07	0,001

Хід виконання

1. Створіть нову таблицю за зразком, наведеним на рис. 7.6, та збережіть її у файлі з іменем `Практ_Б_7.xls`.

	С	D	E	F	G	Н	I	J	К
1	Динаміка змін чисельності популяції далекосхідного леопарда								
2									
3		N_0 , ос.	b , ос./рік	d , ос./рік	δ , ос./рік	r , ос./рік	N_{\max} , ос.	$N_{0,9}$, ос.	$N_{\text{кр}}$, ос.
4		30	0,3	0,07	0,001				

Рис. 7.6. Форма таблиці для прогнозування розвитку популяції

2. У клітинку H4 введіть формулу для обчислення біотичного потенціалу популяції =E4-F4.
3. У клітинку I4 введіть формулу для обчислення N_{\max} : =H4/G4. Максимальна чисельність популяції має становити 230 особин.
4. Побудуйте графік функції чисельності популяції. Ви маєте створити таблицю значень функції $N(t)$ на інтервалі $t \in [1; 69]$ з кроком 4 (рис. 7.7, а) та побудувати за цією таблицею графік.
 - а) Заповніть клітинки A4:A21 арифметичною прогресією з першим членом 1 і різницею 4.
 - б) Для обчислення значень функції $N(t)$ на інтервалі $t \in [1; 69]$ у клітинку B4 введіть формулу =D\$4*N\$4/((H\$4-G\$4*D\$4)*EXP(-H\$4*A4)+G\$4*D\$4). Зверніть увагу, що у формулі в усіх посиланнях, окрім A4, мають бути зафіксовані номери рядків, щоб вони не зміщувалися під час копіювання формули вниз.
 - в) Скопіюйте формулу з клітинки B4 у діапазон B5:B21.
 - г) Побудуйте графік функції (рис. 7.7, б) за допомогою майстра діаграм.

	A	B
3	t, рік	N(t)
4	1	36.526
5	5	73.933
6	9	124.916
7	13	172.252
8	17	202.893
9	21	218.373
10	25	225.221
11	29	228.071
12	33	229.228
13	37	229.692
14	41	229.877
15	45	229.951
16	49	229.980
17	53	229.992
18	57	229.997
19	61	229.999
20	65	230.000
21	69	230.000

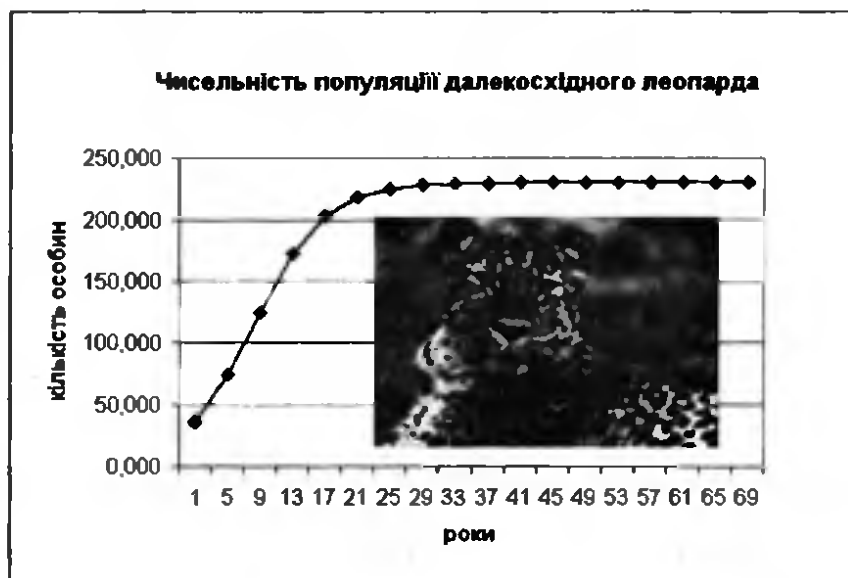
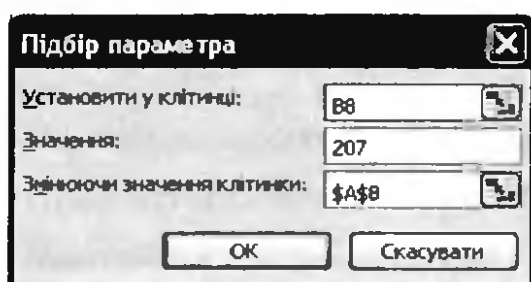


Рис. 7.7. Побудова графіка зростання популяції тварин:
а — таблиця вихідних даних; б — графік

5. Користуючись графіком функції, зробіть висновок щодо розвитку популяції далекосхідного леопарда: чисельність

популяції стрімко зростатиме перші 20–25 років, після чого досягне майже максимальної величини і її зростання значно уповільниться.

6. Обчисліть у клітинці J4 величину $N_{0,9}$, тобто визначте, якій кількості тварин відповідає 90% популяції (уведіть відповідну формулу самостійно). Це має бути 207 особин. З графіка видно, що така чисельність досягається приблизно на 20-му році.
7. Підбором параметра визначте, через скільки років можна очікувати, що популяція зросте до $N_{0,9}$, тобто складе 90% від своєї максимальної чисельності. Цільовою може бути будь-яка клітинка з діапазону B4:B21, але краще вибрати ту, що містить число, найближче до 207, тобто клітинку B8. При цьому шукане значення параметра розміщуватиметься у клітинці A8. Отже, виконайте команду Сервіс ▶ Підбір параметра і заповніть поля у вікні Підбір параметра так, як показано на рис. 7.8, а. Коли ви клацнете кнопку ОК, у клітинці A8 має відобразитися шукана кількість років (рис. 7.8, б).



	A	B
5	5	73,933
6	9	124,916
7	13	172,252
8	17,8	207,000
9	21	218,373
10	25	225,221

а

б

Рис. 7.8. Визначення терміну зростання чисельності популяції до $N_{0,9}$: а — вікно Підбір параметра; б — результат підбору параметра

8* Самостійно визначте величину $N_{кр} = 0,5 \cdot N_{\max}$ і точний час, коли популяція досягне цієї чисельності.

Практична робота 7 для групи профілів М

Потрібно розв'язати кубічне рівняння $x^3 + 5x^2 - 4x - 5 = 0$.

Хід виконання

Як відомо, кубічне рівняння може мати від одного до трьох коренів. Якщо розглянути функцію $f(x) = x^3 + 5x^2 - 4x - 5$ і зауважити, що $f(-10) = -465$ (велике від'ємне число), а $f(10) = 1455$

(велике додатне число), то цілком імовірно, що всі три корені містяться на відрізку $x \in [-10;10]$. Щоб перевірити це припущення, потрібно обчислити значення функції на зазначеному відрізку з невеликим кроком та побудувати її графік. Після цього стане зрозуміло, скільки коренів має рівняння та в яких приблизно точках — тоді зручніше буде застосовувати засіб Підбір параметра.

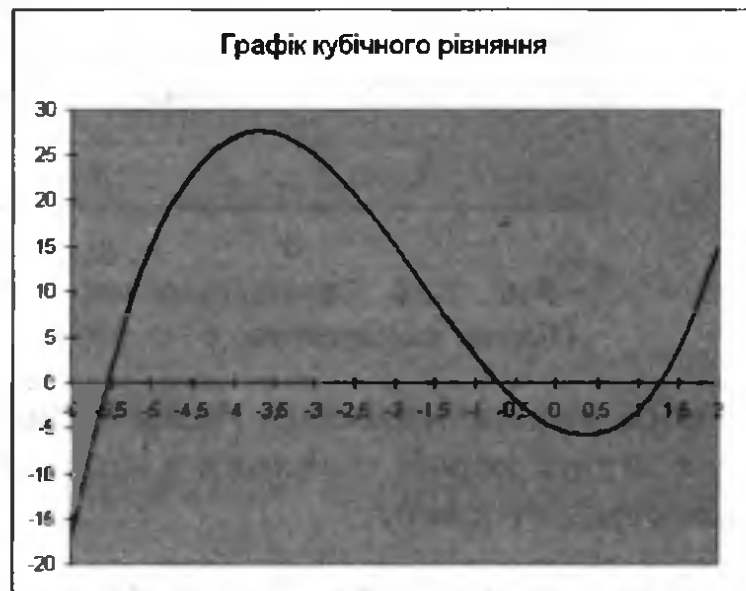
1. Створіть нову електронну книгу та збережіть її у файлі під іменем `Практ_M_7.xls`.
2. Для визначення наближених значень коренів рівняння обчисліть значення функції на відрізку $x \in [-10;10]$.
 - а) Заповніть діапазон `A2:A41` значеннями арифметичної прогресії з першим членом -10 і кроком $0,5$.
 - б) У клітинку `B2` введіть формулу цільової функції $=A2^3+5*A2^2-4*A2-5$ і скопіюйте її у клітинки `B3:B41`.

З таблиці буде видно, що навіть на відрізку $[-6;2]$ цільова функція тричі змінює знак, а отже, всі корені рівняння містяться на цьому відрізку (рис. 7.9, а).

3. Побудуйте графік цільової функції на відрізку $[-6;2]$ за допомогою майстра діаграм (рис. 7.9, б).

	А	В
1	x	f(x)
10	-6	-17
11	-5,5	1,875
12	-5	15
13	-4,5	23,125
14	-4	27
15	-3,5	27,375
16	-3	25
17	-2,5	20,625
18	-2	15
19	-1,5	8,875
20	-1	3
21	-0,5	-1,875
22	0	-5
23	0,5	-5,625
24	1	-3
25	1,5	3,625
26	2	15

а



б

Рис. 7.9. Визначення наближених значень коренів рівняння:
 а — таблиця значень функції на відрізку $[-6;2]$;
 б — графік цільової функції

4. З графіка видно, що корені рівняння містяться приблизно в точках $-5,5$; $-0,7$ та $1,2$. Визначте ці корені більш точно за допомогою засобу Підбір параметра.
- Скопіюйте клітинку B42 у клітинки B43:B45 — це будуть цільові клітинки (а значення коренів ви будете шукати у клітинках A43:A45).
 - Уведіть наближене значення першого кореня, $-5,5$, у клітинку A43.
 - Виконайте команду Сервіс ▶ Підбір параметра. Заповніть поля у вікні Підбір параметра так, як показано на рис. 7.10, а.
 - Клацніть кнопку ОК. У клітинці A43 буде виведено майже точне значення першого кореня, а в клітинці B43 — значення $1,95055E-06$ (рис. 7.10, б). Це дуже близьке до нуля число, подане в експоненційній формі. Щоб відобразити його у більш звичному вигляді, виділіть цю клітинку і на панелі інструментів Форматування клацніть кнопку **000** (Формат із розділювачами). У результаті ви побачите в клітинці значення 0.

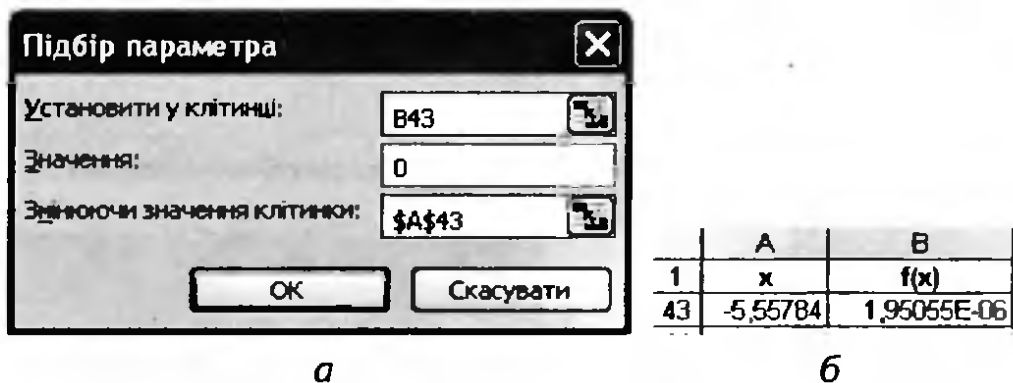


Рис. 7.10. Обчислення першого кореня: а — вікно Підбір параметра; б — результат підбору параметра

- 5* Скориставшись засобом Підбір параметра, самостійно знайдіть два інших корені рівняння у клітинках A44 та A45. Збережіть електронну книгу.

Практична робота 7 для групи профілів Е

На деякому підприємстві щомісяця випускається 1000 одиниць продукції. Собівартість одиниці продукції становить 10 грн, крім того фірма несе щомісячні витрати у розмірі 2000 грн, не пов'язані безпосередньо з виробництвом, та сплачує податок у розмірі

15% від доходу. Потрібно визначити, якою має бути ціна одиниці продукції, щоб підприємство отримувало щомісячний прибуток у сумі 5000 грн (припускаємо, що вся продукція продається).

Хід виконання

Прибуток підприємства P обчислюється за формулою

$$P = Doh - Vitr, \quad (1)$$

де Doh — дохід, $Vitr$ — загальні витрати підприємства, які, у свою чергу, обчислюються за формулами:

$$Doh = C \times K, \quad (2)$$

$$Vitr = K \times Sob + Pod + InVitr, \quad (3)$$

де C — ціна одиниці продукції; $K = 1000$ — обсяг виробництва; $Sob = 10$ — собівартість продукції; $InVitr = 2000$ — інші витрати підприємства; Pod — податок. Припустимо, що податок становить 15% від доходу:

$$Pod = Doh \times 15\%. \quad (4)$$

Отже, за допомогою засобу Підбір параметра вам потрібно, змінюючи ціну C , отримати у клітинці, де обчислюється величина прибутку P , значення 5000.

1. Створіть нову робочу книгу і збережіть її у файлі `Практ_Е_7.xls`. Побудуйте у книзі таблицю за зразком, наведеним на рис. 7.11.

	A	B	C
1			
2	Кількість продукції, од.	1000	
3	Собівартість, грн	10	
4	Ціна 1 од., грн		
5	Дохід, грн		
6	Податок, грн		
7	Інші витрати, грн	2000	
8	Витрати всього, грн		
9	Прибуток, грн		

Рис. 7.11. Таблиця для обчислення прибутку підприємства

2. Для обчислення доходу від реалізації продукції Doh введіть у клітинку B5 формулу (2): `=B4*B2`.
3. Для обчислення суми податку Pod введіть у клітинку B6 формулу (4): `=B5*15%`.
4. Для обчислення загальних витрат $Vitr$ у клітинку B8 введіть формулу (3): `=B2*B3+B6+B7`.

- У клітинку B9 введіть формулу (1) для розрахунку прибутку: =B5-B8.
- Виконайте команду Сервіс ▶ Підбір параметра. Заповніть поля у вікні Підбір параметра (рис. 7.12), враховуючи, що підбирається таке значення ціни продукції (клітинка B4), за якого прибуток становитиме 5000 грн.

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2	Кількість продукції, од.	1000					
3	Собівартість, грн	10					
4	Ціна 1 од., грн						
5	Дохід, грн	D					
6	Податок, грн	D					
7	Інші витрати, грн	2000					
8	Витрати всього, грн	12000					
9	Прибуток, грн	-12000					

Підбір параметра

Установити у клітинці:

Значення:

Зберегти значення клітинки:

OK Скасувати

Рис. 7.12. Введення даних у вікні Підбір параметра

- Кладніть кнопку ОК, і ви дізнаєтеся шукану ціну одиниці продукції. Порівняйте свій результат з результатами однокурсників. Збережіть електронну книгу.

Самостійна робота

- Знайдіть наближені розв'язки рівняння $e^x = x + 2$.
- Нехай Q — кількість продукції, яку зможе продати фірма-монополіст, якщо встановить для одиниці продукції ціну P . Припустимо, що величини Q і P зв'язані співвідношенням $Q = 200 - P$. За допомогою засобу Підбір параметра визначте, за якої ціни фірма зможе отримати дохід 5000 грн.
- За умовою попередньої задачі визначте, якою має бути ціна одиниці продукції, щоб фірма отримала прибуток у розмірі 5000 грн, якщо собівартість одиниці продукції становить 5 грн, а не пов'язані з виробництвом витрати — 2000 грн.
- Припустимо, що змінні витрати VC пов'язані з обсягом випуску продукції Q співвідношенням $VC = Q^3/125 - Q^2 + 180Q$ грн. Крім того, фірма має фіксовані (незалежні від обсягу випуску) витрати в розмірі 10 000 грн. Визначте, яку кількість продукції повинна випускати фірма, щоб середні загальні витрати (тобто загальні витрати на одиницю продукції) не перевищували 270 грн.

Розділ 8

Розв'язання оптимізаційних задач

У цьому розділі буде розглянуто:

- ◆ математичну модель оптимізаційної задачі;
- ◆ інструмент Поиск решения (Пошук розв'язку) та його параметри;
- ◆ обмеження на параметри пошуку розв'язку;
- ◆ звіти про результати пошуку розв'язку.

Математична модель оптимізаційної задачі

У багатьох задачах вимагається не просто знайти який-небудь розв'язок, а підібрати серед усіх розв'язків найкращий (оптимальний). Йдеться про такі задачі, як підбір збалансованого раціонального харчування, оптимізація асортименту продукції, оптимізація транспортних перевезень та багато інших — їх ще називають *оптимізаційними*.

Перш ніж приступати до розв'язування оптимізаційної задачі, потрібно описати її в математичному вигляді, тобто побудувати її *математичну модель*. Модель оптимізаційної задачі складається з таких елементів:

- ◆ *змінні* — невідомі величини, значення яких потрібно знайти в результаті розв'язання задачі;
- ◆ *цільова функція* — величина, яка залежить від змінних і значення якої потрібно максимізувати чи мінімізувати;
- ◆ *критерій* — вимога мінімізації чи максимізації цільової функції.
- ◆ *обмеження* — умови, яким мають задовольняти змінні.

Найпростішою оптимізаційною задачею вважається задача пошуку максимального або мінімального значення функції однієї змінної. Наведемо приклад математичної моделі такої задачі:

$$f(x) = x + \sin x \rightarrow \min;$$

$$0 \leq x \leq 10.$$

Тут змінною є x , цільовою функцією — $f(x)$, критерієм — вимога мінімізації ($\rightarrow \min$), а обмеженнями — $0 \leq x \leq 10$.

Добре дослідженим та важливим для планування виробничих процесів різновидом оптимізаційних задач є *задачі лінійного програмування* (ЗЛП), тобто задачі, в яких цільова функція та обмеження є лійними. У загальному випадку математична модель ЗЛП має такий вигляд:

$$c_1x_1 + \dots + c_nx_n \rightarrow \min (\max); \quad (1)$$

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1; \\ \dots \\ a_{m1}x_1 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m; \end{cases} \quad (2)$$

$$x_j \geq 0, j = 1, \dots, n. \quad (3)$$

Тут x_1, \dots, x_n — змінні; a_{ij} , b_i та c_i — деякі числа; (1) — цільова функція разом із критерієм; (2) і (3) — обмеження. Зазначимо, що обмеження (3) називаються *прямими*, а обмеження (2) — *непрямими*. У непрямих обмеженнях замість знаків « \leq » можуть стояти знаки « \geq » або « $=$ ». Крім того, можуть накладатися додаткові обмеження, наприклад, може вимагатися, щоб змінні були цілочисельними.

Загалом алгоритм розв'язання оптимізаційної задачі такий.

1. **Введення позначень.** Потрібно визначити, яка змінна яку величину позначатиме.
2. **Створення цільової функції та критерію.** Слід визначити, яка величина максимізуватиметься чи мінімізуватиметься, та записати формулу залежності цієї величини від змінних, тобто формулу цільової функції. Нею може бути вартість продукції, обсяг прибутку, обсяг витрат на виробництво та перевезення.
3. **Складання системи обмежень.** Обмеження — це нерівності або рівності, яким мають задовольняти значення змінних.

4. **Розв'язання задачі.** Деякі оптимізаційні задачі можна розв'язати аналітично, без використання комп'ютера, проте цей спосіб надто трудомісткий. Далі ви навчитесь розв'язувати такі задачі засобами табличного процесора. Це будуть як задачі на пошук екстремуму функції однієї змінної, так і задачі лінійного програмування.

Розв'язання оптимізаційних задач за допомогою Excel

У табличному процесорі Microsoft Excel передбачено спеціальний інструмент для розв'язання оптимізаційних задач — Поиск решения (Пошук розв'язку), що запускається за допомогою однойменної команди меню Сервіс. Цей засіб шукає розв'язок оптимізаційної задачі за *ітеративним алгоритмом*, багаторазово змінюючи значення змінних на малу величину і таким чином наближуючи цільову функцію до оптимального значення.

ПРИМІТКА. Якщо меню **Сервіс** не містить команди **Поиск решения** (Пошук розв'язку), то необхідно відкрити вікно **Надбудови** (команда **Сервіс** ▶ **Надбудови**) та встановити в ньому прапорець **Поиск решения** (Пошук розв'язку).

Після виконання команди **Сервіс** ▶ **Поиск решения** (Пошук розв'язку) відкриється однойменне вікно (рис. 8.1).

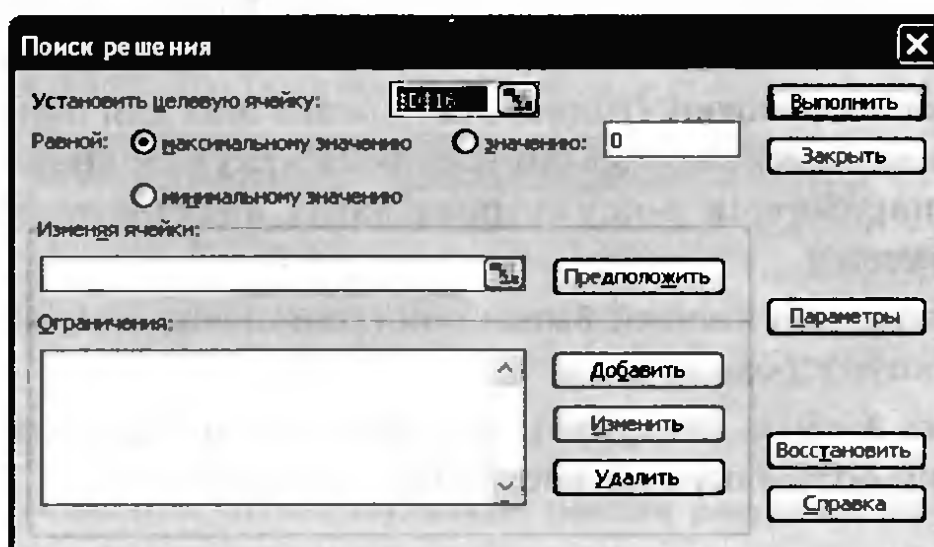


Рис. 8.1. Вікно пошуку розв'язку

Розглянемо призначення основних елементів діалогового вікна Поиск решения (Пошук розв'язку).

- ◆ У полі Установить целеву ячейку (Встановити цільову клітинку) вказують адресу цільової клітинки (ця клітинка повинна містити формулу цільової функції).
- ◆ За допомогою перемикача Равной (Рівній) вказують, що потрібно зробити з цільовою функцією: максимізувати, мінімізувати або отримати задане значення.
- ◆ У полі Изменяя ячейки (Змінюючи клітинки) вказують адреси клітинок, де містяться аргументи цільової функції.
- ◆ Кнопка Предположить (Припустити) використовується для автоматичного пошуку клітинок, що впливають на цільову функцію.
- ◆ Область Ограничения (Обмеження) призначена для відображення списку граничних умов поставленої задачі.
- ◆ Кнопка Добавить (Добавити) призначена для створення обмежень.
- ◆ Кнопку Изменить (Змінити) використовують для редагування наявних обмежень.
- ◆ Кнопка Удалить (Видалити) призначена для скасування виділеного обмеження.
- ◆ Кнопку Параметры (Параметри) використовують для завантаження або збереження оптимізаційної моделі, визначення граничного часу роботи засобу та настроювання інших параметрів.
- ◆ Кнопка Восстановить (Відновити) призначена для очищення полів вікна Поиск решения (Пошук розв'язку) і відновлення значень параметрів пошуку розв'язку, використовуваних за умовчанням.
- ◆ За допомогою кнопки Выполнить (Виконати) запускають процес пошуку розв'язку.
- ◆ Кнопка Закреть (Закрити) призначена для виходу з вікна без пошуку розв'язку (усі настройки зберігаються).

Отже, у вікні Поиск решения (Пошук розв'язку) потрібно ввести дані про змінні, цільову функцію та обмеження і клацнути кнопку Выполнить (Виконати). Проте перш ніж скористатися інструментом Поиск решения (Пошук розв'язку), математичну модель необхідно подати у вигляді електронної таблиці. Перелічимо дії, які потрібно виконати.

1. Визначити, у яких клітинках зберігатимуться значення змінних.
2. Ввести формулу цільової функції у цільову клітинку (у формулі використовуватимуться адреси клітинок змінних).
3. Ввести обмеження. Обмеження, як правило, мають вигляд *формула* \geq (\leq , $=$) *число*. Сам знак « \geq », « \leq » або « $=$ » вводити не потрібно, адже це буде зроблено у вікні Поиск решения (Пошук розв'язку). Достатньо лише ввести у відповідну клітинку формулу обмеження, а в іншу клітинку — число. Зазначимо, що прямі обмеження в ЗЛП не потрібно вводити в електронну таблицю; їх можна задати безпосередньо у вікні Поиск решения (Пошук розв'язку).

Коли інструмент Поиск решения (Пошук розв'язку) завершить роботу, буде відображено вікно Результаты поиска решения (Результати пошуку розв'язку) (рис. 8.2). Якщо просто клацнути кнопку ОК, на аркуші моделі буде відображено оптимальне значення цільової функції та значення змінних, за яких воно досягається. Якщо перед тим вибрати перемикач Восстановит исходные значения (Відновити вихідні значення), то усі значення залишаться такими ж, як і до пошуку розв'язку, а якщо вибрати елемент Результаты (Результати) у списку Тип отчета (Тип звіту), то буде створено аркуш з детальним аналізом розв'язку задачі.

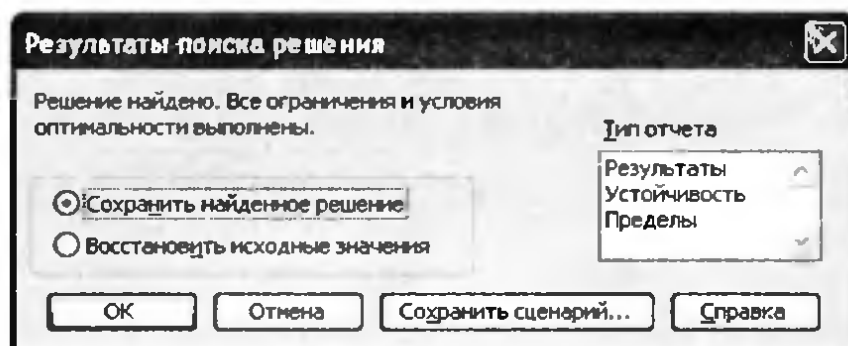


Рис. 8.2. Вікно Результаты поиска решения

Вправа 8.1. Пошук екстремуму функції однієї змінної

Виконуючи цю вправу, ви маєте знайти точку екстремуму та мінімальне значення функції $y = x^2 + x + 2$.

1. Створіть нову електронну книгу. Введіть у клітинку A2 довільне число, а в клітинку B2 — формулу цільової функції $=A2^2+A2+2$ (рис. 8.3). Ви отримаєте математичну модель задачі (обмежень у цьому випадку немає). Збережіть таблицю у файлі Вправа_8_1.xls.

	B2	fx =A2^2 + A2 +2			
	A	B	C	D	
1	x	y			
2	1	4			
3					

Рис. 8.3. Вихідні дані для знаходження екстремуму квадратичної функції

2. Виконайте команду Сервіс ▶ Поиск решения (Пошук розв'язку) та заповніть поля у діалоговому вікні Поиск решения (Пошук розв'язку): задайте цільову клітинку B2; оберіть пошук мінімального значення (перемикач Равной (Рівній) установіть у положення минимальному значению (мінімальному значенню)); у полі Изменяя ячейки (Змінюючи клітинки) вкажіть адресу клітинки змінної A2 (рис. 8.4).

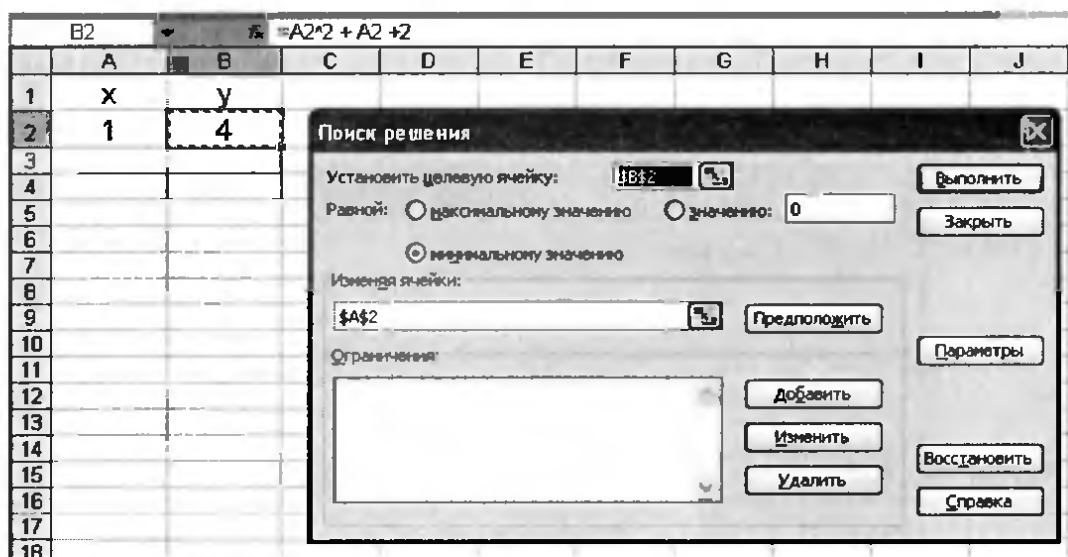


Рис. 8.4. Заповнені поля у вікні Поиск решения

3. Клацніть кнопку **Выполнить (Виконати)**. Буде відкрито вікно **Результаты поиска решения (Результаты пошуку розв'язку)**. Клацніть кнопку **ОК**. Результат розв'язання задачі відобразиться у клітинках **A2** та **B2** (рис. 8.5). Легко пересвідчитися, що результат правильний, адже вершина параболи $y = ax^2 + bx + c$ міститься в точці $x = -b/2a = -0,5$.

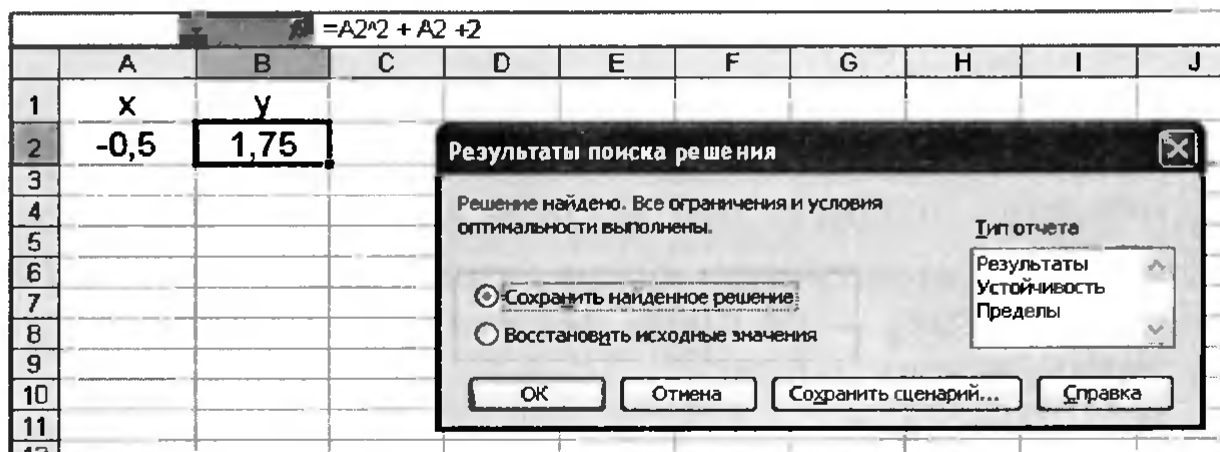


Рис. 8.5. Результат розв'язання оптимізаційної задачі

- 4* Знайдіть за допомогою засобу **Поиск решения (Пошук розв'язку)** мінімум та максимум функції $y = x + 1/x$.

Вправа 8.2. Розв'язання задачі лінійного програмування

У ресторані готують фірмові страви трьох видів (страва А, страва Б, страва В), використовуючи інгредієнти чотирьох видів (інгредієнт 1, інгредієнт 2, інгредієнт 3, інгредієнт 4). Норму використання інгредієнтів (у грамах) для приготування однієї порції кожної страви наведено у табл. 8.1.

Таблица 8.1. Норма інгредієнтів для приготування однієї порції страви

Вид інгредієнта	Страва А	Страва Б	Страва В
Інгредієнт 1	10	50	10
Інгредієнт 2	20	0	40
Інгредієнт 3	20	10	30
Інгредієнт 4	30	15	0

Вартість однієї порції страви А становить 120 грн, страви В — 100 грн, а страви С — 80 грн. Щодня до ресторану доставляють 5 кг інгредієнта 1, по 4 кг інгредієнтів 2 і 3 та 3 кг інгредієнта 4. Потрібно визначити, яку кількість порцій кожної з фірмових страв слід приготувати, щоб загальна вартість страв була максимальною.

Побудова математичної моделі

Складемо математичну модель задачі.

1. Введемо позначення: x_1 — кількість порцій страви А, x_2 — кількість порцій страви Б, x_3 — кількість порцій страви В.
2. Загальну вартість страв можна визначити за формулою $120x_1 + 100x_2 + 80x_3$ — це і буде формула цільової функції. Її потрібно максимізувати.
3. Як видно з табл. 8.1, для приготування страви А потрібно використати 10 г інгредієнта 1. Отже, для приготування x_1 порцій страви А треба використати $10x_1$ грам цього інгредієнта. Аналогічно, для виготовлення x_2 порцій страви Б потрібно $50x_2$ г інгредієнта 1, а для x_3 порцій страви В — $10x_3$ г цього інгредієнта. Оскільки його загальна маса становить 5 кг (5000 г), то обмеження для інгредієнта 1 матиме вигляд $10x_1 + 50x_2 + 10x_3 \leq 5000$. У цьому обмеженні ліва частина визначає потреби в інгредієнті 1, а права вказує на його наявну кількість. У такий самий спосіб можна скласти обмеження для інших інгредієнтів.

Враховавши, що кількості порцій — це цілі невід'ємні числа, отримаємо таку модель задачі:

$$120x_1 + 100x_2 + 80x_3 \rightarrow \max \quad (4)$$

$$20x_1 + 50x_2 + 10x_3 \leq 5000 \quad (\text{за кількістю інгредієнта 1}); \quad (5)$$

$$20x_1 + 40x_3 \leq 4000 \quad (\text{за кількістю інгредієнта 2}); \quad (6)$$

$$20x_1 + 10x_2 + 30x_3 \leq 4000 \quad (\text{за кількістю інгредієнта 3}); \quad (7)$$

$$30x_1 + 15x_2 \leq 3000 \quad (\text{за кількістю інгредієнта 4}); \quad (8)$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0; \quad (9)$$

$$x_1, x_2, x_3 \text{ — цілі числа.} \quad (10)$$

Розв'язання задачі

Розв'яжемо отриману задачу лінійного програмування за допомогою інструмента Поиск решения (Пошук розв'язку) табличного процесора Excel.

1. Створіть нову електронну книгу. Заповніть таблицю даними за зразком, наведеним на рис. 8.6. Збережіть файл під іменем Вправа_8_2.xls.

	A	B	C	D	E	F
1	Норма використання інгредієнтів для однієї порції страви					
2		Страва А	Страва Б	Страва В	Витрати інгредієнта, г	Наявність інгредієнта, г
3	норма використання інгредієнта 1	20	50	10		5000
4	норма використання інгредієнта 2	0	0	40		4000
5	норма використання інгредієнта 3	20	10	30		4000
6	норма використання інгредієнта 4	30	15	0		3000
7	Кількість порцій					
8						
9						
10	Загальна вартість страв, грн					

Рис. 8.6. Вхідні дані для задачі лінійного програмування

Значення змінних x_1 , x_2 , x_3 (шукана кількість порцій) зберігатимуться у клітинках В7:D7.

2. У клітинку В10 введіть формулу визначення цільової функції: $=120*B7+100*C7+80*D7$ та натисніть клавішу Enter.
3. Виділіть клітинку Е3, введіть до неї формулу лівої частини обмеження (5) $=B\$7*B3+\$C\$7*C3+\$D\$7*D3$ та натисніть клавішу Enter. Скопіюйте формулу з клітинки Е3 у клітинки Е4:Е6. Зверніть увагу, що посилання на клітинки змінних є абсолютними, тому під час копіювання формули вони не змінюються. Натомість змінюються посилання на клітинки з коефіцієнтами обмежень, і, таким чином, у кожній з клітинок Е4:Е6 ми отримуємо формулу нового обмеження.

4. Виконайте команду Сервіс ▶ Поиск решения (Пошук розв'язку) та заповніть поля (рис. 8.7) у діалоговому вікні Поиск решения (Пошук розв'язку).

- а) У поле Установить целевую ячейку (Установити цільову клітинку) введіть адресу клітинки B10, що містить значення цільової функції;
- б) перемикач Равной (Рівній) установіть у положення максимальному значению (максимальному значенню);
- в) у поле Изменяя ячейки (Змінюючи клітинки) введіть адресу діапазону B7:D7, де містяться значення змінних;
- г) у список Ограничения (Обмеження), користуючись кнопкою Добавить (Додати), введіть такі нерівності:
 $E3:E6 \leq F3:F6$ — непрямі обмеження (5)–(8);
 $B7:D7 \geq 0$ — прямі обмеження (9);
 $B7:D7 = \text{целое}$ — додаткові обмеження (10).

Зауважте, що в обмеженнях ви можете вказувати не лише окремі клітинки, а й цілі діапазони, і це означає, що рівності чи нерівності мають виконуватися для кожної клітинки діапазону. Наприклад, обмеження $E3:E6 \leq F3:F6$ еквівалентне сукупності обмежень $E3 \leq F3$; $E4 \leq F4$; $E5 \leq F5$; $E6 \leq F6$.

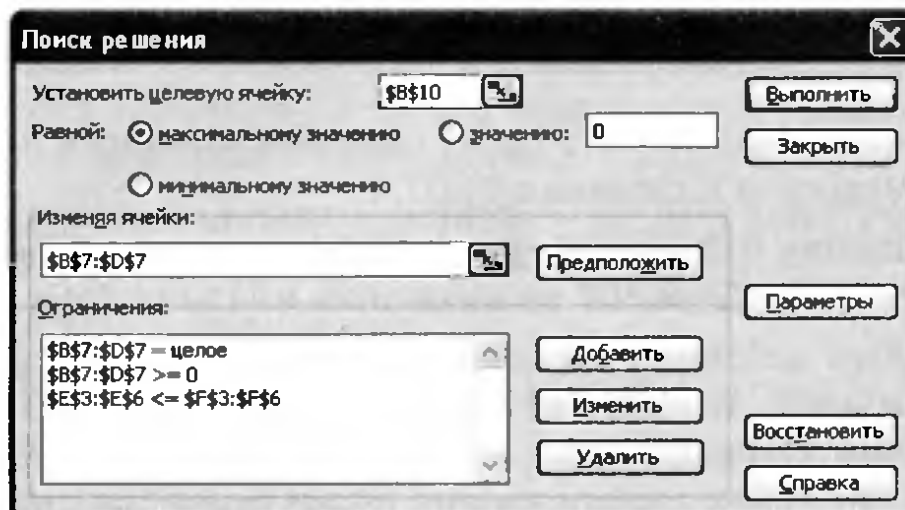


Рис. 8.7. Вікно Поиск решения під час розв'язання задачі лінійного програмування

5. Клацніть кнопку Выполнить (Виконати), у вікні Результаты поиска решения (Результати пошуку розв'язку) зі списку Тип отчета

(Тип звіту) виберіть значення Результати (Результати) і клацніть кнопку ОК. Буде знайдено розв'язок оптимізаційної задачі (рис. 8.8) і створено новий аркуш Отчет по результатам 1 (Звіт за результатами 1). Збережіть таблицю на диску.

	A	B	C	D	E	F
1	Норма використання інгредієнтів для однієї порції страви					
2		Страва А	Страва Б	Страва В	Витрати інгредієнта, г	Наявність інгредієнта, г
3	норма використання інгредієнта 1	20	50	10	5000	5000
4	норма використання інгредієнта 2	20	0	40	4000	4000
5	норма використання інгредієнта 3	20	10	30	3940	4000
6	норма використання інгредієнта 4	30	15	0	2985	3000
7	Кількість порцій	70	59	65		
8						
9						
10	Загальна вартість страв, грн	19500				

Рис. 8.8. Таблиця з розв'язком оптимізаційної задачі

6. Зробіть висновок: за наявних інгредієнтів для максимізації вартості страв їх слід приготувати в такій кількості: страва А — 70 порцій, страва Б — 59 порцій, страва В — 65 порцій. При цьому загальна вартість страв становитиме 19 500 грн.
7. Щоб проаналізувати розв'язок детальніше, перейдіть на аркуш Отчет по результатам 1 (Звіт за результатами 1). Отриманий звіт складається з трьох таблиць (рис. 8.9).
 - ◆ У таблиці Целевая ячейка (Цільова клітинка) наведені дані про цільову функцію. У стовпці Исходное значение (Початкове значення) наведене значення цільової функції до початку обчислень, у стовпці Результат — її кінцеве значення.
 - ◆ У стовпці Результат таблиці Изменяемые ячейки (Змінювані клітинки) наведені значення змінних, отримані в результаті розв'язання задачі.

- ◆ У таблиці Ограничения (Обмеження) показано, які обмеження для знайденого результату виконуються як рівності (їх називають зв'язаними), а які — як нерівності (це незв'язані обмеження). У стовпці Разница (Різниця) цієї таблиці показано залишки інгредієнтів, що відповідають незв'язаним обмеженням.

Целевая ячейка (Максимум)					
Ячейка	Имя	Исходное значение	Результат		
Загальна вартість страв, грн					
\$B\$10	Страва А	0	19500		
Изменяемые ячейки					
Ячейка	Имя	Исходное значение	Результат		
\$B\$7	Кількість порцій Страва А	0	70		
\$C\$7	Кількість порцій Страва Б	0	59		
\$D\$7	Кількість порцій Страва В	0	65		
Ограничения					
Ячейка	Имя	Значение	Формула	Статус	Разница
\$E\$6	норма використання інгредієнта 4 Витрати інгредієнта, г	2985	\$E\$6<=\$F\$6	не связан.	15
\$E\$4	норма використання інгредієнта 2 Витрати інгредієнта, г	4000	\$E\$4<=\$F\$4	связанное	0
\$E\$3	норма використання інгредієнта 1 Витрати інгредієнта, г	5000	\$E\$3<=\$F\$3	связанное	0
\$E\$5	норма використання інгредієнта 3 Витрати інгредієнта, г	3940	\$E\$5<=\$F\$5	не связан.	60
\$B\$7	Кількість порцій Страва А	70	\$B\$7=целое	связанное	0
\$B\$7	Кількість порцій Страва А	70	\$B\$7>=0	не связан.	70
\$C\$7	Кількість порцій Страва Б	59	\$C\$7>=0	не связан.	59
\$D\$7	Кількість порцій Страва В	65	\$D\$7>=0	не связан.	65
\$B\$7	Кількість порцій Страва А	70	\$B\$7=целое	связанное	0
\$C\$7	Кількість порцій Страва Б	59	\$C\$7=целое	связанное	0
\$D\$7	Кількість порцій Страва В	65	\$D\$7=целое	связанное	0
\$C\$7	Кількість порцій Страва Б	59	\$C\$7=целое	связанное	0
\$D\$7	Кількість порцій Страва В	65	\$D\$7=целое	связанное	0

Рис. 8.9. Звіт за результатами розв'язання задачі

З таблиці Ограничения (Обмеження) отриманого звіту, зокрема, видно, що інгредієнти типу 1 та 2 будуть використані повністю, інгредієнта типу 3 залишиться 60 г, а інгредієнта типу 4 — 15 г.

Практичні роботи профільного спрямування

Мета практичних робіт: закріпити навички з розв'язання оптимізаційних задач.

Практична робота 8 для групи профілів Б

У зоопарку використовують два види кормів: 100 г першого корму містить 2 г білків, 6 г жирів, 4 г вуглеводів і коштує 5 грн; 100 г другого корму містить 3 г білків, 2 г жирів, 9 г вуглеводів і коштує 4 грн. Потрібно скласти раціон харчування тварини в зоопарку за умови, що вона має щодня отримувати не менше 60 г білків, 80 г жирів і 150 г вуглеводів, а вартість добової норми їжі повинна бути мінімальною.

Побудова математичної моделі

1. Введемо такі позначення: x_1, x_2 — відповідно кількість корму першого та другого виду у грамах.
2. Вартість добової норми їжі становить $\frac{5x_1}{100} + \frac{4x_2}{100}$ (грн) — це і є цільова функція, яку потрібно мінімізувати.
3. Як впливає з умови задачі, 100 г корму 1 містить 2 г білків, отже, в x_1 грамах цього корму міститься $\frac{2x_1}{100}$ грамів білків. Аналогічно, в x_2 грамах корму 2 міститься $\frac{3x_2}{100}$ грамів білків. Оскільки кожна тварина в зоопарку має щодня разом з їжею отримувати не менше 60 г білків, то обмеження для першої поживної речовини, білків, матиме вигляд $\frac{2x_1}{100} + \frac{3x_2}{100} \geq 60$.

Так само можна скласти обмеження для інших поживних речовин: $\frac{6x_1}{100} + \frac{2x_2}{100} \geq 80$ — для жирів, $\frac{4x_1}{100} + \frac{9x_2}{100} \geq 150$ — для вуглеводів.

Отже, математична модель задачі має вигляд:

$$\frac{5x_1}{100} + \frac{4x_2}{100} \rightarrow \min; \quad (11)$$

$$\frac{2x_1}{100} + \frac{3x_2}{100} \geq 60 \quad (\text{обмеження на споживання білків}); \quad (12)$$

$$\frac{6x_1}{100} + \frac{2x_2}{100} \geq 80 \quad (\text{обмеження на споживання жирів}); \quad (13)$$

$$\frac{4x_1}{100} + \frac{9x_2}{100} \geq 150 \quad (\text{обмеження на споживання вуглеводів}); \quad (14)$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \quad (15)$$

Розв'язання задачі

Розв'яжемо задачу лінійного програмування (11)–(15) за допомогою інструмента Поиск решения (Пошук розв'язку) табличного процесора Excel.

1. Створіть нову електронну книгу та збережіть її під іменем **Практ_Б_8.xls**. Уведіть заголовки за зразком, поданим на рис. 8.10.

	A	B	C	D	E
1	Добовий раціон харчування тварини				
2		Корм 1	Корм 2	Загальна кількість поживної речовини	Норма споживання поживної речовини у добовій нормі вкг, г
3	білки				
4	жири				
5	вуглеводи				
6					
7	Кількість корму, г				
8					
9	Загальна вартість добової норми вкг, грн				

Рис. 8.10. Форма таблиці для складання раціону харчування тварин в зоопарку

2. Значення змінних x_1 , x_2 зберігатимуться у клітинках B7:C7 — ці клітинки поки що залишаються порожніми. Заповніть даними інші клітинки.
 - а) У клітинки B3:B5 уведіть вміст білків, жирів і вуглеводів, які містяться у 100 г корму 1.
 - б) У клітинки C3:C5 уведіть вміст білків, жирів і вуглеводів, які містяться у 100 г корму 2.
 - в) У клітинки E3:E5 уведіть добову норму споживання білків, жирів і вуглеводів.
3. У клітинку B9 введіть формулу цільової функції (11):

$$=(B7*5+C7*4)/100.$$
4. У клітинку D3 введіть ліву частину обмеження (12), а саме формулу $=(B7*5+C7*4)/100$. Скопіюйте її в діапазон D4:D5.
5. Виконайте команду Сервіс ▶ Поиск решения (Пошук розв'язку) та заповніть поля в однойменному вікні так, як показано на рис. 8.11. Обмеження додавайте за допомогою кнопки **Добавить (Додати)**.
6. Клацніть кнопку **Выполнить (Виконати)**, у вікні **Результаты поиска решения (Результати пошуку розв'язку)** виберіть зі списку

Тип отчета (Тип звіту) значення Результати (Результати) і клацніть кнопку ОК. Розв'язок оптимізаційної задачі буде знайдено (рис. 8.12) та буде створено новий аркуш Отчет по результатам 1 (Звіт за результатами 1). Збережіть таблицю на диску.

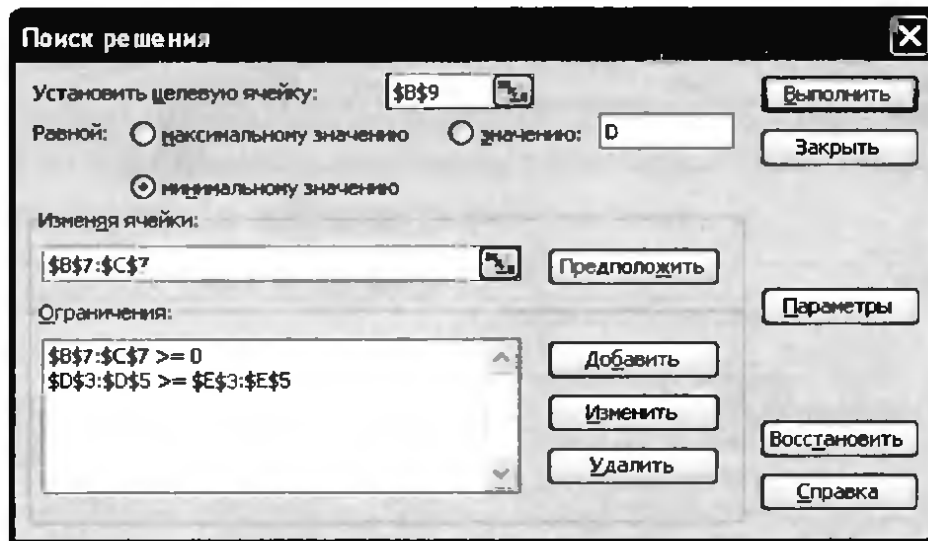


Рис. 8.11. Вікно Поиск решения, заповнене даними

	A	B	C	D	E
1	Добовий раціон харчування тварини				
		Корм 1	Корм 2	Загальна кількість поживної речовини	Норма споживання поживної речовини у добовій нормі їжі
2					
3	білки	2	3	60	60
4	жири	6	2	80	80
5	вуглеводи	4	9	162,8571429	150
6					
7	Кількість корму, г	857	1429		
8					
9	Загальна вартість добової норми їжі, грн	100,00			

Рис. 8.12. Таблиця з розв'язком оптимізаційної задачі

- Користуючись звітом за результатами розв'язання задачі (рис. 8.13), зробіть висновок щодо оптимального раціону харчування тварин та його вартості: добовий раціон харчування тварин має складатися з 0,857 кг корму 1 та 1,429 кг корму 2. Щодня харчування однієї тварини обходиться зоопарку в 100 грн. Це найменша сума, яку потрібно витратити, щоб забезпечити для тварин необхідну кількість поживних речовин. При цьому жирів і білків тварина отримає точно за нормою (оскільки обмеження на білки та жири є зв'язаними), а вуглеводів — з надлишком в обсязі 12,857 г.

Целевая ячейка (Минимум)			
Ячейка	Имя	Исходное значение	Результат
\$B\$9	Загальна вартість добової норми їжі, грн Корм 1	0,00	100,00

Изменяемые ячейки			
Ячейка	Имя	Исходное значение	Результат
\$B\$7	Кількість корму, г Корм 1	0	857
\$C\$7	Кількість корму, г Корм 2	0	1429

Ограничения					
Ячейка	Имя	Значение	Формула	Статус	Разница
\$D\$4	жири Загальна кількість поживної речовини	80	\$D\$4>=\$E\$4	связанное	0
\$D\$3	білки Загальна кількість поживної речовини	60	\$D\$3>=\$E\$3	связанное	0
\$D\$5	вуглеводи Загальна кількість поживної речовини	162,8571429	\$D\$5>=\$E\$5	не связан.	12,85714286
\$C\$7	Кількість корму, г Корм 2	1429	\$C\$7>=0	не связан.	1429
\$B\$7	Кількість корму, г Корм 1	857	\$B\$7>=0	не связан.	857

Рис. 8.13. Звіт за результатами розв'язання задачі

Практична робота 8 для групи профілів М

Є три постачальники та три замовники певного товару. Відомі кількості наявного товару в кожного з постачальників, обсяги замовлень замовників, а також вартість перевезення одиниці товару від кожного постачальника до кожного замовника (табл. 8.2).

Таблиця 8.2. Таблиця з відомостями про перевезення товару

	Вартість перевезення одиниці товару (в умовних одиницях)			Можливості постачальників (кількість одиниць)
	Замовник 1	Замовник 2	Замовник 3	
Постачальник 1	1	3	5	23
Постачальник 2	3	4	6	45
Постачальник 3	2	6	3	45
	Обсяг замовлення (кількість одиниць)			
	34	56	23	

Потрібно знайти оптимальний план перевезень, тобто визначити, скільки одиниць товару має поставити кожен постачальник кожному замовнику, щоб загальна вартість перевезень була міні-

німальною і виконувалися такі вимоги: всі замовлення повністю виконані, весь товар від постачальників вивезено.

Побудова математичної моделі

1. Уведемо такі позначення змінних: x_{ij} — кількість одиниць товару, який має бути перевезено від i -го постачальника до j -го замовника, $i = 1, 2, 3; j = 1, 2, 3$.
2. Якщо вартість перевезення одиниці товару від i -го постачальника до j -го замовника позначити через c_{ij} ($j = 1, 2, 3; i = 1, 2, 3$), то цільова функція матиме такий вигляд:

$$f(x) = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 c_{ij} x_{ij}.$$

Для заданої вартості перевезень (див. табл. 8.2) цільова функція матиме вигляд:

$$x_{11} + 3x_{12} + 5x_{13} + 3x_{21} + 4x_{22} + 6x_{23} + 2x_{31} + 6x_{32} + 3x_{33} \rightarrow \min. \quad (16)$$

Цю функцію потрібно мінімізувати.

3. Систему обмежень отримуємо з умови задачі:

а) всі вантажі мають бути перевезені, тобто

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} = 23 \text{ (для першого постачальника)}, \quad (17)$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} = 45 \text{ (для другого постачальника)}, \quad (18)$$

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} = 45 \text{ (для третього постачальника)}; \quad (19)$$

б) всі замовлення мають бути виконані, тобто

$$x_{11} + x_{21} + x_{31} = 34 \text{ (для першого замовника)}, \quad (20)$$

$$x_{12} + x_{22} + x_{32} = 56 \text{ (для другого замовника)}, \quad (21)$$

$$x_{13} + x_{23} + x_{33} = 23 \text{ (для третього замовника)}. \quad (22)$$

в) Оскільки перевозити можна лише додатну кількість товару, то

$$x_{ij} \geq 0, \quad i = 1, 2, 3; \quad j = 1, 2, 3. \quad (23)$$

г) Кількість одиниць товару, що перевозиться, має бути цілою. Тому:

$$x_{ij} \text{ — цілі числа, } i=1, 2, 3; \quad j = 1, 2, 3. \quad (24)$$

Розв'язання оптимізаційної задачі полягає у знаходженні мінімального значення цільової функції (16) за дотримання обмежень (17)–(24). Така задача називається *транспортною*. Очевидно, що вона є різновидом задачі лінійного програмування.

ПРИМІТКА. Задача (16)–(24) є *закритою*, оскільки сумарна кількість товару в постачальників дорівнює сумарному обсягу замовлень (113 од.). Якби це було не так, задача називалася б *відкритою* і за будь-якого її розв'язку певні замовлення залишилися би невиконаними або якийсь товар недопоставленим. Відкриті транспортні задачі зводяться до закритих шляхом введення фіктивного замовника (якщо обсяг товару, наявного в постачальників, перевищує обсяг замовлень) або фіктивного постачальника (якщо обсяг товару в постачальників менший за обсяг замовлень).

Розв'язання задачі

Розв'яжемо транспортну задачу лінійного програмування (16)–(24) за допомогою інструмента Поиск решения (Пошук розв'язку) табличного процесора Excel.

1. Створіть нову електронну книгу та збережіть її під іменем `Практ_М_8.xls`. Уведіть дані за зразком, поданим на рис. 8.14.

	A	B	C	D	E
1	Вартості перевезень				
2		Замовник 1	Замовник 2	Замовник 3	Можливості постачальників
3	Постачальник 1	1	3	5	23
4	Постачальник 2	3	4	6	45
5	Постачальник 3	2	6	3	45
6	Обсяги замовлень	34	56	23	
7					
8	Обсяги перевезень				
9		Замовник 1	Замовник 2	Замовник 3	Можливості постачальників
10	Постачальник 1				
11	Постачальник 2				
12	Постачальник 3				
13	Обсяги замовлень				
14					
15	Загальна вартість перевезень				

Рис. 8.14. Таблиці для розв'язання транспортної задачі

2. Значення змінних x_{ij} міститимуться в діапазоні B10:D12. У клітинку B13 уведіть формулу для обчислення суми клітинок B10:B12. Скопіюйте цю формулу у клітинки C13:D13. У клітинку E10 уведіть формулу для обчислення суми клітинок B10:D10. Скопіюйте цю формулу у клітинки E11:E12.
3. У клітинку B15 уведіть формулу цільової функції. Для цього скористайтеся функцією SUMPRODUCT (рос. СУММПРОИЗВ), яка перемножує відповідні компоненти діапазонів-аргументів,

а потім додає добутки: =SUMPRODUCT(B3:D5;B10:D12). Тобто ми підсумовуємо добутки $c_{ij}x_{ij}$, $i = 1, 2, 3$; $j = 1, 2, 3$.

4. Виконайте команду Сервіс ▶ Поиск решения (Пошук розв'язку) та заповніть поля у діалоговому вікні, що відкриється (рис. 8.15). Обмеження будуть такими:

- ◆ всі товари мають бути перевезені: E3:E5=E10:E12;
- ◆ всі замовлення мають бути виконані: B6:D6=B13:D13;
- ◆ значення кількості одиниць товару, тобто всі клітинки діапазону B10:D12, мають бути цілими невід'ємними числами.

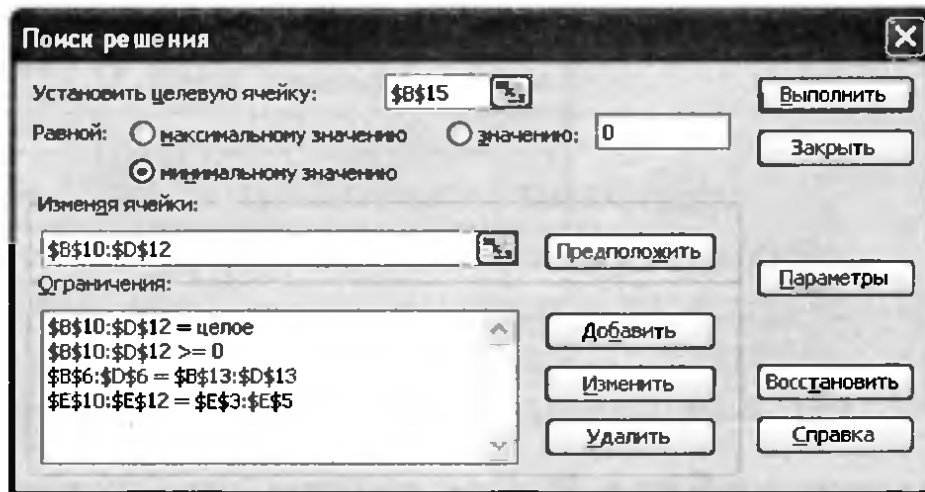


Рис. 8.15. Вікно Поиск решения, заповнене даними

5. У вікні Поиск решения (Пошук розв'язку) клацніть кнопку Выполнить (Виконати), а у вікні Результаты поиска решения (Результати пошуку розв'язку) — кнопку ОК. Ви отримаєте оптимальний розв'язок транспортної задачі (рис. 8.16).
6. Збережіть електронну книгу і зробіть висновок: найнижча загальна вартість перевезень становить 471 у. о. При цьому:
- ◆ замовник 1 отримує всю продукцію від постачальника 2;
 - ◆ замовник 2 отримує 23 одиниці продукції від постачальника 1 і 33 одиниці продукції від постачальника 3;
 - ◆ замовник 3 отримує 11 одиниць продукції від постачальника 2 і 12 одиниць продукції від постачальника 3.
7. Збережіть електронну книгу і зробіть висновок: найнижча загальна вартість перевезень становить 471 у. о. При цьому:
- ◆ замовник 1 отримує всю продукцію від постачальника 2;
 - ◆ замовник 2 отримує 23 одиниці продукції від постачальника 1 і 33 одиниці продукції від постачальника 3;

- ◆ замовник 3 отримує 11 одиниць продукції від постачальника 2 і 12 одиниць продукції від постачальника 3.

	A	B	C	D	E
1	Вартості перевезень				
2		Замовник 1	Замовник 2	Замовник 3	Можливості постачальників
3	Постачальник 1	1	3	5	23
4	Постачальник 2	3	4	6	45
5	Постачальник 3	2	6	3	45
6	Обсяги замовлень	34	56	23	
7					
8	Обсяги перевезень				
9		Замовник 1	Замовник 2	Замовник 3	Можливості постачальників
10	Постачальник 1	0	23	0	23
11	Постачальник 2	34	0	11	45
12	Постачальник 3	0	33	12	45
13	Обсяги замовлень	34	56	23	
14					
15	Загальна вартість перевезень	471			

Рис. 8.16. Оптимальний розв'язок транспортної задачі

Практична робота 8 для групи профілів Е

На швейній фабриці планується випуск костюмів двох видів: чоловічих та жіночих. На жіночий костюм витрачається 1 м бавовни та 1,5 м лавсану. Жіночий костюм шиє одна швачка за 1 трудовдень. На чоловічий костюм витрачається 2,5 м бавовни та 0,5 м лавсану і його одна швачка шиє за 1,5 трудовдні. Загалом на фабрику завезли 350 м бавовни та 240 м лавсану, з яких потрібно пошити 110 костюмів, витративши на це до 150 трудовднів. Прибуток від реалізації жіночого костюма складає 14 грн, а від реалізації чоловічого — 15 грн. Потрібно визначити таку кількість костюмів кожного виду, пошиття якої дасть змогу максимізувати загальний прибуток.

Побудова математичної моделі

1. Введемо такі позначення: x_1 — кількість жіночих костюмів, x_2 — кількість чоловічих костюмів.
2. Прибуток від реалізації обох видів костюмів становитиме $14x_1 + 15x_2$ (грн). Це і є цільова функція, яку потрібно максимізувати.

3. Оскільки на пошиття жіночого костюма витрачається 1 трудовий день, то для пошиття x_1 жіночих костюмів потрібно x_1 трудових днів. На пошиття чоловічого костюма потрібно 1,5 трудових днів, а отже, на пошиття x_2 чоловічих костюмів піде $1,5x_2$ трудових днів. Оскільки на пошиття костюмів можна витратити до 150 трудових днів, то обмеження для першого виду ресурсів (трудових) матиме вигляд: $x_1 + 1,5x_2 \leq 150$. Подібним чином можна скласти обмеження для інших ресурсів (бавовни та лавсану). Враховуючи, що кількість костюмів має бути цілим невід'ємним числом, отримаємо таку математичну модель задачі:

$$14x_1 + 15x_2 \rightarrow \max. \quad (25)$$

Обмеження:

$$x_1 + 1,5x_2 \leq 150 \quad (\text{на кількість трудових днів}); \quad (26)$$

$$x_1 + 2,5x_2 \leq 350 \quad (\text{на кількість запасу бавовни}); \quad (27)$$

$$1,5x_1 + 0,5x_2 \leq 240 \quad (\text{на кількість запасу лавсану}); \quad (28)$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0; \quad (29)$$

$$x_1, x_2 \text{ — цілі числа.} \quad (30)$$

Зазначимо, що така задача лінійного програмування називається задачею про розподіл ресурсів.

Розв'язання задачі

Розв'яжемо задачу лінійного програмування (25)–(30) за допомогою інструмента Поиск решения (Пошук розв'язку) табличного процесора Excel.

1. Створіть нову електронну книгу та збережіть її під іменем `Практ_E_8.xls`. Створіть таблицю за зразком, наведеним на рис. 8.17.
2. Значення змінних x_1 , x_2 зберігатимуться у клітинках B7:C7 — поки що ці клітинки залишаються порожніми. Заповніть даними інші клітинки:
 - ◆ У клітинки B3:B5 уведіть дані про кількість ресурсів, необхідних для пошиття жіночого костюма, а у клітинки C3:C5 — чоловічого.
 - ◆ У клітинки E3:E5 уведіть дані про наявну кількість ресурсів (див. обмеження (26)–(28)).

	A	B	C	D	E
1	План ПОШИТТЯ КОСТЮМІВ				
2	Ресурси	Жіночий костюм	Чоловічий костюм	Загальна кількість потрібних ресурсів	Наявні ресурси
3	Трудодні				
4	Бавовна, м				
5	Лавсан, м				
6					
7	Кількість костюмів, шт				
8					
9	Загальний прибуток, грн				

Рис. 8.17. Форма таблиці для визначення максимального прибутку

- У клітинку B9 уведіть формулу цільової функції (25): $=14*B7+15*C7$.
- Уведіть у клітинки D3:D5 формули лівих частин обмежень (24)–(26): у клітинку D3 введіть формулу $=B3*B8+C3*C8$ та скопіюйте її у клітинки D4:D5.
- Виконайте команду Сервіс ▶ Поиск решения (Пошук розв'язку) та заповніть поля у діалоговому вікні, що відкриється (рис. 8.18), з урахуванням обмежень (26)–(30).

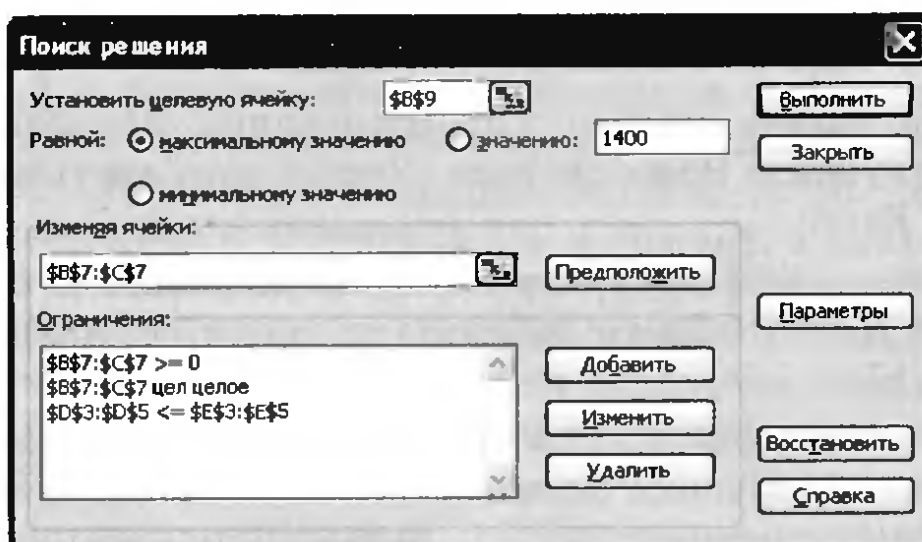


Рис. 8.18. Вікно Поиск решения, заповнене даними

- Кладніть кнопку Выполнить (Виконати), у вікні Результаты поиска решения (Результати пошуку розв'язку) виберіть зі списку Тип отчета (Тип звіту) значення Результаты (Результати) і кладніть кнопку ОК. Розв'язок оптимізаційної задачі буде знайдено

(рис. 8.19) і буде створено новий аркуш Отчет по результатам 1 (Звіт за результатами 1). Збережіть таблицю на диску.

	A	B	C	D	E
1	План пошиття костюмів				
2	Ресурси	Жіночий костюм	Чоловічий костюм	Загальна кількість потрібних ресурсів	Наявні ресурси
3	Трудодні	1	1,5	150	150
4	Бавовна, м	1	2,5	150	350
5	Лавсан, м	1,5	0,5	225	240
6					
7	Кількість костюмів, шт	150	0		
8					
9	Загальний прибуток, грн	2100,00			

Рис. 8.19. Таблиця з розв'язком оптимізаційної задачі

7. Користуючись отриманими результатами (рис. 8.20), зробіть висновок про оптимальний план пошиття костюмів: варто шити лише жіночі костюми у кількості 150 шт. У такому разі підприємство отримає прибуток у розмірі 2100 грн. При цьому ресурси праці будуть використані повністю (саме через їх брак можна пошити лише 150 костюмів), а матеріали будуть витрачені неповністю: залишиться 200 м бавовни та 15 м лавсану.

Целевая ячейка (Максимум)					
Ячейка	Имя	Исходное значение	Результат		
\$B\$9	Загальний прибуток, грн	0,00	2100,00		
Изменяемые ячейки					
Ячейка	Имя	Исходное значение	Результат		
\$B\$7	Кількість костюмів, шт Жіночий костюм	0	150		
\$C\$7	Кількість костюмів, шт Чоловічий костюм	0	0		
Ограничения					
Ячейка	Имя	Значение	Формула	Статус	Разница
\$D\$3	Дні працевзатрат потрібних ресурсів	150	\$D\$3<=\$E\$3	связанное	0
\$D\$4	Бавовна, м	150	\$D\$4<=\$E\$4	не связан.	200
\$D\$5	Лавсан, м	225	\$D\$5<=\$E\$5	не связан.	15
\$B\$7	Кількість костюмів, шт Жіночий костюм	150	\$B\$7>=0	не связан	150
\$C\$7	Кількість костюмів, шт Чоловічий костюм	0	\$C\$7>=0	связанное	0
\$B\$7	Кількість костюмів, шт Жіночий костюм	150	\$B\$7=целое	связанное	0
\$C\$7	Кількість костюмів, шт Чоловічий костюм	0	\$C\$7=целое	связанное	0

Рис. 8.20. Звіт за результатами розв'язання задачі

Самостійна робота

1. Знайдіть усі екстремуми функції $f(x) = 2x + \sin(10/x)$ на відріжку $x \in [1;3]$.
2. Для виготовлення однієї книжкової полицки потрібно п'ять дошок довжиною 70 см та три дошки довжиною 80 см. У цех постачаються лише дошки довжиною 3 м. Знайдіть оптимальний план розрізу цих дошок, якщо потрібно виготовити 100 полицок. Тобто вам потрібно визначити, скільки 3-метрових дошок яким чином необхідно розрізати, щоб їх було витрачено якомога менше, а дошок, які буде отримано після розрізу, вистачило б для виготовлення 100 книжкових полицок.
3. Фірма випускає товар в умовах досконалої конкуренції та продає його за ціною 14 у.о. Середні витрати фірми на виробництво одиниці продукції обчислюються за формулою $AC = Q + 2/Q$ (Q — обсяг виробництва, од.). За якого обсягу випуску товару прибуток буде максимальним?
4. Монополія є власником двох підприємств із такими функціями загальних витрат: $TC_1 = 10Q_1$, $TC_2 = 0,25Q_2^2$ (Q — обсяг виробництва, од.). Попит на продукцію монополіста обчислюється за формулою $Q = 200 - 2P$ (P — ціна одиниці продукції, у.о.). Визначте оптимальні з точки зору максимізації прибутку обсяги виробництва на кожному з підприємств та відповідну ціну одиниці продукції.
5. Функція загальних витрат монополії має вигляд $TC = 5Q + 0,25Q^2$ (Q — обсяг виробництва, од.). Монополія продає свою продукцію на двох ринках. Функції попиту на цих ринках є такими: $Q_1 = 160 - P_1$, $Q_2 = 160 - 2P_2$ (P_1 та P_2 — ціни, а Q_1 та Q_2 — обсяги продажів на першому та другому ринках відповідно). Визначте ціни на кожному з ринків, за яких прибуток монополії буде максимальним.

Розв'язуючи задачі 3–5 врахуйте, що прибуток дорівнює різниці доходу (R) і витрат (TC), а дохід визначається за формулою $R = P \times Q$, де P — ціна продукції, Q — обсяг виробництва.

Розділ 9

Основи статистичного аналізу

У цьому розділі буде розглянуто:

- ◆ завдання математичної статистики;
- ◆ поняття вибірки та генеральної сукупності;
- ◆ статистичні характеристики вибірки;
- ◆ статистичні функції табличного процесора та їх використання.

Основні поняття математичної статистики

Статистичні методи обробки даних вже давно застосовуються у найрізноманітніших видах людської діяльності і насамперед там, де досліджуються закономірності, властиві великим сукупностям об'єктів: в економіці, соціології, серійному виробництві тощо. Велику множину об'єктів, що є предметом статистичного дослідження, називають *генеральною сукупністю*. Наприклад, якщо досліджуються передвиборчі вподобання, генеральною сукупністю може бути населення країни.

Проте дослідник, як правило, не має змоги оперувати усією генеральною сукупністю. Наприклад, опитати кожного громадянина країни нереально. Натомість досліджують *вибірку* — деяку множину об'єктів, вибраних з генеральної сукупності, і, проаналізувавши її, роблять висновки щодо властивостей генеральної сукупності в цілому. Так, дослідивши вподобання 10 000 виборців, можна зробити достатньо точні висновки щодо вподобань виборців усієї країни. У заміні дослідження великої множини об'єктів дослідженням значно меншої її частини та подальшому «поширенні» результатів дослідження на всю множину полягає сутність статистичного підходу до обробки даних.

Статистичне дослідження складається з трьох етапів:

- ◆ статистичне спостереження;
- ◆ групування первинних статистичних даних;
- ◆ аналіз статистичної інформації.

На першому етапі формують статистичну вибірку. Її складають за результатами опитування груп людей, спостереження за природними явищами, проведення серії експериментів тощо. Слід зазначити, що вибірку можна ефективно використовувати для вивчення певної ознаки генеральної сукупності тільки тоді, коли вона є *репрезентативною*, або *представницькою*. Для цього об'єкти мають вибиратися випадково, тобто всі об'єкти генеральної сукупності повинні мати однакову ймовірність потрапити до вибірки, а обсяг вибірки має бути достатньо великий.

На другому етапі зібрані відомості певним чином групуються. Наприклад, під час групування результатів опитування до однієї групи можуть бути віднесені відповіді респондентів однієї вікової категорії. За результатами групування будують статистичний *ряд розподілу* — цей процес ми розглянемо в наступному розділі. Коли вибірка невелика та досліджується лише одна ознака вибраних об'єктів, групування можна не виконувати — такі випадки ми розглянемо в цьому розділі.

І нарешті, на третьому етапі обчислюються узагальнюючі показники та проводиться аналіз статистичної інформації. Метою цього етапу, як і статистичного дослідження в цілому, є встановлення закономірностей, властивих генеральній сукупності.

Розділ математики, присвячений методам збору, аналізу та обробки статистичних даних з науковою або практичною метою, називають *математичною статистикою*.

Основні статистичні характеристики вибірки

У математичній статистиці вивчають числові характеристики вибірок, які узагальнюють об'єкти вибірки за певною ознакою. Наприклад, якщо вибірка складається зі 100 учнів, узагальнюючою характеристикою може бути середня успішність учня або, скажімо, максимальний зріст.

Зазначимо, що у разі обчислення статистичних характеристик вибіркою найчастіше називають набір значень певного параметра вибраних об'єктів, наприклад набір річних оцінок учнів з математики. Кожен елемент вибірки в цьому випадку називають *варіантою*.

До основних числових характеристик належать *середнє значення, медіана, мода* (показники центру вибірки), а також *стандартне відхилення, асиметрія, варіаційний розмах вибірки* (показники варіації). Показники центру дозволяють знайти значення, яке у певному розумінні є найбільш типовим, «центральною» для всієї вибірки, а показники варіації дають змогу оцінити, наскільки вибірка згуртована навколо центрального значення, наскільки вона є широкою, симетричною тощо, інакше кажучи, як елементи вибірки розсіюються, або варіюються. Дамо означення згаданих статистичних показників вибірки.

Показники центру

Найпростішим показником, який характеризує центр вибірки, є *мода* — елемент вибірки, що зустрічається найчастіше. Якщо таких елементів кілька, вибірка має кілька мод.

Середнє значення вибірки \bar{x} — це середнє арифметичне усіх варіант вибірки:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i,$$

де n — об'єм вибірки (тобто кількість варіант у ній); x_1, x_2, \dots, x_n — всі варіанти вибірки.

Медіана вибірки — це число, що є серединою вибірки: половина варіант мають значення, більші за значення медіани, а половина — менші.

Показники варіації

Основними показниками розсіювання варіант є *варіаційний розмах, стандартне відхилення, асиметрія*.

Варіаційних розмах (інтервал, амплітуда) — це різниця між максимальним та мінімальним значеннями елементів вибірки.

Стандартне відхилення σ — це параметр, який характеризує ступінь розкиду елементів вибірки відносно середнього значення:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2},$$

де n — об'єм вибірки, x_1, x_2, \dots, x_n — варіанти, \bar{x} — середнє значення вибірки.

Величина σ^2 називається *дисперсією вибірки*.

Асиметрія — величина, яка характеризує ступінь несиметричності розподілу відносно його середнього значення. Додатна асиметрія вказує на відхилення розподілу в бік додатних значень. Від'ємна асиметрія вказує на відхилення розподілу в бік від'ємних значень. Якщо розподіл варіант симетричний, то асиметрія дорівнює 0. Формулу коефіцієнта асиметрії не наводимо, оскільки вона є достатньо складною.

Коли для вибірки обчислено узагальнюючі показники, постає питання: як вони пов'язані з відповідними показниками генеральної сукупності? Найпростіше припустити, що генеральна сукупність має приблизно ті самі значення цих показників, які має вибірка. Визначити їх — означає знайти *точкові оцінки* числових характеристик генеральної сукупності. Але коректніше казати, що та чи інша характеристика генеральної сукупності з певною ймовірністю належить певному інтервалу навколо значення, обчисленого за вибіркою. Визначити такий інтервал — означає знайти *інтервальну оцінку* статистичного показника. Однак вивчення методів пошуку інтервальних оцінок не входить у завдання цього посібника.

ПРИМІТКА. Точковою оцінкою стандартного відхилення генеральної сукупності є виправлене вибіркове стандартне відхилення, яке обчислюється за формулою:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}.$$

Ця ж формула реалізована у відповідній функції Microsoft Excel.

Обчислення статистичних характеристик

Табличний процесор Microsoft Excel оснащений засобами статистичної обробки даних, хоча й суттєво поступається спеціалізованим статистичним програмним пакетам. У табличному процесорі

ці засоби представлені функціями, зібраними в категорії Статистичні, та майже всі вони призначені для обчислення узагальнюючих статистичних характеристик вибірки.

Статистичні функції, що розглядаються нижче (крім функції RANK), можуть мати до 30 аргументів, які повинні бути числами, масивами або посиланнями на діапазони клітинок, що містять числа. Якщо до діапазону-аргументу функції входять клітинки, які містять текст чи логічні значення або є порожніми, то вони ігноруються; але клітинки, що містять нульові значення, враховуються. Коли потрібно обчислити певну статистичну характеристику вибірки, діапазон, що містить елементи вибірки, слід зробити аргументом функції.

Ознайомимось із кількома найважливішими функціями категорії Статистичні:

- ◆ AVERAGE(число1; число2; ...) (рос. СРЗНАЧ) — обчислює середнє значення;
- ◆ MAX(число1; число2; ...) (рос. МАКС) — обчислює максимальне значення;
- ◆ MIN(число1; число2; ...) (рос. МИН) — обчислює мінімальне значення;
- ◆ MEDIAN(число1; число2; ...) (рос. МЕДИАНА) — повертає медіану;
- ◆ MODE(число1; число2; ...) (рос. МОДА) — повертає моду;
- ◆ VAR(число1; число2; ...) (рос. ДИСП) — обчислює дисперсію;
- ◆ STDEV(число1; число2; ...) (рос. СТАНДОТКЛОН) — обчислює стандартне відхилення;
- ◆ SKEW(число1; число2; ...) (рос. СКОС) — повертає асиметрію розподілу;
- ◆ RANK(число; посилання; порядок) (рос. РАНГ) — повертає ранг числа у списку чисел, тобто його номер у впорядкованій послідовності чисел із вказаного діапазону. Функція має такі аргументи: *число* — це число, для якого визначається ранг; *посилання* — це масив або посилання на список чисел; *порядок* — аргумент, який визначає спосіб упорядкування. Якщо цей аргумент відсутній або дорівнює нулю, то найбільше число має ранг 1. Якщо цей аргумент дорівнює будь-якому ненульовому числу, то ранг 1 має найменше число.

ПРИМІТКА. Функція **RANK** призначає повторюваним числам однаковий ранг. Проте наявність повторюваних чисел впливає на ранги наступних чисел. Наприклад, якщо у списку цілих чисел, відсортованих за зростанням, двічі трапляється число 10 із рангом 5, число 11 матиме ранг 7 і жодне з чисел не матиме рангу 6.

Розглянемо приклади використання статистичних функцій у табличному процесорі Microsoft Excel.

Вправа 9.1. Порівняння двох вибірок

Туристична фірма, що реалізує путівки у семи містах країни, провела рекламну кампанію. У таблиці (рис. 9.1) наведено дані про кількість путівок, проданих протягом тижня до проведення рекламної кампанії та протягом тижня після неї. Потрібно, обчисливши характеристики центру та варіації розподілу, порівняти дві вибірки та зробити висновки щодо впливу рекламної кампанії на обсяги продажу путівок.

1. Створіть у новій електронній книзі таблицю за зразком, наведеним на рис. 9.1, та збережіть документ під іменем Вправа_9_1.xls.

	А	В	С
1		Кількість проданих путівок	
2		З рекламою	Без реклами
3		162	135
4		156	126
5		144	115
6		137	140
7		125	121
8		145	112
9		151	130
10			
11	Середнє		
12	Медіана		
13	Розмах		
14	Станд. відхилення		
15	Асиметрія		

Рис. 9.1. Дані про діяльність турагентства

2. Такий показник, як мода, обчислювати недоцільно, оскільки відомості про те, яка кількість проданих путівок траплялася найчастіше, навряд чи можна якось використати. Тож обчисліть середнє значення для обох вибірок.

а) Скориставшись кнопкою f_x (Вставка функції), введіть у клітинку B11 формулу $=AVERAGE(B3:B9)$. У цій клітинці буде

обчислено середнє значення для стовпця 3 рекламою; воно дорівнює 145,71.

б) Скопіюйте формулу з клітинки B11 у клітинку C12. У ній буде обчислено середнє значення для стовпця Без реклами.

3. Аналогічним чином у діапазоні B12:C15 обчисліть для обох вибірок медіану, розмах, стандартне відхилення та асиметрію. Для обчислення розмаху скористайтеся функціями MIN та MAX, оскільки розмах — це різниця найбільшого та найменшого елемента вибірки. Ви маєте отримати такі результати, як на рис. 9.2. Збережіть таблицю на диску.

	Кількість проданих путівок	
	З рекламою	Без реклами
Середнє	145,7142857	125,5714286
Медіана	145	126
Розмах	37	28
Станд. відхилення	12,29788987	10,27711281
Асиметрія	-0,501821668	0,032744545

Рис. 9.2. Статистичні характеристики вибірки

4. Зробіть висновки. Середнє значення та медіана вибірки 3 рекламою значно перевищують відповідні показники вибірки Без реклами, що свідчить про позитивний вплив рекламної кампанії на обсяги продажу путівок. З іншого боку, після рекламної кампанії збільшилися розмах вибірки та стандартне відхилення. Це означає, що обсяги продажу путівок у різних містах стали більше різнитися між собою, стали менш однорідними та передбачуваними. Можливо, такий результат обумовлений тим, що якість рекламної кампанії в різних містах була різною або жителі різних міст по-різному на неї відреагували. Значення асиметрії до рекламної кампанії майже дорівнювало нулю. Це є свідченням того, що в містах, де обсяги продажів були великими, вони приблизно настільки ж перевищували середній обсяг, наскільки маленькі обсяги продажів були менші за нього. Після рекламної кампанії ми отримали суттєву від'ємну асиметрію вибірки. Це означає, що в деяких містах обсяги продажів стали значно меншими за середні, в той час як великі обсяги перевищують середню величину менш істотно. Інакше кажучи, незважаючи на загальний позитивний вплив рекламної кампанії, у деяких містах вона фактично провалилася.

Вправа 9.2. Ранжування вибірки

У таблиці, наведеній на рис. 9.3, подано результати змагань групи студентів з бігу на 100 м. Потрібно ранжувати студентів за цими результатами, присвоївши номер 1 студенту з найкращим результатом, номер 2 — студенту з другим результатом і т. д. Також необхідно визначити, до яких результатів — високих чи низьких — тяжіє основна маса студентів.

1. Відкрийте файл Вправа_9_2.xls з архіву заготовок або самостійно створіть таку таблицю, як на рис. 9.3.

	А	В	С
1	Результати змагань з бігу		
2	Студент	Результат, с	Місце
3	Курило Тетяна	12,8	
4	Поданчук Дмитро	13,2	
5	Надеев Дмитро	13	
6	Харів Ольга	12,9	
7	Завгородній Дмитро	13,5	
8	Рачинська Руслана	13	

Рис. 9.3. Таблиця з вихідними даними

2. Для ранжування студентів скористайтеся функцією RANK, яку потрібно ввести у клітинку С3 і скопіювати у діапазон С4:С42. Формула у клітинці С3 має бути такою: =RANK(С3;С\$3:С\$42;1). Клітинка С3 містить число, яке ранжується, С\$3:С\$42 — діапазон усіх результатів. Зверніть увагу, що номери стовпців у діапазоні результатів фіксовані, а посилання на клітинку, ранг якої обчислюється, відносне. Тому після копіювання цієї формули значення, ранг якого обчислюється, змінюватиметься, а весь діапазон значень залишатиметься тим самим. Місця студентів у змаганнях з бігу мають відобразитися у стовпці С.
3. Щоб визначити, до яких значень — високих чи низьких — тяжіють результати основної маси студентів, варто обчислити асиметрію вибірки. Отже, уведіть у будь-яку клітинку поза межами таблиці формулу =SKEW(С3:С42), і буде обчислено асиметрію розподілу результатів змагань з бігу. Вона дорівнює приблизно $-0,64$. Це означає, що високих результатів (маленький час) набагато менше, ніж низьких. Знайдіть найкращий результат (це студент з рангом 1), він дорівнює 11,2 с. Зменште його до 10 с, і асиметрія стане ще меншою, оскільки найкращий результат став ще рідкіснішим.

Практичні роботи профільного спрямування

Мета практичних робіт: закріпити навички з визначення та інтерпретації основних статистичних характеристик вибірки.

Практична робота 9 для групи профілів Б

За таблицею з відомостями про кількість опадів, яку складала кожного місяця протягом трьох років (рис. 9.4), потрібно визначити та проаналізувати показники центру та варіації розподілу опадів за роками і місяцями.

Хід виконання

1. Відкрийте файл `Практ_Б_9.xls`, де міститься таблиця з даними про кількість опадів (див. рис. 9.4).

Дані про кількість опадів															
Рк \ Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	
2002	37,2	11,4	16,5	19,5	11,7	129	57,1	43,8	85,7	86	12,5	21,2	44,3	38,04	1,192
2003	34,5	51,3	20,5	26,9	45,5	71,5	153	96,6	74,8	14,5	21	22,3	52,7	40,79	1,508
2004	8	1,2	3,8	11,9	66,3	60	50,6	14,5	79,9	74,9	56,6	9,4	36,43	30,68	0,164
Середнє за місяць	26,6	21,3	13,6	19,4	41,2	86,8	86,9	51,6	80,1	58,5	30,0	17,6			
Ранг місяця за вологістю	8	9	12	10	6	2	1	5	3	4	7	11			
Ранг місяця за зворотністю	5	4	1	3	7	11	12	8	10	9	6	2			

Рис. 9.4. Таблиця з вихідними даними

2. Для знаходження середньої кількості опадів за кожний місяць у клітинку B6 уведіть формулу обчислення середнього значення за діапазоном B3:B5. Скопіюйте формулу у клітинки діапазону C6:M6.
3. Для знаходження рангів місяців за вологістю у клітинку B7 уведіть формулу для обчислення рангу клітинки B6 у діапазоні B6:M6 за спаданням кількості опадів. Скопіюйте формулу у клітинки діапазону C7:M7. Зверніть увагу, що посилання на діапазон має бути абсолютним, а порядок ранжування (за спаданням) визначає третій аргумент функції RANK (див. вправу 9.2).

4. Аналогічним чином у клітинках B8:M8 обчисліть ранг місяців за засушливістю, тобто за зростанням кількості опадів.
5. У клітинках N3:P5 обчисліть середньомісячну кількість опадів для кожного з трьох (2002–2004) років, стандартне відхилення та асиметрію вибірки щомісячних опадів для кожного року (усі ці функції використовувалися у вправі 9.1). Формули потрібно вводити тільки у клітинки N3:P3, а в діапазон N4:P5 їх можна скопіювати.
6. За результатами аналізу самостійно зробіть такі висновки:
 - ◆ Які місяці є найбільш та найменш засушливими?
 - ◆ Чи можна вважати розподіл кількості опадів за місяцями рівномірним? Який показник дозволяє дати відповідь на це питання?
 - ◆ Які місяці — найбільш чи найменш засушливі — є рідкісними у цій вибірці?

Практична робота 9 для групи профілів M

У файлі `Практ_M_9.xls` на першому аркуші у клітинках A1:J10 наведено результати статистичного експерименту з підкидання першої гральної кістки, у клітинках A12:J21 — другої, а у клітинках A23:J32 — третьої гральної кістки. Обчисливши певні статистичні показники, дайте відповіді на такі питання:

- ◆ Яку з трьох кісток можна використовувати у чесній грі?
- ◆ Якщо кістка має вади, то якого саме результату її підкидання варто очікувати скоріш за все?

Які саме статистичні функції потрібно використати для пошуку відповіді на ці два питання, визначте самостійно.

Практична робота 9 для групи профілів E

За даними про щомісячні виторги двох магазинів протягом року потрібно визначити:

- ◆ який магазин має більші середньомісячні виторги;
- ◆ який магазин працює стабільніше;
- ◆ які середньомісячні виторги — великі чи маленькі — є більш типовими для кожного з магазинів.

Крім того, потрібно ранжувати місяці за сумарним виторгом обох магазинів.

Хід виконання

1. Відкрийте файл **Практ_Е_9.xls** з відомостями про щомісячні виторги двох магазинів (рис. 9.5).

	А	В	С
	Щомісячні виторги двох магазинів		
2	Місяць	Виторг магазину 1	Виторг магазину 2
3	січень	12,36	9
4	лютий	12	11
5	березень	11,23	25,3
6	квітень	16	6
7	травень	12,3	24,5
8	червень	18,5	16,6
9	липень	13	11,4
10	серпень	15	16,5
11	вересень	12,23	11,5
12	жовтень	15	12
13	листопад	16	13,5
14	грудень	16	12,22

Рис. 9.5. Відомості про щомісячні виторги

2. Уведіть у клітинки **V15:V17** формули, що дозволять визначити середньомісячні виторги, стабільність роботи та типовість великих чи маленьких виторгів для магазину 1. Визначте самостійно, якими статистичними функціями для цього краще скористатися.
3. Скопіюйте введені формули в клітинки **C15:C17**, щоб обчислити статистичні показники для другого магазину.
4. Зробіть висновки, давши відповіді на три питання, сформульовані в умові практичної роботи.
5. У клітинках **D3:D14** обчисліть сумарні виторги двох магазинів за кожен місяць (уведіть формулу у клітинку **D3** і скопіюйте її у клітинки діапазону **D4:D14**).
6. Скориставшись функцією **RANK**, у діапазоні **E3:E14** обчисліть ранг місяців за сумарним виторгом (на першому місці має розташовуватися місяць з найбільшим виторгом). Зверніть увагу на те, що посилання на діапазон має бути абсолютним, а порядок ранжування (за спаданням) визначає третій аргумент функції **RANK** (див. вправу 9.2). Збережіть електронну книгу.

Самостійна робота

1. У файлі Самостійна_9_1.xls наведено дані з відомостями про 20 громадян країни N (рис. 9.6). Складіть за цими даними портрет типового громадянина цієї країни, застосувавши для узагальнення значень кожного показника доречну статистичну функцію.

	A	B	C	D	E
1	Дані про громадян країни				
2	Прізвищ, імя	Стать	Вік	Сімейний стан	Кількість дітей
3	Данилевський Олексій	ч	23	одружений	0
4	Буз Богдан	ч	55	одружений	3
5	Гуменюк Дмитро	ч	41	одружений	2
6	Першин Едуард	ч	62	одружений	2
7	Шевчик Дмитро	ч	27	не одружений	1
8	Тихомиров Петро	ч	12	не одружений	0
9	Поручник Валерій	ч	19	не одружений	0
10	Мороз Ольга	ж	27	одружений	1
11	Удовенко Андрій	ч	22	не одружений	0
12	Макаренко Наталія	ж	30	не одружений	0
13	Шатирко Олександр	ч	29	одружений	1
14	Чайський Антон	ч	33	одружений	1
15	Кравченко Роман	ч	40	одружений	1
16	Вихор Василь	ч	24	одружений	1
17	Демченко Ганна	ж	42	одружений	2
18	Роїк Роман	ч	35	одружений	1
19	Никитішин Тарас	ч	37	одружений	2
20	Репан Катерина	ж	70	не одружений	1
21	Коваль Мар'яна	ж	54	одружений	1
22	Сусло Іван	ч	36	одружений	2

Рис. 9.6. Вихідні дані про громадян країни N

2. У файлі Самостійна_9_2.xls містяться відомості про всі матчі Чемпіонату України з футболу за 2009/2010 рік. Застосувавши функції з категорії Робота з базою даних, подібні статистичним, визначте:
 - ◆ команду, яка в середньому за матч забивала найбільше м'ячів;
 - ◆ найстабільнішу команду (тобто таку, для якої значення різниці забитих і пропущених м'ячів у кожному матчі найменше відхилялися від середнього значення).

Розділ 10

Статистичні методи вивчення взаємозв'язку даних

У цьому розділі буде розглянуто:

- ◆ статистичні ряди розподілу;
- ◆ поняття кореляційного зв'язку та коефіцієнта кореляції;
- ◆ кореляційну матрицю;
- ◆ рівняння та лінії тренду;
- ◆ прогнозування даних.

Статистичні ряди розподілу

У попередньому розділі ми досліджували вибірки, дані в яких були незгруповані, тобто являли собою просто послідовності чисел. За такою послідовністю можна обчислити певні статистичні показники, але неможливо визначити *тенденцію* зміни значень досліджуваної ознаки. Наприклад, якщо є відомості про доходи 1000 осіб, можна визначити середній дохід, стандартне відхилення величини доходу, проте важко сказати, як змінюється кількість осіб, що отримують той чи інший дохід, зі зростанням його величини. Щоб дати відповідь на це питання, потрібно *згрупувати* дані, наприклад визначити кількість людей, що отримують дохід до 1000 грн, від 1000 до 2000 грн, від 2000 до 3000 грн тощо. У результаті ми отримаємо таблицю на кшталт табл. 10.1.

Таблиця 10.1. Відомості про щомісячні доходи населення

Величина доходу, грн	До 1000	1000–2000	2000–3000	3000–4000	4000–5000	5000–6000	6000–7000	7000–8000	Понад 8000
Кількість осіб	250	302	211	91	52	35	20	12	27

Побудована таблиця називається *статистичним рядом розподілу*. Загалом ряд розподілу — це два набори значень однакової довжини. В одному наборі представлені значення певної *ознаки* (у табл. 10.1 це величина доходу), а в іншому — *частоти*, тобто кількості разів, коли під час статистичного спостереження було отримано відповідне значення ознаки. Інакше кажучи, ідеться про розподіл певних об'єктів за певною ознакою. Наприклад, у табл. 10.1 наведено розподіл осіб за величиною доходу. Величина доходу — це ознака, а кількості осіб — частоти.

За рядом розподілу вже можна визначити тенденцію зміни значень досліджуваної ознаки. Так, з табл. 10.1 видно, що з ростом доходу від 0 до 2000 грн кількість осіб, які отримують цей дохід, зростає, а коли дохід перевищує 2000 грн, тенденція зворотна: що вище дохід, то менша кількість людей його отримує.

Атрибутивні та варіаційні ряди розподілу

Розрізняють атрибутивні та варіаційні ряди розподілу. Якщо за основу групування узята якісна ознака, то це *атрибутивний* ряд розподілу (розподіл за видами продукції, професіями, статтю, національною або географічною приналежністю тощо). Якщо ряд розподілу побудований за кількісною ознакою, то такий ряд є *варіаційним* (за розміром доходу, стажем роботи, числом працівників на підприємстві тощо).

Наприклад, наведений у табл. 10.1 ряд розподілу осіб за доходом є варіаційним, а ряд розподілу осіб за професіями, який наведено у табл. 10.2, — атрибутивним.

Таблиця 10.2. Приклад атрибутивного ряду розподілу

Професія	Менеджер	Медичний працівник	Військовослужбовець	Працівник освіти
Кількість осіб	151	78	92	105

Дискретні та інтервальні ряди розподілу

Варіаційні ряди розподілу, у свою чергу, поділяються на дискретні та інтервальні. У *дискретному* ряді розподілу частоти зіставляються окремим значенням ознаки, а в *інтервальному* — інтервалам таких значень. Так, ряд розподілу у табл. 10.1 є інтервальним.

У табл. 10.3 наведено приклад дискретного ряду розподілу — це розподіл кількостей випадання чисел на гральній кістці. Значення ознаки у дискретному ряді називають *варіантами*.

Таблиця 10.3. Приклад дискретного ряду розподілу

Число на гральній кістці	1	2	3	4	5	6
Кількість випадань	50	43	51	47	39	53

Інтервальний ряд розподілу можна перетворити на дискретний, взявши за значення варіант середини інтервалів. Так, у табл. 10.4 наведено дискретний ряд, який побудовано за інтервальним рядом, поданим у табл. 10.1. Зверніть увагу: хоча останній інтервал мав вигляд $[8000; \infty)$, за його середину ми взяли число 8500, припустивши, що відстань між двома останніми значеннями ознаки дорівнює відстані між передостанніми значеннями:

$$7500 - 6500 = 1000; 7500 + 1000 = 8500.$$

Таблиця 10.4. Дискретний ряд розподілу осіб за доходами

Величина доходу, грн	500	1500	2500	3500	4500	5500	6500	7500	8500
Кількість осіб	250	302	211	91	52	35	20	12	27

Очевидно, що атрибутивні ряди розподілу можуть бути тільки дискретними.

Абсолютні та відносні частоти

В усіх розглянутих нами рядах розподілу наведено *абсолютні частоти*, які визначають, скільки разів зустрічається певне значення ознаки. Проте часто в рядах розподілу вказують і *відносні частоти*, що дорівнюють часткам, які припадають на ту чи іншу частоту в загальному об'ємі вибірки. Приклад ряду розподілу з відносними частотами наведено в табл. 10.5.

Таблиця 10.5. Ряд розподілу з відносними частотами

Варіанти	x_1	x_2	...	x_k
Відносні частоти	$\frac{m_1}{n}$	$\frac{m_2}{n}$	$\frac{m_i}{n}$	$\frac{m_k}{n}$

Тут x_i — варіанти, m_i — абсолютні частоти, $i = 1, 2, \dots, k$; k — кількість різних за значенням варіант; n — об'єм вибірки.

У табл. 10.6 наведено ряд розподілу з відносними частотами, побудований на основі даних з табл. 10.1.

Таблиця 10.6. Ряд розподілу щомісячних доходів населення з відносними частотами

Величина доходу, грн	До 1000	1000–2000	2000–3000	3000–4000	4000–5000	5000–6000	6000–7000	7000–8000	Понад 8000
Кількість осіб	0,25	0,302	0,211	0,091	0,052	0,035	0,02	0,012	0,027

Побудова рядів розподілу

Припустимо, що результати статистичних спостережень необхідно згрупувати, побудувавши ряд розподілу. Ця операція виконується у кілька етапів. Насамперед необхідно визначити, який ряд розподілу будувати — інтервальний чи дискретний. Критерій такий: якщо ознака може набувати лише невелику кількість різних значень (у межах одного-двох десятків), будуйте дискретний ряд розподілу, інакше — інтервальний.

ПРИМІТКА. Не плутайте випадок, коли ознака *представлена у вибірці* невеликою кількістю значень, з випадком, коли вона *може набувати невеликої кількості значень* у генеральній сукупності. Наприклад, якщо є вибірка з відомостями про зріст семи людей, то це ще не означає, що величина «зріст» може мати лише сім значень. А якщо є вибірка днів тижня, то величина «день тижня» дійсно може набувати лише семи різних значень.

Для побудови дискретного ряду розподілу слід виписати всі можливі значення ознаки, а потім підрахувати, скільки разів кожне з них трапляється у вибірці — це будуть частоти. У Microsoft Excel для підрахунку частот слід застосувати функцію COUNTIF (рос. СЧЕТЕСЛИ), про яку йшлося в розділі 3. Розв'язання цієї задачі ми залишимо для самостійної роботи (див. завдання для самостійної роботи 1). А от принцип побудови інтервального ряду розподілу розглянемо детальніше.

Отже, для побудови за вибіркою x_1, \dots, x_n ряду розподілу, що складається з m рівних інтервалів, необхідно виконати такі кроки.

1. Визначити найбільшу та найменшу варіанти — x_{\min} та x_{\max} .
2. Визначити величину інтервалу $h = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{m}$.

3. Визначити межі інтервалів $[y_0; y_1], [y_1; y_2], \dots, [y_{m-1}, y_m]$ за формулами:

$$y_0 = x_{\min}; y_{i+1} = y_i + h, i = 0, \dots, m - 1.$$

Тобто нижня межа першого інтервалу дорівнює найменшій варіанті, а кожна наступна межа більша за попередню на h .

4. Підрахувати, скільки варіант потрапляє у кожен інтервал — це і будуть частоти. В Excel це можна зробити за допомогою функції FREQUENCY (рос. ЧАСТОТА), яка має два аргументи:

FREQUENCY(діапазон_вибірки;діапазон_меж_інтервалів)

Перший аргумент — це діапазон, що містить вибірку, а другий — діапазон усіх меж інтервалів, за винятком y_0 та y_m (тобто усіх меж між інтервалами). Результатом функції буде набір частот, що відповідають кожному інтервалу. Ви вперше стикаєтеся з функцією, результатом якої є діапазон значень, а не окреме значення. Її і вводити потрібно дещо інакше, ніж інші функції. А саме, слід виділити весь діапазон, де міститимуться результати, ввести формулу функції та натиснути клавіші **Ctrl+Shift+Enter**.

Приклад використання функції FREQUENCY наведено на рис. 10.1, а.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Виб	$x_{\min} = 0$		Межа інтервалів		Інтервал	Частота
2	75	$x_{\max} = 100$		20		0-20	5
3	30	$h = 20$		40		20-40	5
4	13			60		40-60	2
5	37			80		60-80	4
6	11					80-100	4
7	66						
8	87						
9	96						
10	36						
11	22						
12	71						
13	100						
14	27						
15	65						
16	1						
17	58						
18	53						
19	3						
20	94						
21	0						

=FREQUENCY(A2:A21;D2:D5)			
E	F	G	H
	Інтервал	Частота	
	0-20	=D2:D5	
	20-40		
	40-60		
	60-80		
	80-100		

а

б

Рис. 10.1. Побудова інтервального ряду розподілу:
а — результати обчислень; б — введення функції

Тут вибірка міститься в діапазоні A2:A21, $x_{\min} = 0$, $x_{\max} = 100$ і нам потрібно побудувати ряд розподілу з п'яти інтервалів. Межами між інтервалами будуть числа 20, 40, 60, 80 — вони містяться в діапазоні D2:D5. Функцію FREQUENCY введено в діапазон G2:G6, де ми бачимо результати її обчислення, тобто частоти. Процес введення функції FREQUENCY зображено на рис. 10.1, б.

Графічне подання рядів розподілу

Тенденції зміни частот зручно вивчати, коли ряд розподілу подано у графічному вигляді. Найчастіше для зображення рядів розподілу застосовують гістограму, а за необхідності графічно зобразити відносні частоти — кругову діаграму. На гістограмі значення ознаки відкладаються на осі x , а частоти — на осі y . Так, на рис. 10.2, а ряд розподілу з табл. 10.1 зображено у вигляді гістограми, а на рис. 10.2, б — у вигляді кругової діаграми. З гістограми відразу видно тенденцію зміни кількості осіб із ростом щомісячного доходу.

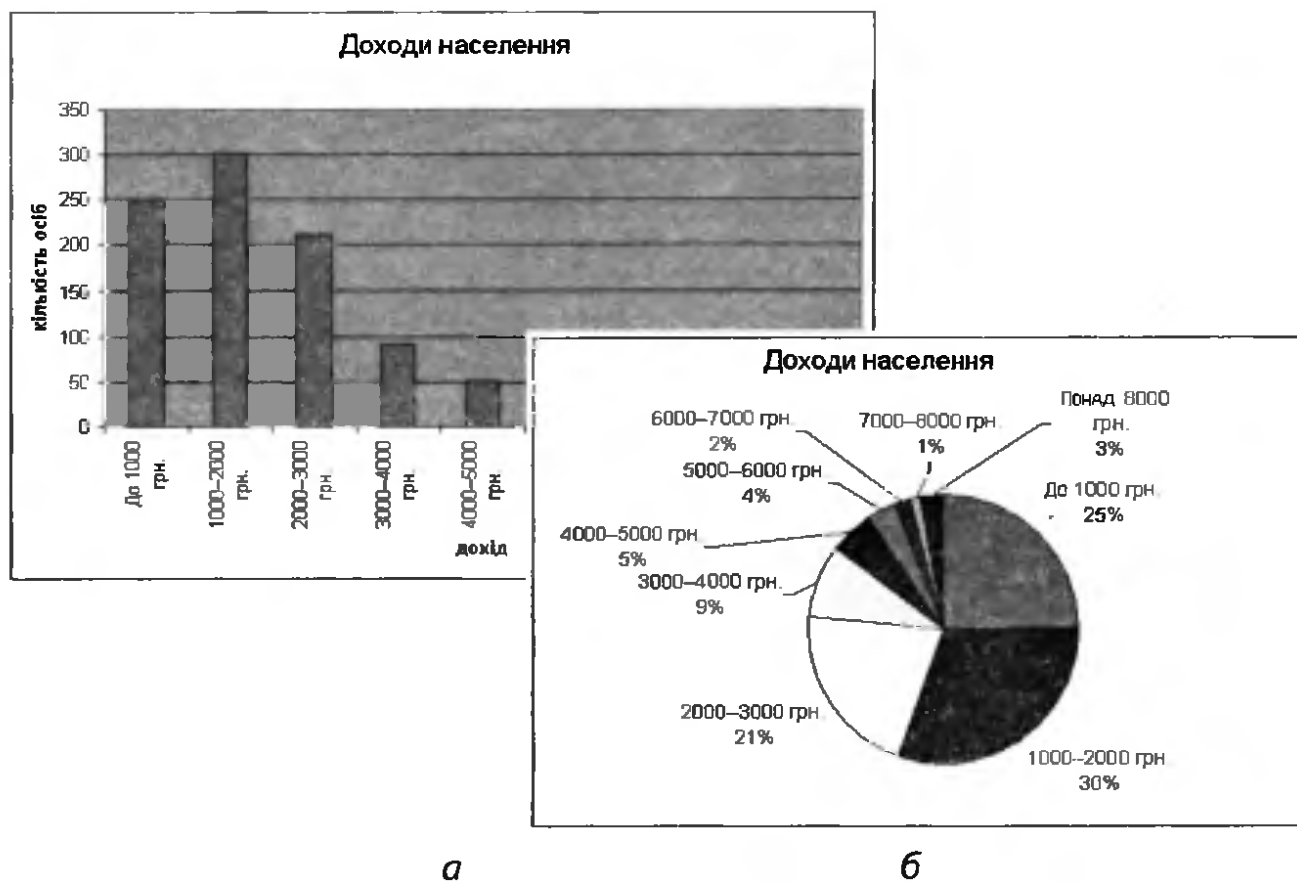


Рис. 10.2. Графічне подання ряду розподілу: а — у вигляді гістограми; б — у вигляді кругової діаграми

Вправа 10.1. Побудова інтервального ряду розподілу

У файлі Вправа_10_1.xls наведено відомості про зріст учнів класу. Потрібно побудувати ряд розподілу учнів за зростом з п'ятьма рівними інтервалами, зобразити його графічно та зробити висновок щодо характеру зв'язку між зростом та кількістю учнів цього зросту.

1. Відкрийте файл Вправа_10_1.xls. У клітинки C1 та C2 уведіть формули для обчислення мінімального і максимального зросту учня: =MIN(A2:A21) та =MAX(A2:A21). Ці значення мають бути такими: $x_{\min} = 151$, $x_{\max} = 176$.
2. У клітинці C3 обчисліть величину інтервалу групування $h = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{5}$. Вона повинна дорівнювати 5.
3. Обчисліть межі між інтервалами у клітинках D2:D5. У клітинці D2 обчисліть значення межі $y_1 = x_{\min} + h$. У клітинку D3 уведіть формулу =D2+C\$3. Скопіюйте цю формулу у клітинки D4:D5, і ви отримаєте значення всіх інших меж. Фактично ми реалізували формулу $y_{i+1} = y_i + h$. Оскільки значення y_i змінюється, посилання D2 є відносним. А оскільки величина h незмінна, номер рядка у посиланні C\$3 зафіксовано.
4. Уведіть межі інтервалів у клітинки F2:F6 (рис. 10.3).

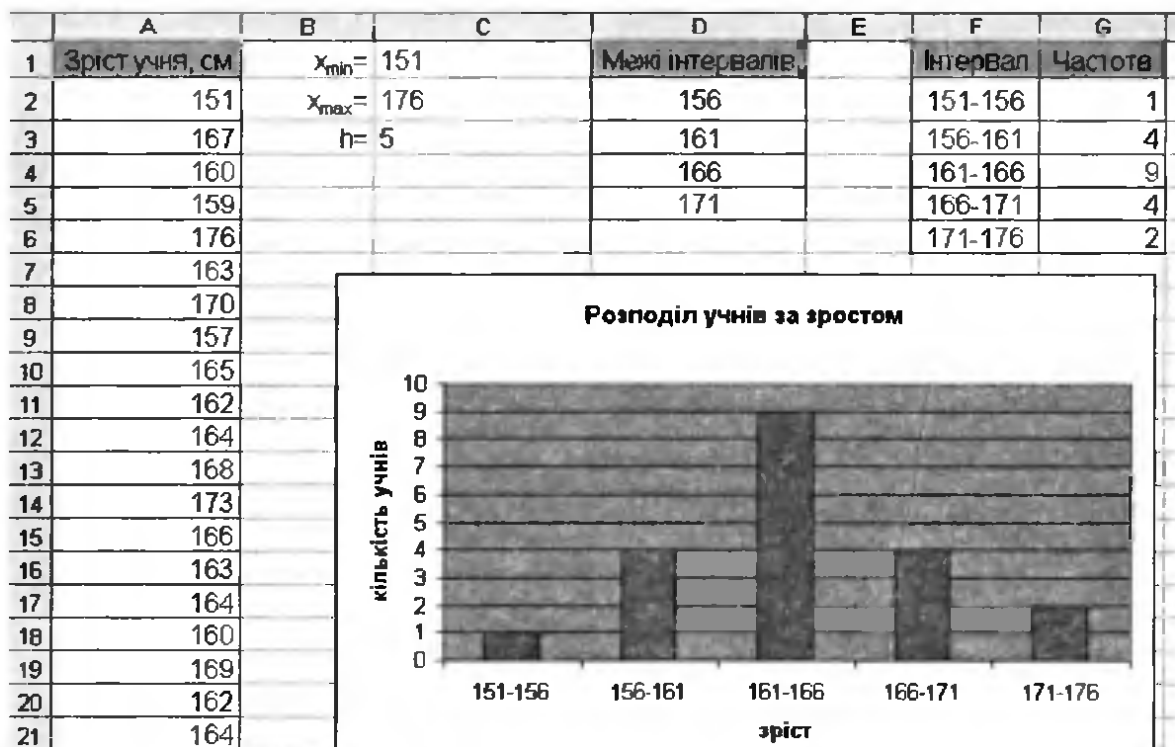



Рис. 10.3. Побудова та графічне подання ряду розподілу

5. Виділіть діапазон G2:G6 та, скориставшись кнопкою  (Вставка функції), уведіть функцію FREQUENCY. Її аргументи будуть такими: діапазон вибірки — A2:A21, діапазон меж інтервалів — D2:D5. Увівши аргументи функції, не клацайте кнопку ОК, а натисніть клавіші Ctrl+Shift+Enter. Частоти буде обчислено.
6. Самостійно створіть гістограму частот (див. рис. 10.3). Як будувати та формувати діаграми, ви знаєте з розділу 4.
- 7* Уведіть у клітинку F2 формулу, після копіювання якої в діапазон F3:F6 у ньому буде автоматично відображено інтервали, як на рис. 10.3.

Обчислення статистичних показників варіаційних рядів розподілу

Якщо вибірку подано у вигляді варіаційного ряду розподілу, а не як набір варіант, то формули для обчислення середнього та стандартного відхилення будуть дещо складніші, ніж ті, які ми розглядали в попередньому розділі. Отже, припустимо, що є такий ряд розподілу, як показано в табл. 10.7.

Таблиця 10.7. Загальний вигляд ряду розподілу

Варіанти	x_1	x_2	...	x_k
Частоти	n_1	n_2	...	n_k

Середнє значення вибірки обчислюється за формулою середньої арифметичної зваженої:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i n_i}{\sum_{i=1}^n n_i} \quad (1)$$

Тут кожне значення варіанти «зважується», тобто множиться на відповідну їй частоту.

Дисперсію варіаційного ряду найлегше обчислити за такою формулою:

$$\sigma^2 = \overline{x^2} - (\bar{x})^2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 n_i}{\sum_{i=1}^n n_i} - (\bar{x})^2 \quad (2)$$

Ну а стандартне відхилення — це корінь із дисперсії:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} \quad (3)$$

У Microsoft Excel спеціальних функцій для обчислення статистичних показників за формулами (1)–(3) не передбачено. Тому визначати ці величини потрібно, обчислюючи кожну суму за допомогою функції SUM (рос. СУММ) з подальшим застосуванням необхідних арифметичних перетворень.

За потреби обчислити статистичні показники для інтервального ряду розподілу його спочатку слід перетворити на дискретний, як це описано в підрозділі «Дискретні та інтервальні ряди розподілу».

Формули для визначення моди, медіани й асиметрії дискретних та інтервальних рядів розподілу ми не наводимо через їхню складність. Зазначимо також, що для атрибутивного ряду розподілу узагальнюючі статистичні показники обчислити взагалі неможливо.

Вправа 10.2. Обчислення статистичних показників

У файлі Вправа_10_2.xls показано ряд розподілу підприємств міста N за прибутком. Обчисліть середній прибуток та стандартне відхилення прибутку цих підприємств. Зробіть висновки.

1. Відкрийте файл Вправа_10_2.xls. У ньому на аркуші Аркуш1 наведено інтервальний ряд розподілу: у стовпці A вказано нижні межі інтервалів, у стовпці C — верхні, у стовпці D зазначено частоти.
2. Щоб обчислити статистичні показники, інтервальний ряд розподілу необхідно перетворити на дискретний. Для цього слід насамперед обчислити середини інтервалів. Уведіть у клітинку E2 формулу $=(A2+C2)/2$, скопіюйте її в діапазон E3:E11, і середини інтервалів буде відображено у стовпці E.
3. Обчисліть величини $n_i x_i$ та $n_i x_i^2$, де n_i — частоти, а x_i — середини інтервалів. Для цього введіть у клітинки F2 та G2 формули $=D2*E2$ та $=D2*E2^2$ і скопіюйте їх у діапазон F3:G11.
4. Обчисліть суми величин n_i , $n_i x_i$ та $n_i x_i^2$ у клітинках D12, F12 і G12, скориставшись функцією SUM.
5. Визначте у клітинках E15:E16 середнє значення та стандартне відхилення за формулами (1)–(3). Ви маєте отримати такі значення, як на рис. 10.4.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Обсяг прибутку, тис. грн			Кількість підприємств, n_i	Середини інтервалів, x_i	$n_i x_i$	$n_i x_i^2$
2	0	-	50	250	25	6250	156250
3	50	-	100	177	75	13275	995625
4	100	-	150	130	125	16250	2031250
5	150	-	200	112	175	19600	3430000
6	200	-	250	86	225	19350	4353750
7	250	-	300	87	275	23925	6579375
8	300	-	350	64	325	20800	6760000
9	350	-	400	39	375	14625	5484375
10	400	-	450	32	425	13600	5780000
11	450	-	500	23	475	10925	5189375
12	Разом			1000		158600	40760000
13							
14							
15				Середнє:	158,6		
16				Стандартне відхилення:	124,924137		

Рис. 10.4. Обчислення статистичних показників ряду розподілу

6. Виходячи з отриманих значень середнього та стандартного відхилення, зробіть висновки щодо розподілу підприємств за величиною прибутку.

Основи кореляційного та регресійного аналізу

У ряді розподілу зіставляються дві послідовності значень: певної ознаки та частот. Залежність між цими послідовностями простежується не завжди. Наприклад, з поданої на рис. 10.2, а гістограми видно, що залежність між величиною доходу та кількістю осіб, які мають такий дохід, існує: що більший дохід, то менша кількість осіб його отримує. Якщо ж подивитися на табл. 10.3, то стає зрозуміло, що залежність між числом на гральній кістці та кількістю його випадань, скоріш за все, відсутня: значення частот зі зростанням числа на кістці не зменшуються і не збільшуються, а «стрибають», поводять себе у певному розумінні випадково. Побудова ряду розподілу дає змогу зробити лише приблизні, «інтуїтивні» висновки щодо того, чи існує залежність між значеннями ознаки та частотами і який вона має характер. Крім того, залежності можуть існувати між довільними вибірками, а не лише між ознакою та частотами. Більш точне дослідження залежності

тей між двома чи більшою кількістю вибірок є завданням спеціальних розділів математичної статистики — кореляційного та регресійного аналізу. *Кореляційний аналіз* дає змогу встановити, чи існує зв'язок між явищами і наскільки цей зв'язок сильний (часто його називають *кореляційним зв'язком*). Якщо зв'язок виявився суттєвим, то доцільно скористатися методами *регресійного аналізу*, основне завдання якого полягає у визначенні характеру зв'язку і побудові його математичної моделі. На основі моделі можна передбачити ту або іншу подію, спрогнозувати, як будуть розвиватися певні процеси у разі змінення характеристик об'єкта дослідження.

Факторні та результативні ознаки

Перш ніж застосовувати кореляційний аналіз, варто визначити, які з досліджуваних ознак є *факторними* (такими, що від них залежать інші), а які — *результативними* (такими, що самі залежать від інших). Як приклад розглянемо дані про кількість хронічно хворих на астму та концентрацію чадного газу в кількох містах (табл. 10.8). Очевидно, що коли між цими ознаками існує залежність, то саме кількість хронічно хворих залежить від концентрації чадного газу, а не навпаки. Тобто концентрація чадного газу є факторною ознакою, а кількість хронічно хворих на астму — результативною.

Таблиця 10.8. Значення факторної та результативної ознак

Концентрація чадного газу, мг/м ³	1,20	2,40	2,56	3,10	3,50	4,20	4,80
Кількість хронічно хворих на астму на 1000 жителів	20	35	42	48	51	59	63

Графічний аналіз кореляційного зв'язку

Як же визначити, чи існує залежність між двома ознаками? Найпростіший спосіб — побудувати *діаграму розсіювання* (рис. 10.5). У Microsoft Excel такі діаграми називають *точковими*. На осі X діаграми розсіювання розміщують значення факторної ознаки, на осі *y* — результативної.

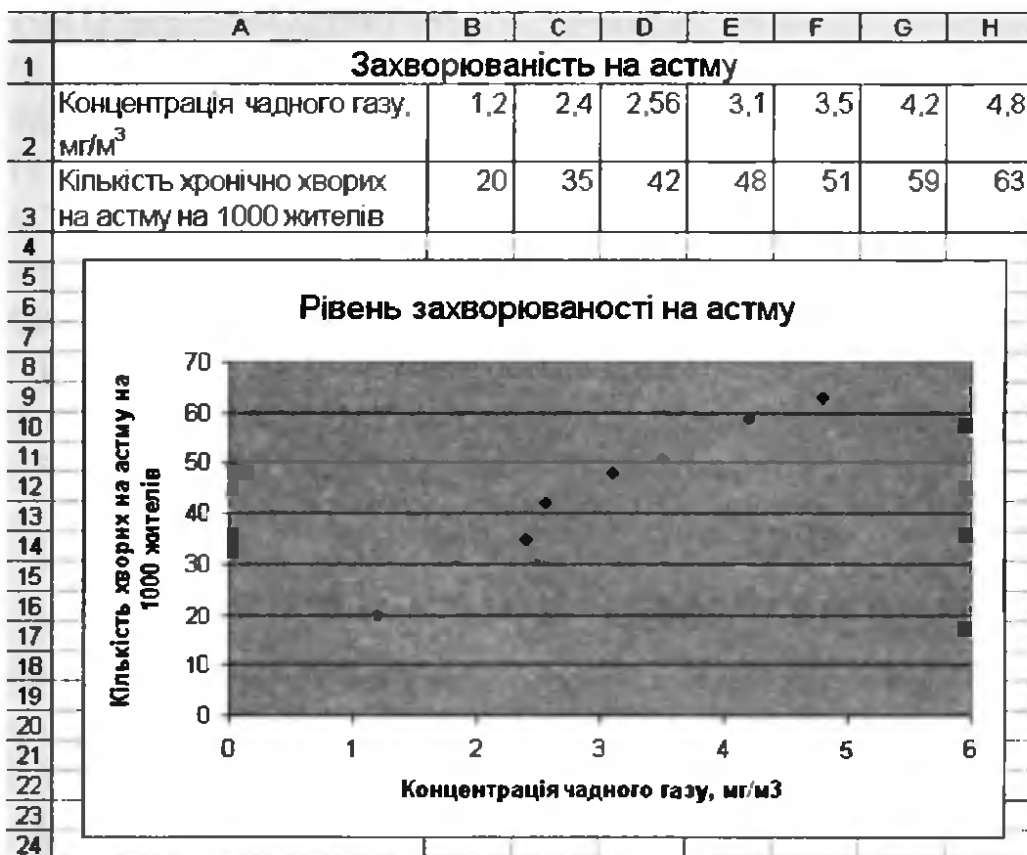


Рис. 10.5. Точкова діаграма, яка демонструє залежність між кількістю хронічно хворих на астму та рівнем концентрації чадного газу в повітрі

На цій діаграмі усі точки розташовані вздовж деякої уявної лінії, спрямованої зліва знизу вправо вгору. Називається вона *лінією тренду*. Саме через таку спрямованість лінії тренду можна говорити про наявність *прямого* кореляційного зв'язку між ознаками (рис. 10. 6, *а*): що вища концентрація чадного газу, то вищий рівень захворюваності на астму. Коли лінія тренду спрямована вправо вниз (рис. 10. 6, *б*), кореляційний зв'язок є *оберненим*, а якщо дані розсіяні хаотично і напрямок лінії тренду визначити важко (рис. 10.6, *в*), то кореляційний зв'язок взагалі відсутній.

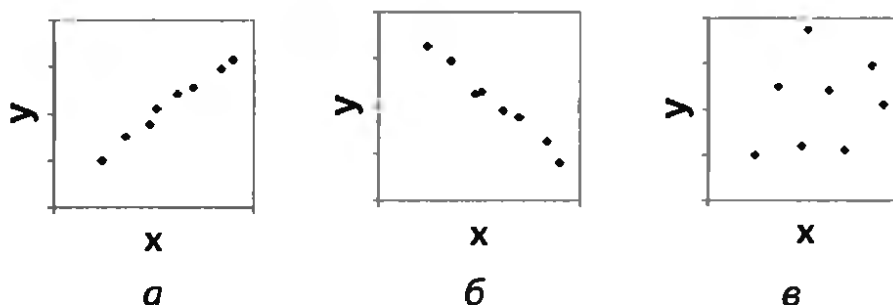


Рис. 10.6. Кореляційний зв'язок між даними: *а* — прямий; *б* — обернений (*в* — зв'язок відсутній)

Коефіцієнт кореляції

Міцність зв'язку між двома величинами можна виразити і за допомогою *коефіцієнта кореляції*. Це число k з інтервалу $[-1, 1]$. Якщо k близьке до -1 , то кореляційний зв'язок між величинами є *оберненим*, а якщо k близьке до 1 — *прямим*. Чим ближче k до нуля, тим кореляційний зв'язок слабший. Якщо говорити більш докладно, то міцність лінійного кореляційного зв'язку оцінюється так:

- ◆ $|k| \geq 0,8$ — сильний кореляційний зв'язок;
- ◆ $0,4 \leq |k| < 0,8$ — кореляційний зв'язок наявний;
- ◆ $|k| < 0,4$ — кореляційний зв'язок відсутній.

У Microsoft Excel для обчислення коефіцієнта кореляції використовується функція `CORREL(діапазон_1;діапазон_2)` (рос. КОРРЕЛ), де діапазони *діапазон_1* та *діапазон_2* містять набори значень, між якими шукається залежність. У разі визначення коефіцієнта кореляції двох вибірок, поданих на рис. 10.5, такими масивами будуть дані у діапазонах B2:H2 та B3:H3. Результатом функції CORREL у нашому випадку буде число 0,9862, що свідчить про наявність дуже сильного кореляційного зв'язку між концентрацією чадного газу в повітрі та кількістю хронічно хворих на астму.

Зазначимо, що функція CORREL визначає коефіцієнт *лінійної кореляції*, яка свідчить про наявність саме лінійного зв'язку між ознаками. Цей зв'язок буде тим сильніший, чим ближче до певної прямої розташовані точки на діаграмі розсіювання. Насправді існують й інші типи зв'язків. Наприклад, той факт, що точки на діаграмі розсіювання розташовані близько до певної параболі, свідчить про наявність між ознаками квадратичного зв'язку; щоправда, коефіцієнт лінійної кореляції при цьому може бути незначним.

Кореляційна матриця

Коли потрібно порівняти не два, а більше масивів експериментальних даних, будують *кореляційну матрицю* — таблицю, у якій коефіцієнти кореляції між ознаками розташовані на перетині відповідних рядків і стовпців. Для побудови кореляційної матриці використовують інструмент Кореляція, який запускається за допомогою команди Сервіс ▶ Аналіз даних ▶ Кореляція.

ПРИМІТКА. Якщо меню **Сервіс** не містить команди **Аналіз даних**, необхідно виконати команду **Сервіс** ▶ **Надбудови** та встановити прапорець **Пакет аналізу**.

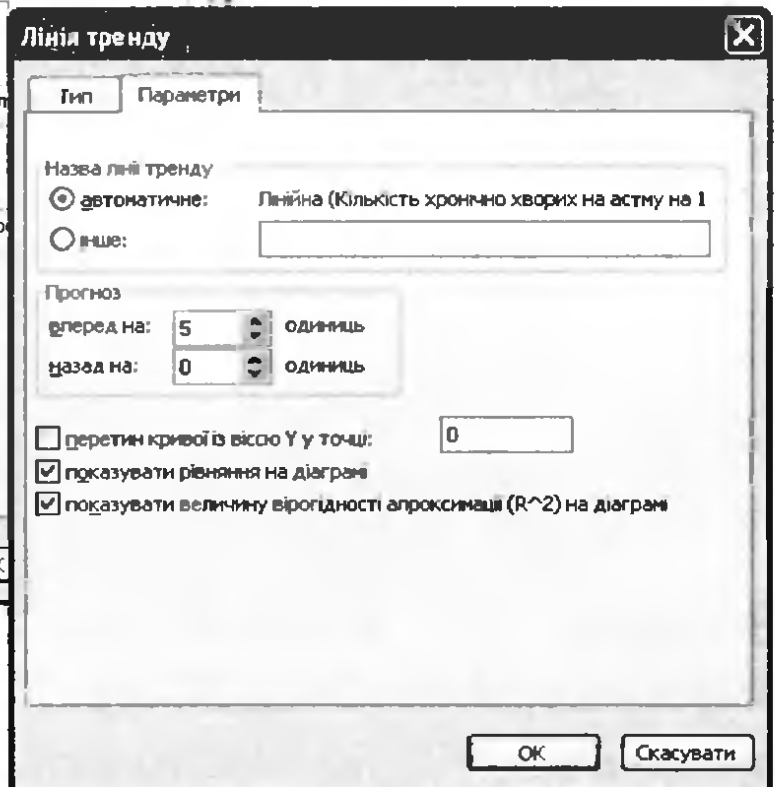
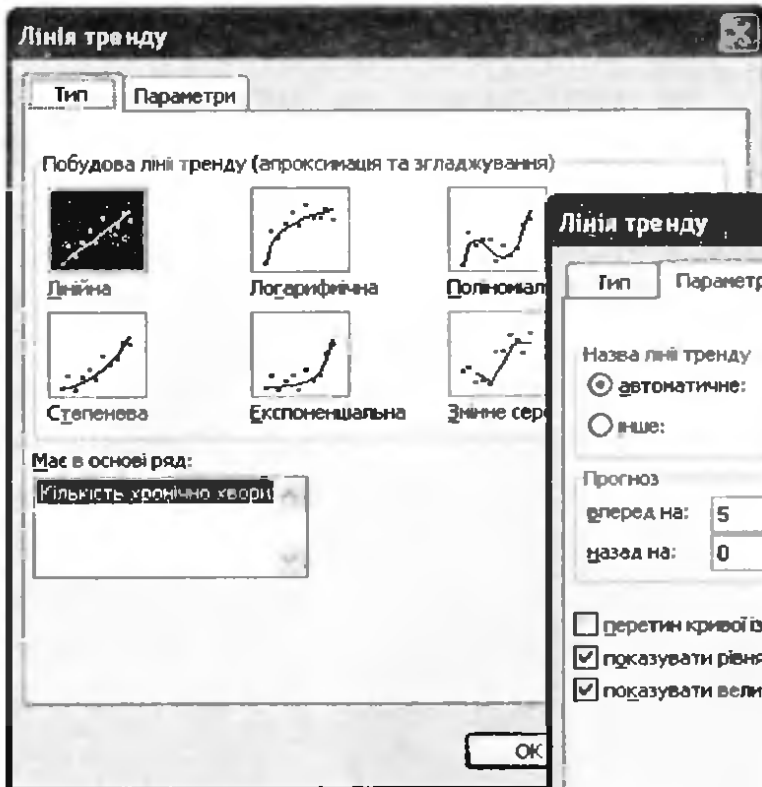
Регресійний аналіз

Як уже зазначалося, основне завдання регресійного аналізу — прогнозування. Щоб навести приклад задачі на прогнозування, повернімось до вибірок з табл. 10.8. Значення факторної ознаки (концентрації чадного газу), отримані в результаті статистичного спостереження, коливаються в межах від 1,2 до 4,8 мг/м³. Для цих значень рівень захворюваності на астму відомий. Але задамося питанням: яким буде цей рівень, якщо концентрація чадного газу становитиме 10 мг/м³? Тобто спробуємо спрогнозувати значення результативної ознаки у разі виходу значення факторної ознаки за межі інтервалу вибірки.

Основним методом, який використовується для прогнозування, є побудова на основі вибірових даних *рівняння регресії* вигляду $y = f(x)$, що зв'язує факторну ознаку x і результативну ознаку y , та визначення за цим рівнянням невідомих значень результативної ознаки. Рівняння можна подати як аналітично (за допомогою формул), так і графічно. Згадана вище лінія тренду — це не що інше, як графік рівняння регресії.

У Microsoft Excel передбачена можливість автоматичної побудови лінії тренду. Для цього спочатку слід виділити діаграму розсіювання та виконати команду **Діаграма** ▶ **Додати лінію тренду**. Далі у вікні **Лінія тренду** на вкладці **Тип** (рис. 10.7, а) потрібно вибрати тип залежності між факторною та результативною ознаками — **лінійна**, **поліноміальна** (квадратична, кубічна тощо), **логарифмічна** та **ін.** На вкладці **Параметри** цього вікна (рис. 10.7, б) можна задати, зокрема, величину прогнозу (на скільки прогнозоване значення буде більшим за найбільше вибірове чи меншим за найменше вибірове). Це роблять за допомогою лічильників вперед на та назад на в області **Прогноз**.

На рис. 10.8 показано графік лінії тренду, доданий до точкової діаграми, зображеної на рис. 10.5. Величина прогнозу вперед для цього графіка становить 5 одиниць. З графіка видно, що за концентрації чадного газу 10 мг/м³ рівень захворюваності на астму становитиме приблизно 120 людей на 1000 жителів міста.



а

б

Рис. 10.7. Діалогове вікно Лінія тренду: а — вкладка Тип; б — вкладка Параметри

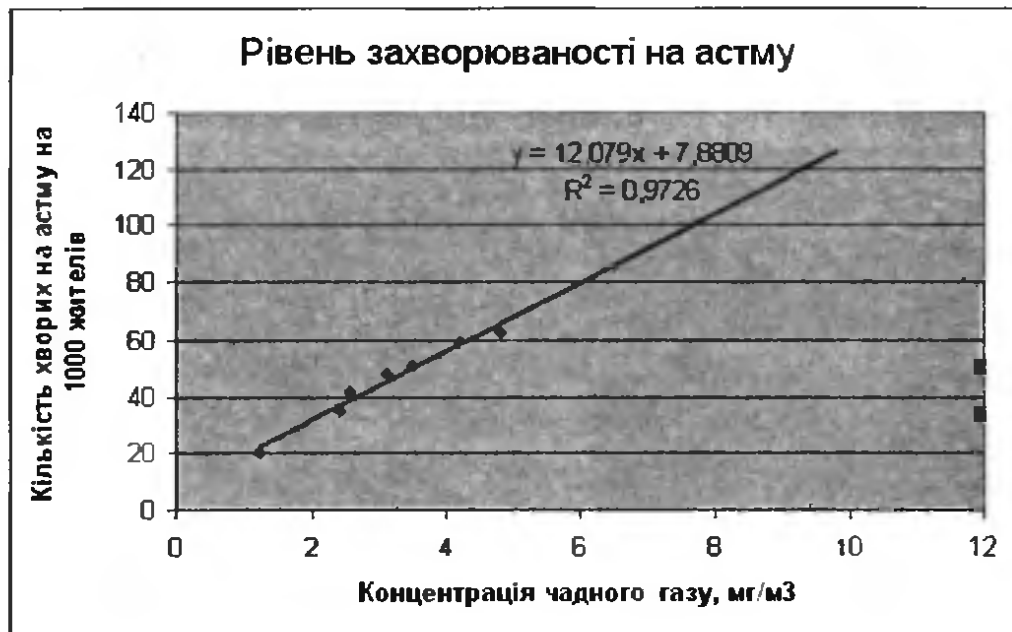


Рис. 10.8. Графік лінії тренду

Коефіцієнт детермінації

Близькість рівняння регресії та лінії тренду до вибірових даних характеризується величиною *коефіцієнта детермінації* R^2 ($0 \leq R^2 \leq 1$). Рівняння регресії найбільше відповідає дійсності, коли R^2 наближається до свого максимального значення. Цей показник використовується в першу чергу для порівняння різних моделей прогнозу та вибору найкращої з них. На точковій діаграмі як значення R^2 , так і саме рівняння регресії можна відобразити біля лінії тренду (див. рис. 10.8). Для цього на вкладці Параметри вікна Лінія тренду слід встановити прапорці показувати величину вірогідності апроксимації (R^2) на діаграмі та показувати рівняння на діаграмі (див. рис. 10.7, б). Для лінії тренду, яка наведена на рис. 10.8, $R^2 = 0,9726$. Це означає, що лінійне рівняння регресії добре узгоджується з вибіровими даними.

Вправа 10.3. Виявлення кореляційного зв'язку

Протягом року продовольча компанія здійснювала рекламу своєї продукції шляхом виготовлення та розповсюдження рекламних листівок у кількості від 89 000 до 345 000 шт. за місяць. Потрібно визначити, чи був цей захід ефективним та як вплине на дохід компанії виготовлення та розповсюдження протягом місяця 500 000 листівок.

1. Створіть нову електронну таблицю, введіть у неї дані, зазначені на рис. 10.9, і збережіть документ у файлі Вправа_10_3.xls.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Відомості про рекламну кампанію												
2	Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	Кількість рекламних листівок, тис шт	123	234	203	155	345	231	133	205	121	89	205	307
4	Дохід компанії, млн грн	2	4	3,5	1,3	5	3	1,2	2,3	0,2	0,5	3	3,3
5													
6	Коефіцієнт корел.ч. 1												
7	Коефіцієнт детермінації - лінійний тренд												
8	Коефіцієнт детермінації - поліноміальний тренд												
9													

Рис. 10.9. Таблиця з вихідними даними

Оскільки нас цікавить залежність доходу від кількості поширених листівок, то кількість рекламних листівок є факторною ознакою, а дохід компанії — результативною.


2. Побудуйте для створеної таблиці точкову діаграму, скориставшись кнопкою  (Майстер діаграм). На осі X має відображатися кількість листівок, на осі Y — дохід компанії (рис. 10.10).



Рис. 10.10. Залежність доходу компанії від кількості проданих рекламних листівок

Як бачите, множина точок на діаграмі розсіювання витягнута зліва знизу вправо вверху. Це свідчить про існування прямого кореляційного зв'язку між кількістю розповсюджених рекламних листівок та доходом компанії.

3. Розрахуйте коефіцієнт кореляції, увівши в клітинку B6 формулу $=\text{CORREL}(B3:M3;B4:M4)$. Отримане значення коефіцієнта кореляції (0,89) підтверджує висновок про наявність сильного прямого лінійного кореляційного зв'язку між кількістю розповсюджених рекламних листівок та доходом компанії. Отже, рекламний захід можна вважати ефективним.
4. Додайте до точкової діаграми лінію тренду лінійного типу з відображенням регресійного рівняння та значення коефіцієнта детермінації на діаграмі. Величину прогнозу вперед задайте рівною 200. Отримане значення $R^2 = 0,7924$ свідчить про те, що лінійна регресія достатньо добре відповідає вибірковим даним. Запишіть це значення у клітинці B7.

5. Перегляньте графік лінії тренду та визначте за ним, на який приблизно дохід компанії можна розраховувати в разі поширення 500 000 рекламних листівок за місяць (рис. 10.11).

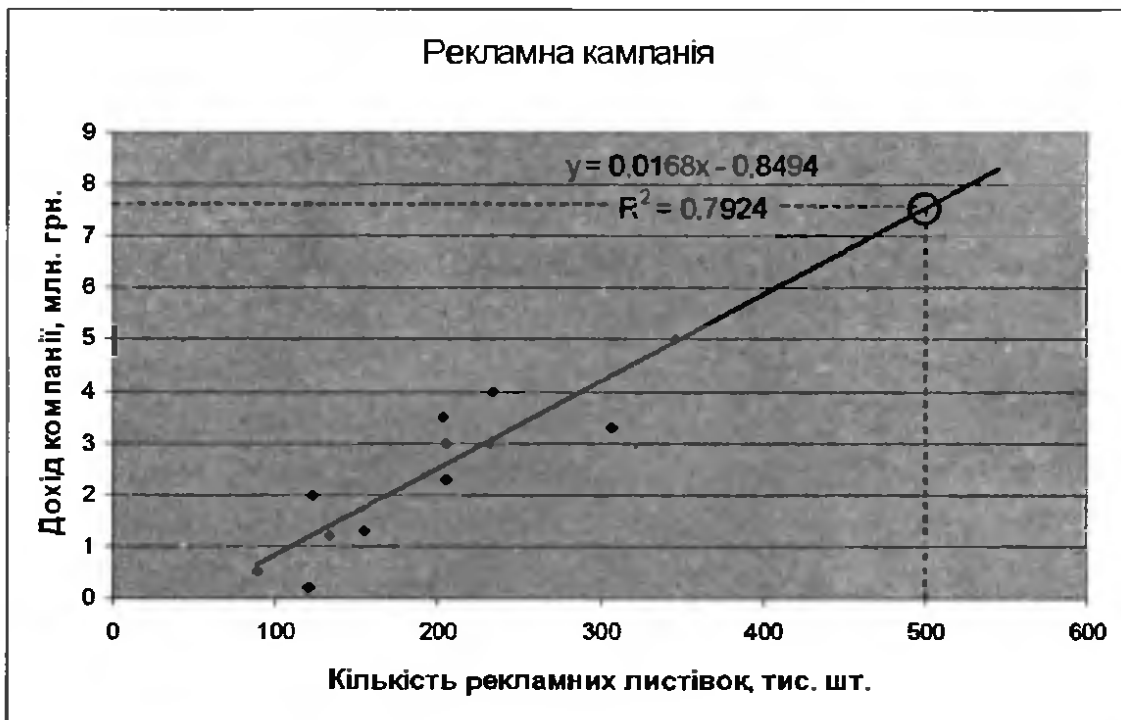


Рис. 10.11. Лінія тренду з прогнозом

6. Самостійно побудуйте поліноміальні лінії тренду другого і третього степенів. Порівняйте коефіцієнти детермінації та значення прогнозу для цих ліній тренду з відповідними значеннями для лінійного тренду. Зробіть висновки.

Практичні роботи профільного спрямування

Мета практичних робіт: закріпити уміння виявляти залежності між статистичними даними.

Практична робота 10 для групи профілів Б

Проведено статистичне спостереження за дев'ятьма респондентами, у кожного з яких виміряно масу тіла і частоту пульсу. Потрібно встановити, чи існує взаємозв'язок між цими параметрами, а також спрогнозувати, яким скоріш за все буде пульс у людини, маса тіла якої становить 100 кг.

Хід виконання

1. Створіть нову електронну книгу та введіть у неї дані, зазначені на рис. 10.12. Збережіть документ у файлі `Практ_Б_10.xls`.

	А	В
1	Маса, кг	Частота
2	55	65
3	89	80
4	68	66
5	70	68
6	88	69
7	53	65
8	85	80
9	70	66
10	88	69
11		
12	Коефіцієнт кореляції	

Рис. 10.12. Таблиця з вихідними даними

2. У клітинці **B12** обчисліть коефіцієнт кореляції за формулою `=CORREL(A2:A10;B2:B10)`. Він має дорівнювати **0,706**. Проаналізуйте отриманий результат.
3. Для наочного відображення зв'язку між масою тіла людини та її пульсом побудуйте точкову діаграму (рис. 10.13). Логічно припустити, що саме маса тіла людини визначає частоту пульсу, а не навпаки. Тому маса тіла буде факторною ознакою, значення якої розміщуватимуться на осі *X*, а частота пульсу — результативною, і її значення вказуватимуться на осі *Y*.

ПРИМІТКА. Зверніть увагу: 50 є найменшим значенням на шкалі осі *X*. Щоб встановити для неї саме такий формат, відкрийте контекстне меню для елемента діаграми **Вісь X(значень)** та у вікні **Формат осі** на вкладці **Шкала** введіть **50** як мінімальне значення.

4. Побудуйте лінію тренду для створеної діаграми. Для цього виділіть діаграму та виконайте команду **Діаграма** ▶ **Додати лінію тренду**. На вкладці **Параметри** в області **Прогноз** у поле **вперед** наведіть значення **15**. Задайте відображення рівняння регресії та коефіцієнта детермінації (рис. 10.13). Зробіть висновки щодо адекватності рівняння регресії вибіркоvim даним.
5. За лінією тренду складіть прогноз щодо частоти пульсу в людини з масою тіла **100 кг**.

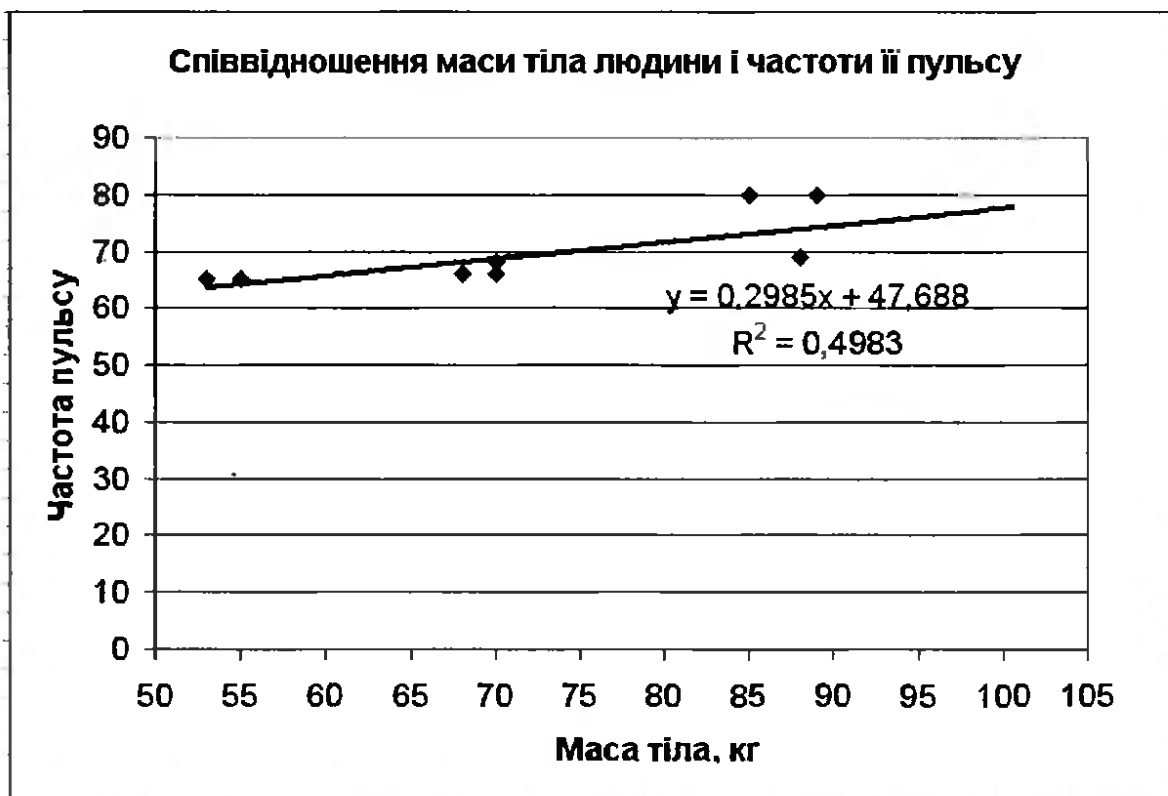


Рис. 10.13. Діаграма залежності між масою тіла людини та частотою її пульсу

Практична робота 10 для групи профілів М

Необхідно розв'язати задачу апроксимації трансцендентних функцій поліномами. Вона формулюється так: для заданої функції $f(x)$ потрібно знайти поліном $g(x) = a_n x^n + \dots + a_1 x + a_0$, який найменше відхилявся б від функції $f(x)$ на відрізку $x \in [a; b]$. А саме, вам потрібно буде апроксимувати функцію $y = \sin x$ на відрізок $x \in [0; 2\pi]$.

ПРИМІТКА. Апроксимація функцій поліномами широко використовується в комп'ютерних обчисленнях, зокрема в Microsoft Excel за потреби обчислити значення трансцендентної функції. Річ у тім, що алгоритм обчислення значення полінома в заданій точці очевидний, а от як саме комп'ютер має обчислювати значення трансцендентної функції, наприклад $y = \sin x$, не зрозуміло. Тому комп'ютер насправді обчислює не саму трансцендентну функцію, а поліном, який на невеликому відрізку з нею майже збігається.

Хід виконання

1. Запустіть табличний процесор Microsoft Excel і на першому аркуші електронної книги створіть таблицю значень функції $y = \sin x$ на проміжку $x \in [0; 2\pi]$ (рис. 10.14). Значення x уведіть у клітинки стовпця А за допомогою прогресії з кроком

0,1. Врахуйте, що $2\pi \approx 6,3$. Збережіть новий документ під іменем **Практ_M_10.xls**.

2. За діапазоном вихідних даних **A1:B65**, скориставшись майстром діаграм, побудуйте графік функції $y = \sin x$ (рис. 10.14).

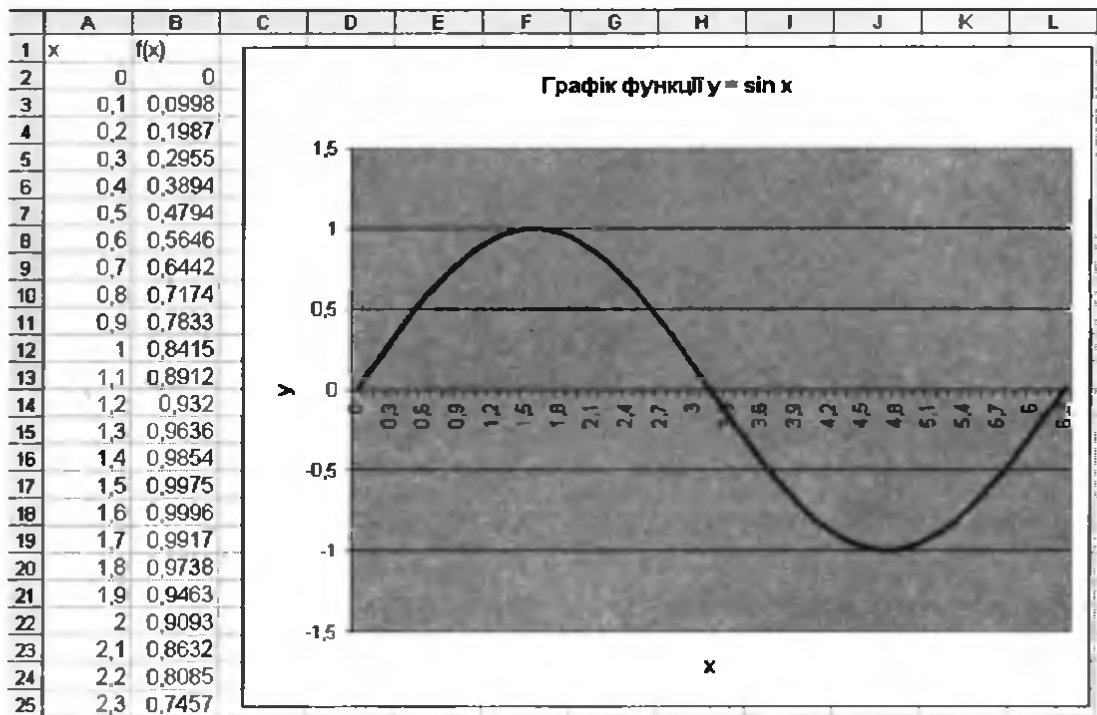


Рис. 10.14. Графік функції $y = \sin x$

3. Визначте степінь апроксимаційного полінома. З графіка функції на рис. 10.14 видно, що ані пряма, ані парабола не зможуть достатньо добре наблизитися до функції на всьому відрізку $x \in [0; 2\pi]$. Проте функція вельми схожа на фрагмент кубічної параболи. Отже, степінь апроксимаційного полінома дорівнюватиме 3.

4. Графік апроксимаційного полінома — це не що інше, як поліноміальна лінія тренду в Excel. Отже, виділіть діаграму, виконайте команду **Діаграма** \triangleright **Додати лінію тренду**, виберіть тип лінії **Поліноміальна**, у поле **Степінь** уведіть значення 3 і на вкладці **Параметри** задайте відображення на діаграмі рівняння регресії та коефіцієнта детермінації.

5. Клацніть кнопку **ОК**, і буде відображено графік апроксимаційного полінома, його рівняння $y = 0,00009x^3 - 0,009x^3 + 0,2066x - 0,3798$ та коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,991$ (рис. 10.15). Близьке до 1 значення коефіцієнта детермінації свідчить про те, що поліном наближає трансцендентну функцію добре.



Рис. 10.15. Апроксимація трансцендентної функції поліномом

6* Самостійно апроксимуйте поліномом функцію $y = e^x$ на відрізьку $x \in [-2;2]$.

Практична робота 10 для групи профілів Е

Скориставшись відомостями про щомісячні відрахування на розвиток соціальної сфери підприємства та про рівень захворюваності його працівників протягом 12 років (рис.10.16), з'ясуйте, чи існує між цими показниками залежність, визначте її тип та спрогнозуйте, як зміниться рівень захворюваності працівників, якщо відрахування на розвиток соціальної сфери збільшити до 700 тис. грн. Визначте також, як зміниться рівень захворюваності у разі зменшення відрахувань до 100 тис. грн.

Хід виконання

1. Створіть нову електронну книгу та введіть у неї дані, зазначені на рис. 10.16. Збережіть документ у файлі `Практ_Е_10.xls`.
2. У клітинці C15 за формулою `=CORREL(A2:A13;C2:C13)` обчисліть коефіцієнт кореляції. Він має дорівнювати $-0,94$. Проаналізуйте отриманий результат.
3. Для наочного відображення зв'язку між відрахуваннями на розвиток соціальної сфери підприємства та рівнем захворюваності працівників побудуйте точкову діаграму (рис. 10.17).

Логічно припустити, що саме відрахування впливають на рівень захворюваності, а не навпаки. Тому обсяг відрахувань на соціальну сферу буде факторною ознакою, значення якої розміщуватимуться на осі X , а рівень захворюваності — результативною, її значення вказуватимуться на осі Y .

	А	В	С
1	Рік	Відрахування на розвиток соціальної сфери, тис грн	Кількість лікарняних листків
2	1999	259	321
3	2000	370	260
4	2001	157	468
5	2002	259	318
6	2003	201	399
7	2004	201	420
8	2005	459	201
9	2006	257	350
10	2007	587	196
11	2008	129	452
12	2009	253	389
13	2010	257	370
14			
15		Коефіцієнт кореляції	

Рис. 10.16. Таблиця з вихідними даними

- Побудуйте пряму лінію тренду для створеної діаграми. Для цього виділіть діаграму та виконайте команду Діаграма ▶ Додати лінію тренду. На вкладці Параметри в області Прогноз в обидва поля, вперед на і назад на, введіть значення 100. Задайте відображення рівняння регресії та коефіцієнта детермінації.
- Коефіцієнт детермінації дорівнює 0,88, що свідчить про непогану відповідність лінії регресії вибіркоvim даним. Проте резерв для покращення значення R^2 теж є. Множина точок на діаграмі розсіювання дещо вигнута дугою вниз, і це свідчить про те, що, можливо, парабола відповідатиме їй краще, ніж пряма. Тож додайте до діаграми ще одну лінію тренду, на цей раз поліноміальну степеня 2, і задайте для неї відображення коефіцієнта детермінації. Він дорівнює 0,94 — отже, поліноміальна лінія тренду відповідає вибіркоvim даним краще.
- Виділіть пряму лінію тренду та видаліть її, натиснувши клавішу Del. Клацніть поліноміальну лінію тренду правою кнопкою миші, виберіть з її контекстного меню команду Формат лінії тренду і в однойменному вікні на вкладці Параметри задайте відображення прогнозу вперед на 120 одиниць і назад

на 100 одиниць. Лінія тренду має набути такого вигляду, як на рис. 10.17.

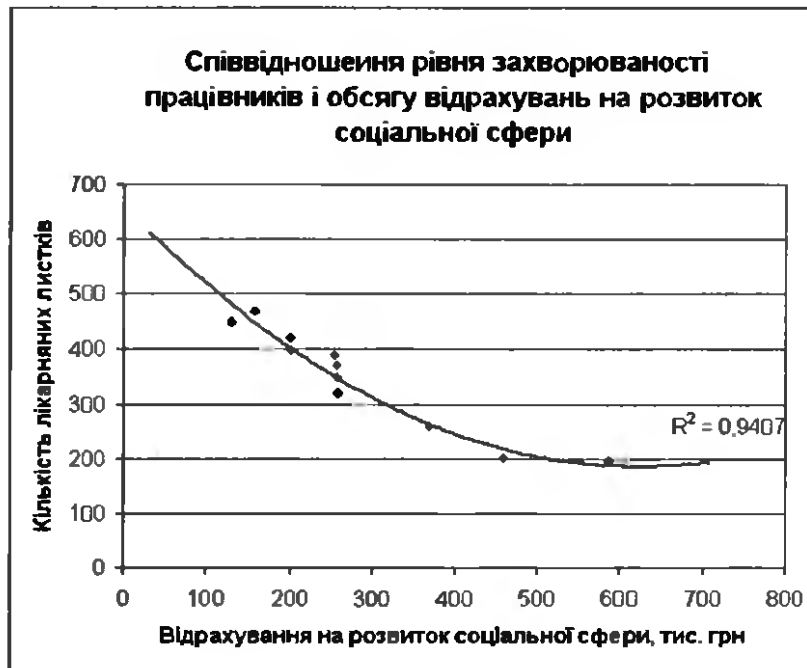


Рис. 10.17. Діаграма залежності між обсягом відрахувань на соціальну сферу та рівнем захворюваності

7. За лінією тренду складіть прогноз щодо рівня захворюваності у разі, якщо відрахування на соціальну сферу становитимуть 100 тис. і 700 тис. грн.

Самостійна робота

1. У файлі Самостійна_10_1.xls, у діапазоні A2:A101, наведено дані опитування 100 жителів міста щодо вподобань на виборах міського голови. У діапазоні C1:D10 побудуйте атрибутивний ряд розподілу кількості виборців, готових віддати голос за кожного з кандидатів. Прізвища кандидатів вже наведено у діапазоні C2:C10. Ви маєте ввести у клітинку D2 таку формулу, щоб, скопіювавши її в діапазон D3:D10, отримати потрібний результат. Використайте у формулі функцію COUNTIF (рос. СЧЕТЕСЛИ).
2. Знайдіть поліном, що апроксимує функцію $y = \operatorname{tg}x$ на відрізку $x \in [-1,5; 1,5]$.

Розділ 11

Макроси

У цьому розділі буде розглянуто:

- ◆ призначення макросів;
- ◆ створення, запуск, редагування та видалення макросів;
- ◆ використання макросів для розв'язування прикладних задач.

Створення та використання макросів

Табличний процесор Microsoft Excel містить засоби, які дають можливість автоматизувати виконання деякої послідовності дій. Наприклад, виконання рутинної роботи з форматування таблиці, будь-якої дії з великою кількістю записів тощо може бути замінено однією операцією, а саме викликом *макросу* — спеціальної програми, яка містить опис послідовності дій в Microsoft Excel мовою Visual Basic for Application (VBA). Макрос можна запускати кожного разу, коли потрібно виконати записані в ньому дії.

Користувач сам вказує, які дії мають виконуватися автоматично і як саме буде викликатися макрос. Ця операція називається *запис макросу*. Коли записується макрос, Excel зберігає інформацію про кожний крок, виконуваний користувачем. Після запуску макросу всі вказані в ньому команди відтворюються.

Зазначимо, що використання макросів пов'язано з певною загрозою безпеці комп'ютера, оскільки теоретично в них можуть зберігатися віруси. Тому перш ніж розпочинати запис, слід встановити низький рівень захисту від макросів. Для цього необхідно:

- ◆ виконати команду Сервіс ▶ Параметри;
- ◆ перейти на вкладку Безпека;
- ◆ в області Захист від макросів клацнути кнопку Захист від макросів;

- ◆ у вікні Безпека на вкладці Рівень безпеки вибрати рівень безпеки Низький і двічі клацнути ОК.

Наведемо алгоритм запису макросу.

1. Виконати команду Сервіс ▶ Макрос ▶ Почати запис. У результаті відкриється вікно Запис макросу (рис. 11.1).

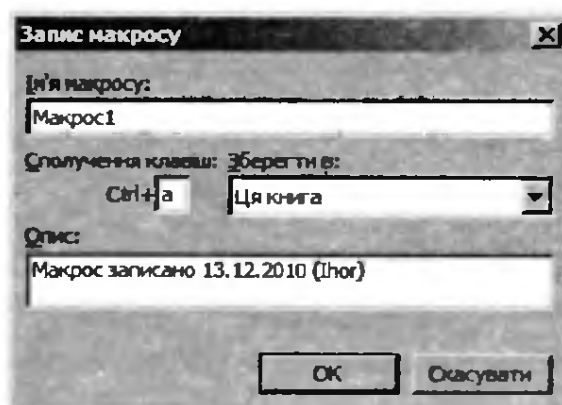


Рис. 11.1. Вікно Запис макросу

2. У полі Ім'я макросу ввести ім'я макросу. Можна залишити ім'я, задане за умовчанням (Макрос1, Макрос2,...), а можна ввести нове, яке відобразить сутність дій, що їх виконує макрос.
3. Якщо макрос має запускатися натисканням певних клавіш, то потрібно ввести літеру в полі Сполучення клавіш. Можна використовувати сполучення *Ctrl+літера* (для малих літер) або *Ctrl+Shift+літера* (для великих літер), де *літера* — будь-яка літера на клавіатурі. Саму клавішу *Ctrl* під час створення макросу натискати не потрібно.


ПРИМІТКА. Вибрана для макросу комбінація клавіш замінює собою стандартні сполучення клавіш Microsoft Excel на той час, поки відкрито книгу з цим макросом.

4. У полі Зберегти в вибрати книгу, у якій потрібно зберегти макрос. Якщо потрібно, щоб цей макрос був постійно доступний під час роботи в Excel, слід вибрати варіант Особиста книга макросів. За потреби додати до макросу опис його слід увести в полі Опис.
5. Клацнути кнопку ОК. На робочому аркуші з'явиться панель Зупинити запис (рис. 11.2), і це означатиме, що ви перейшли


в режим запису макросу і відомості про дії, які ви зараз виконаєте, будуть збережені в програмі макросу.



Рис. 11.2. Панель **Зупинити запис**

6. Виконати всі дії, які має виконувати макрос.
7. Клацнути кнопку  (Зупинити запис) на однойменній панелі інструментів. Запис макросу буде завершено.
8. Перевірити дію макросу, натиснувши призначені йому клавіші.

Відносні та абсолютні посилання

Буває, що макрос потрібно виконувати *відносно* позиції активної клітинки, наприклад, якщо дія цього макросу полягає в обчисленні суми значень у п'яти клітинках, розташованих над поточною клітинкою, або в обведенні поточної клітинки рамкою. В інших випадках адреси клітинок, над якими макрос виконує дії, є *абсолютними*, наприклад, якщо він обчислює суму значень у клітинках A1:A5 або обводить рамкою діапазон A1:D10. Для запису операцій відносно активної клітинки потрібно на панелі Зупинити запис натиснути кнопку  (Відносне посилання). Запис макросу буде продовжено з використанням відносних посилань, поки ви не вийдете з Microsoft Excel або не відтиснете цю кнопку.

Способи запуску макросів

Макрос можна запустити, вибравши його зі списку в діалоговому вікні Макрос, яке відкривається командою Сервіс ▶ Макрос ▶ Макроси, або за допомогою клавіш (якщо вони були задані під час створення цього макросу). Крім того, є можливість для запуску макросу призначити кнопку на панелі інструментів, графічний об'єкт або спеціальну кнопку на аркуші електронної книги.

Щоб зупинити виконання макросу, потрібно натиснути клавішу Esc, а потім у вікні Microsoft Visual Basic клацнути кнопку End.

Для створення на панелі інструментів кнопки, за допомогою якої буде запускатися макрос, потрібно виконати такі дії.

1. У меню Сервіс вибрати команду **Настройка**, у вікні, що відкриється, перейти на вкладку **Команди** і у списку Категорії клацнути пункт **Макроси** (рис. 11.3).

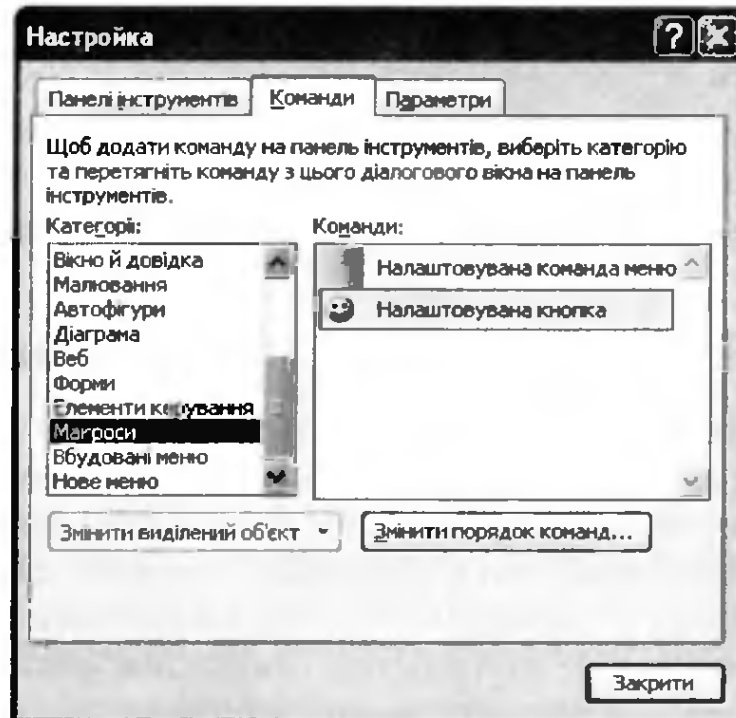


Рис. 11.3. Вікно **Настройка**

2. Лівою кнопкою миші перетягнути кнопку **Налаштовувана кнопка** на панель інструментів вікна Microsoft Excel (рис. 11.4).

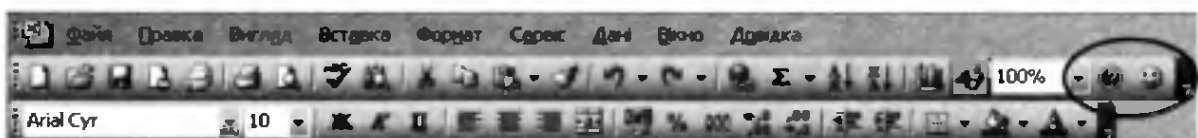


Рис. 11.4. Кнопка для запуску макросу на панелі інструментів

ПРИМІТКА. Після виконання команди **Сервіс** ▶ **Настройка** ви переходите до режиму налаштування середовища Microsoft Excel, у якому кнопки не клацаються, а команди меню не виконуються. Натомість можна перетягувати кнопки з одних панелей інструментів на інші, змінювати склад та параметри меню тощо.

3. Закрити вікно **Налаштування**.
4. Клацнути створену кнопку і у вікні **Призначити макрос**, що відкриється, вибрати потрібний макрос та клацнути **ОК**. Тепер за допомогою цієї кнопки можна виконувати макрос.
5. Щоб змінити параметри кнопки (значок, текст, стиль відображення), потрібно знову виконати команду **Сервіс** ▶ **Налаштування**, клацнути створену кнопку правою кнопкою миші та вибрати відповідну команду контекстного меню (рис. 11.5).

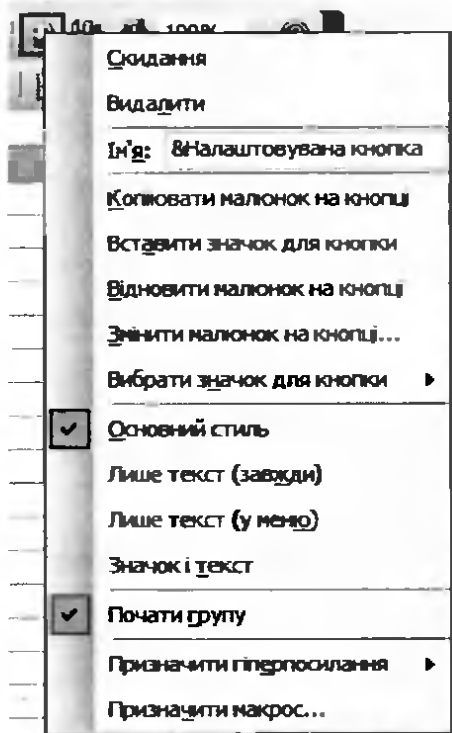


Рис. 11.5. Контекстне меню кнопки

Щоб мати можливість запускати макрос за допомогою графічного об'єкта, потрібно виконати такі дії.

1. Розмістити на аркуші електронної книги певний графічний об'єкт (за допомогою команди **Вставка** ▶ **Малюнок** або панелі інструментів **Малювання**).
2. Клацнути об'єкт правою кнопкою миші та вибрати з контекстного меню команду **Призначити макрос**. У вікні, що відкриється, вибрати зі списку потрібний макрос та клацнути кнопку **ОК**.

Для запуску макросу можна також використовувати спеціальну кнопку на аркуші електронної книги. Ось що для цього необхідно зробити.

1. Виконати команду **Вигляд** ▶ **Панелі інструментів** ▶ **Форми**. На екран буде виведено панель інструментів Форма (рис. 11.6).
2. Вибрати елемент **Кнопка**, а потім клацнути в тому місці аркуша електронної книги, де кнопка розміщуватиметься.

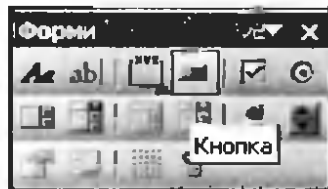


Рис. 11.6. Панель **Форми**

3. У вікні **Призначити макрос**, яке автоматично відкриється, вибрати той макрос, який має запускатися цією кнопкою.

Змінити параметри кнопки, створеної на аркуші електронної книги, можна за допомогою її контекстного меню.

Редагування та видалення макросів

Оскільки послідовність дій, які виконує макрос, записується в ньому за допомогою мови програмування Microsoft Visual Basic, то код програми можна переглянути в редакторі Visual Basic з метою виявлення та виправлення помилок і внесення у макрос змін. Проте ви, напевно, не знайомі з мовою Visual Basic настільки добре, щоб програмувати на ній, і вам буде важко дописувати команди до коду макросу.

Але є спосіб уникнути цієї проблеми: ви можете записати інший макрос та скопіювати команди з нього в перший. Наприклад, якщо до макросу, який набирає довгий заголовок, потрібно додати таку дію, як виділення цього заголовка напівжирним шрифтом, можна записати інший макрос, який виділяє текст напівжирним шрифтом, і скопіювати інструкцію надання шрифту напівжирного написання з другого макросу до першого.

Також, не знаючи мови Visual Basic у деталях, ви можете скасувати зайві дії в макросі: відкрийте його в редакторі Visual Basic,

визначте, які інструкції відповідають непотрібним крокам, і видаліть їх.

Скасувати зайві чи помилкові дії в макросі можна і не використовуючи редактор Visual Basic. Достатньо повторити запис макросу, виконавши послідовність дій правильно, а макрос з помилковими діями видалити.

Для видалення макросу необхідно здійснити такі кроки.

1. Виконати команду Сервіс ▶ Макрос ▶ Макроси або натиснути клавіші Alt+F8. Відкриється вікно Макроси.
2. У списку Ім'я макросу вибрати ім'я макросу, який потрібно видалити.
3. Клацнути кнопку Видалити та підтвердити необхідність видалення макросу в спеціальному вікні.

Вправа 11.1. Створення макросу

Запишіть макрос, який встановлюватиме для виділених клітинок сірий колір заливки, напівжирне написання шрифту та вирівнювання тексту зліва.

1. Створіть нову електронну книгу та збережіть її під іменем Вправа_11_1.xls. Виділіть будь-яку порожню клітинку і виконайте команду Сервіс ▶ Макрос ▶ Почати запис.
2. У вікні Запис макросу введіть назву макросу, наприклад СірийЖирнийЗліва. Клацніть поле Сполучення клавіш та натисніть клавішу, за допомогою якої, у сполученні з клавішею Ctrl, цей макрос запускатиметься (рис. 11.7).

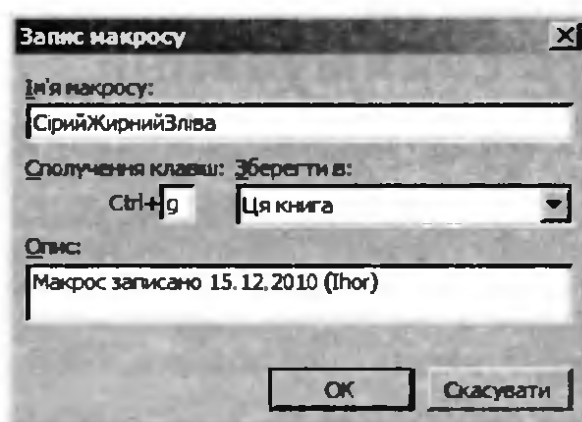


Рис. 11.7. Призначення макросу імені та клавіш для його запуску

3. Клацніть кнопку ОК, і ви перейдете до режиму запису макросу (про це свідчитиме наявність панелі інструментів Зупинити запис). Не переміщуючи курсор в іншу клітинку, задайте за допомогою панелі інструментів Форматування сіре тло для клітинки, напівжирне написання шрифту та вирівнювання тексту за лівим краєм.

ПРИМІТКА. Якщо під час запису макросу ви перемістите курсор в іншу клітинку, буде активовано режим абсолютних посилань і після виклику макросу завжди форматоватиметься саме та клітинка, у яку переміщено курсор.

4. Таблицю з файлу Вправа_11_1.xls відформатуйте за допомогою макросу так, як показано на рис. 11.8. Для цього виділяйте клітинки, які мають бути відформатовані описаним вище чином, та натискайте ключові клавіші макросу.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		Електронний журнал успішності							
2		Тема	Основи	Формули	Функції	Діаграми	Бази даних	Підсумки	Резон
3		Учень/Макс бал	12	12	12	12	12	12	600
4	1	Куріло Тетяна							62
5	2	Боданчук Дмитро							144
6	3	Вадєєв Дмитро							230
7	4	Харіє Ольга							265
8	5	Загородній Дмитро							273
9	6	Рачинська Руслана							214
10	7	Харченко Оксана							261
11	8	Постеренко Олександр							196
12	9	Кривченко Сергій							299
13	10	Бондарчук Олександр							290

Рис. 11.8. Відформатована таблиця

Практичні роботи профільного спрямування

Мета практичних робіт: закріпити навички зі створення та використання макросів.

Практична робота 11 для групи профілів Б

Складіть меню харчування для різних тварин (хижаків, птахів, риб, плазунів), що проживають у зоопарку. Забезпечте можливість автоматичного форматування меню та автоматичного пошуку підсумкових значень для кожної групи тварин.

Хід виконання

- Створіть бланк меню харчування тварин за формою, яка подана на рис. 11.9.
 - Уведіть дані в діапазон A1:C8 так, як показано на рис. 11.9.
 - Для обчислення суми, що витрачається на корм кожного типу, уведіть відповідну формулу в клітинку D4 та скопіюйте її в діапазон D5:D8.
 - Збережіть створену електронну таблицю у файлі з іменем `Практ_Б_11.xls`.

	A	B	C	D
1	Раціон харчування хижаків			
2				
3	Назва корму	Маса, кг	Ціна 1 кг, грн	Сума, грн
4	М'ясо	6	40	
5	Овочі	3	3,15	
6	Фрукти	8	8,2	
7	Вода	10	0,2	
8	Молоко	12	4,5	

Рис. 11.9. Бланк меню харчування

- Скопіюйте створений бланк меню в будь-які чотири інші діапазони.
- Запишіть макрос, який форматовуватиме виділену таблицю так, як показано на рис. 11.10, а також обчислюватиме у клітинках B9 та D9 підсумкові значення.
 - Виконайте команду Сервіс ▶ Макрос ▶ Почати запис. У вікні Запис макросу введіть ім'я макросу, скажімо Форматування, та задайте клавіші `Ctrl+f`, за допомогою яких його можна буде викликати — у поле Сполучення клавіш уведіть літеру `f`. Клацніть кнопку ОК, щоб почати запис.

	A	B	C	D
1	Раціон харчування хижаків			
2				
3	Назва корму	Маса, кг	Ціна 1 кг, грн	Сума, грн
4	М'ясо	6	40	240
5	Овочі	3	3,15	9,45
6	Фрукти	8	8,2	65,6
7	Вода	10	0,2	2
8	Молоко	12	4,5	54
9	Разом	39		371,05

Рис. 11.10. Відформатоване меню харчування

- б) На панелі інструментів Зупинити запис натисніть кнопку Відносне посилання, щоб макрос визначав діапазон форматування відносно поточної клітинки, тобто щоб він не форматував завжди один і той самий діапазон.
 - в) Відформатуйте таблицю, як показано на рис. 11.10.
 - г) У клітинку B9 за допомогою кнопки Автосума уведіть формулу підсумовування значень з діапазону B4:B8 та скопіюйте її у клітинку D9.
 - д) Зупиніть запис макросу відповідною кнопкою на панелі інструментів Зупинити запис. Якщо під час запису макросу ви припустилися помилок, запишіть макрос заново.
4. Відформатуйте три інших меню так, як показано на рис. 11.10, використовуючи щойно записаний макрос: виділяйте діапазон та натискайте призначене макросу сполучення клавіш.
 5. Запишіть макрос для скасування форматування меню, надайте йому ім'я Очистка і призначте для його виклику клавіші Ctrl+o. Для цього виконайте дії, аналогічні описаним в п. 3, а)–д), тільки замість того, щоб форматувати таблицю, очистіть її тло та встановіть невидимі межі.
 6. Перевірте дію макросу Очистка на одній із таблиць. Відновіть форматування таблиці за допомогою першого макросу.

Практична робота 11 для групи профілів М

Запишіть макрос, який у поточній клітинці знаходитиме корінь рівняння $f(x) = 0$ за умови, що в сусідню справа клітинку введено формулу функції $f(x)$.

Хід виконання

1. Створіть нову електронну книгу та введіть у будь-яку її клітинку не з першого стовпця формулу довільної функції $f(x)$, наприклад $f(x) = 2\sin x - 1$. Врахуйте, що значення x має розміщуватися в клітинці, розташованій зліва від тієї, в яку ви вводите формулу (рис. 11.11).
2. Запишіть макрос.
 - а) Установіть курсор у клітинку зліва від тієї, куди ви ввели формулу, та виконайте команду Сервіс ▶ Макрос ▶ Почати за-

рис. У вікні Запис макросу введіть ім'я макросу, скажімо Рівняння, та призначте для його виклику клавіші Ctrl+f (у поле Сполучення клавіш уведіть літеру f). Клацніть кнопку ОК, щоб почати запис.

	A	B	C	D
1		=2*sin(A1)-1		

Рис. 11.11. Формула функції $f(x)$

- б) На панелі інструментів Зупинити запис натисніть кнопку Відносне посилання, щоб макрос розв'язував рівняння саме в поточній клітинці, а не лише в тій, у якій ви його записуватимете.
- в) Виконайте команду Сервіс ▶ Підбір параметра та уведіть до вінка Підбір параметра дані, необхідні для розв'язання рівняння, наприклад такі, як показано на рис. 11.12.

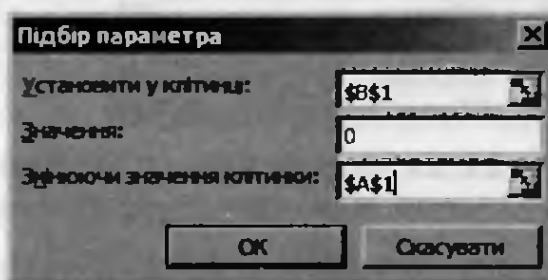


Рис. 11.12. Введення даних для розв'язання рівняння

- г) Клацніть кнопку ОК і зупиніть запис макросу відповідною кнопкою на панелі інструментів Зупинити запис. Якщо під час запису макросу ви припустилися помилок, запишіть макрос заново.
3. Перевірте дію макросу. Для цього введіть у вільну клітинку формулу деякої іншої функції, а потім встановіть курсор в сусідню зліва клітинку та натисніть призначені макросу клавіші. У цій клітинці має відобразитися значення кореня рівняння, а в сусідній клітинці справа — число, близьке до нуля.
 4. Збережіть створену електронну таблицю у файлі з іменем **Практ_M_11.xls**.

Практична робота 11 для групи профілів E

Складіть таблицю обліку відвантаження до магазину хлібобулочних виробів (рис. 11.13). Створіть чотири копії цієї таблиці (для магазинів «Гранд», «Слов'янка», «Україна» та «Океан»). Забезпечте автоматичне форматування таблиці та обчислення сумарної вартості продукції за зразком, наведеним на рис. 11.14.

Хід виконання

1. Створіть бланк таблиці відвантаження хлібобулочних виробів за формою, яка подана на рис. 11.13, та збережіть створену електронну таблицю у файлі з іменем `Практ_E_11.xls`.

	A	B	C	D	E
1	Відвантаження хлібобулочних виробів				
2	Дата	12.12.2010	Отримувач	Гранд	
3	№	Назва товару	Кількість, шт	Ціна, грн	Сума, грн
4	1	Хліб житній	120	1,5	
5	2	Хліб білий	45	2,05	
6	3	Хліб "Здоров'я"	22	1,25	
7	4	Батон	200	2,1	
8	5	Булка з маком	150	0,6	
9	6	Рогалик	125	2,03	
10	7	Булка "Шкільна"	50	0,65	

Рис. 11.13. Форма бланка таблиці з даними про відвантаження продукції

2. Скопіюйте створений бланк таблиці в чотири інших діапазони.
3. Запишіть макрос, який форматуватиме виділену таблицю так, як показано на рис. 11.14, а також обчислюватиме в ній підсумкові величини.
 - а) Виконайте команду `Сервіс` ▶ `Макрос` ▶ `Почати запис`. У вікні `Запис макросу` введіть ім'я макросу, скажімо `Форматування`, та задайте для його виклику клавіші `Ctrl+f` (у поле `Сполучення клавіш` уведіть літеру `f`). Клацніть кнопку `ОК`, щоб почати запис.
 - б) На панелі інструментів `Зупинити запис` натисніть кнопку `Відносно посилання`, щоб макрос визначав діапазон форматування відносно поточної клітинки, тобто щоб він не форматував завжди один і той самий діапазон.
 - в) Відформатуйте таблицю, як показано на рис. 11.14.

- г) У клітинку E4 введіть формулу для обчислення загальної вартості відвантаженого житнього хліба та скопіюйте цю формулу в клітинки E5:E10.
- д) Зупиніть запис макросу відповідною кнопкою на панелі інструментів Зупинити запис. Якщо під час запису макросу ви припустилися помилок, запишіть макрос заново.

	A	B	C	D	E
1	Відвантаження хлібобулочних виробів				
2	Дата	12.12.2010	Отримувач	Гранд	
3	№	Назва товару	Кількість, шт	Ціна, грн	Сума, грн
4	1	Хліб житній	120	1,5	
5	2	Хліб білий	45	2,05	
6	3	Хліб "Здоров'я"	22	1,25	
7	4	Батон	200	2,1	
8	5	Булка з маком	150	0,6	
9	6	Рогалик	125	2,03	
10	7	Булка "Шкільна"	50	0,65	

Рис. 11.14. Відформатована таблиця з даними про відвантаження продукції

- Відформатуйте таблиці з даними про відвантаження хлібу для всіх магазинів так, як показано на рис. 11.14, використовуючи щойно записаний макрос: виділяйте діапазон таблиці та натискайте призначені для запуску макросу клавіші.
- Для скасування форматування таблиці запишіть макрос Очистка і призначте йому клавіші **Ctrl+o**. Для цього виконайте дії, аналогічні описаним в п. 3, а)–д), тільки замість того, щоб формувати таблицю, очистіть її тло та встановіть невидимі межі.
- Перевірте дію макросу Очистка на одній із таблиць. Відновіть форматування таблиці за допомогою першого макросу.

Самостійна робота

- Створіть макрос, який на поточному аркуші електронної книги для всіх клітинок, де задано загальний формат, встановлюватиме грошовий формат.
- * Створіть макрос, який у поточній клітинці обчислюватиме суму значень, записаних у всіх інших клітинках аркуша електронної книги.

Розділ 12

Операції з матрицями

У цьому розділі буде розглянуто:

- ◆ поняття матриці;
- ◆ математичний зміст основних операцій з матрицями;
- ◆ виконання операцій з матрицями в Microsoft Excel;
- ◆ застосування операцій з матрицями для розв'язування прикладних задач.

Цей розділ посібника призначено лише для тих учнів, що навчаються за профілями групи М.

Матриці та основні операції з ними

У математиці *матрицею* називають прямокутну таблицю, у кожній клітинці якої записано число. Ці числа прийнято називати *елементами матриці*.

Коли матриця входить до складу математичної формули, клітинки не креслять, а просто записують її елементи рядок за рядком, стежачи, щоб елементи того самого стовпця перебували один під одним (рис. 12.1). Усю матрицю беруть у круглі дужки. Як правило, матриці позначають великими латинськими літерами.

$$A = \begin{pmatrix} 5 & -7 & 3 \\ 4 & 2 & 9 \end{pmatrix}$$

Рис. 12.1. Приклад матриці

Кожен елемент матриці має два *індекси*: номер рядка та номер стовпця, на перетині яких він розміщений. Найчастіше елементи матриці позначають маленькими латинськими літерами, біля яких у вигляді підрядкових знаків записують індекси. Наприклад, матриця A з рис. 12.1 має такі елементи: $a_{11} = 5$; $a_{12} = -7$; $a_{13} = 3$; $a_{21} = 4$; $a_{22} = 2$; $a_{23} = 9$.

Одна з основних характеристик матриці — *розмірність* — визначається кількістю рядків та стовпців у ній. Коли кажуть про розмірність, спочатку називають кількість рядків. Наприклад, матриця A з рис. 12.1 має розмірність 2×3 (два на три).

Множення матриці на число

Перша операція з матрицями, яку ми розглянемо, — це множення матриці на число. Вона полягає у тому, що на задане число множиться кожен елемент матриці. На рис. 12.2 наведено результат множення матриці A з рис. 12.1 на число 10: матрицю, яку ми отримали, записано справа.

$$10A = 10 \begin{pmatrix} 5 & -7 & 3 \\ 4 & 2 & 9 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 50 & -70 & 30 \\ 40 & 20 & 90 \end{pmatrix}$$

Рис. 12.2. Множення матриці на число

Додавання матриць

Найпростіша операція з двома матрицями — це їх додавання. Додавати можна лише матриці однакової розмірності. У результаті отримуємо матрицю, кожен елемент якої дорівнюватиме сумі відповідних елементів матриць-доданків. Цю операцію ілюструє рис. 12.3 (додаються матриці розмірності 2×2).

$$\begin{pmatrix} 4 & 5 \\ 8 & 2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 & -3 \\ 4 & 6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 & 2 \\ 12 & 8 \end{pmatrix}$$

Рис. 12.3. Додавання матриць

Множення матриць

На перший погляд може здатися, що множення матриць виконується аналогічно їх додаванню, але це не так — операція множення значно складніша. Пояснимо її суть.

Нехай (a_{i1}, \dots, a_{in}) — i -й рядок матриці A , а $\begin{pmatrix} b_{1j} \\ \vdots \\ b_{nj} \end{pmatrix}$ — j -й стовпець матриці B . У матриці-добутку $C = AB$ елемент з індексами ij обчислюватиметься за формулою $c_{ij} = a_{i1}b_{1j} + \dots + a_{in}b_{nj}$, тобто він дорівнюватиме сумі добутків елементів i -го рядка матриці A на відповідні елементи j -го стовпця матриці B . Інакше кажучи,

кожен рядок першої матриці «множиться» на кожен стовпець другої. Принцип множення матриць проілюстровано на рис. 12.4.

$$AB = \begin{pmatrix} \dots \\ \boxed{a_{i1}} & \dots & \boxed{a_{in}} \\ \dots \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \dots & \boxed{b_{1j}} & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \dots & \boxed{b_{nj}} & \dots \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \dots & \vdots & \dots \\ \dots & \boxed{c_{ij}} & \dots \\ \dots & \vdots & \dots \end{pmatrix}$$

Рис. 12.4. Загальний принцип множення матриць

ПРИМІТКА. Якщо множення матриць виконувати поелементно, як додавання, від цієї операції не буде ніякої математичної користі. Який зиск можна отримати від справжнього множення, ви зрозумієте пізніше, коли ми застосовуватимемо цю операцію для розв'язання систем лінійних рівнянь.

На рис. 12.5 продемонстровано множення матриці розмірності 2×3 на матрицю розмірності 3×2 . У результаті отримуємо матрицю розмірності 2×2 , елементи якої обчислюватимуться так:

$$c_{11} = 1 \times 3 + 2 \times 2 + 3 \times 6 = 25;$$

$$c_{12} = 1 \times 1 + 2 \times 5 + 3 \times 0 = 11;$$

$$c_{21} = -2 \times 3 + 4 \times 2 + 2 \times 6 = 14;$$

$$c_{22} = -2 \times 1 + 4 \times 5 + 2 \times 0 = 18.$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ -2 & 4 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3 & 1 \\ 2 & 5 \\ 6 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 25 & 11 \\ 14 & 18 \end{pmatrix}$$

Рис. 12.5. Множення матриць

Безпосередньо з означення добутку матриць AB випливає, що кількість стовпців у матриці A має дорівнювати кількості рядків у матриці B (подивіться уважно на рис. 12.4 та формулу для обчислення c_{ij}). Якщо розмірність матриць цій умові не задовольняє, перемножити такі матриці неможливо.

Очевидно також, що коли матрицю розмірності $m \times n$ помножити на матрицю розмірності $n \times q$, то отримуємо матрицю розмірності $m \times q$ (див. рис. 12.5).

Зверніть увагу: добуток матриць не є комутативним, тобто матриця AB може не дорівнювати матриці BA . Тому, коли ви кажете «помножимо матрицю A на матрицю B », варто додавати слово

«зліва» (це означатиме, що обчислюється добуток BA) або «справа» (якщо обчислюється добуток AB).

Одинична матриця

Далі мова піде тільки про квадратні матриці, тобто такі, в яких кількість рядків дорівнює кількості стовпців. Квадратна матриця має діагоналі — головну та побічну. На *головній діагоналі* розташовані елементи, у яких номер рядка дорівнює номеру стовпця; спрямована вона від лівого верхнього кута матриці до правого нижнього. *Побічна діагональ* спрямована від правого верхнього кута до лівого нижнього (рис. 12.6).

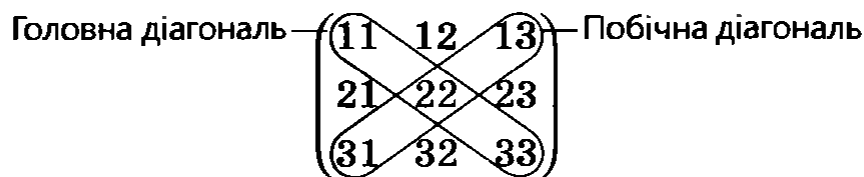


Рис. 12.6. Діагоналі квадратної матриці

Матриця називається *одиничною*, якщо на її головній діагоналі розташовані одиниці, а решта елементів дорівнюють нулю. Одиничні матриці завжди позначаються літерою E . На рис. 12.7 зображені одиничні матриці розмірності 3×3 та 2×2 .

$$E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad E = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Рис. 12.7. Одиничні матриці

Одинична матриця має цікаву властивість: на яку б матрицю A ви її не помножили зліва чи справа, знову отримаєте матрицю A (звичайно, розмірність матриці A має бути такою, щоб цей добуток можна було обчислити). Тобто одинична матриця для операції множення матриць відіграє ту саму роль, що й одиниця для операції множення чисел.

ПРИМІТКА. Не плутайте одиничну матрицю з матрицею, всі елементи якої дорівнюють 1, адже така матриця не має зазначеної властивості одиничної матриці й користі від неї у математичному відношенні мало.

Обернена матриця

Матриця A^{-1} називається *оберненою* до матриці A , якщо $A^{-1}A=E$, тобто добуток її і самої матриці A є одиничною матрицею. Таким чином, матриця A^{-1} відіграє таку саму роль для матриці A , що й число $\frac{1}{a}$ для числа a .

Наприклад, для матриці $\begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 9 & 5 \end{pmatrix}$ оберненою є матриця $\begin{pmatrix} 5 & -1 \\ -9 & 2 \end{pmatrix}$, оскільки

$$\begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 9 & 5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 5 & -1 \\ -9 & 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \cdot 5 - 1 \cdot 9 & -1 \cdot 2 + 1 \cdot 2 \\ 9 \cdot 5 - 5 \cdot 9 & -1 \cdot 9 + 5 \cdot 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Визначник матриці

Не для всіх квадратних матриць існують матриці, обернені до них. Наприклад, легко переконатися, що на яку б матрицю ви не множили матрицю, всі елементи якої дорівнюють нулю, одиничної матриці не отримаєте, а отже, така матриця оберненої не має. Визначити, чи існує для матриці обернена до неї, можна за допомогою *визначника матриці* — числа, яке зіставляється квадратній матриці за певним правилом. Зараз вам не потрібно запам'ятовувати цього правила, варто лише знати таке: якщо визначник матриці дорівнює нулю, ця матриця не має оберненої, інакше — має. Визначник матриці A позначають символом $|A|$.

Операції з матрицями в Microsoft Excel

В Excel є три функції, призначені для роботи з матрицями і всі вони входять до категорії Математичні:

- ◆ MMULT (рос. МУМНОЖ) — обчислює добуток матриць;
- ◆ MINVERSE (рос. МОБР) — обчислює матрицю, обернену до заданої;
- ◆ MDETERM (рос. МОПРЕД) — обчислює визначник матриці.

Аргументами всіх цих функцій є діапазони, що містять елементи матриць, по одному в кожній клітинці. Результатом виконання перших двох функцій є не окреме значення, а діапазон значень. Тому вводити їх потрібно так само, як і функцію FREQUENCY (рос. ЧАСТОТА), з якою ви вже стикалися в розділі 10: слід виділити весь діапазон, де міститимуться результати, ввести формулу функції та натиснути клавіші Ctrl+Shift+Enter.

Операції множення матриці на число та додавання матриць у Microsoft Excel слід виконувати не за допомогою функцій, а із використанням формул. Якщо матриця множиться на число, то посилання на клітинку, де це число розміщене, має бути абсолютним, оскільки всі елементи матриці множитимуться на значення в тій самій клітинці (рис. 12.8). Під час додавання матриць слід використовувати відносні посилання (рис. 12.9).

	A	B	C	D	E	F	G
1	d=	5			2	-1	6
2				A=	3	0	4
3					4	5	2
4							
5		10	-5	30			
6	d*A=	15	0	20			
7		20	25	10			

	A	B	C	D	E	F	G
1	d=5				2	-1	6
2				A=	3	0	4
3					4	5	2
4							
5		=B\$1*E1	=B\$1*F1	=B\$1*G1			
6	d*A=	=B\$1*E2	=B\$1*F2	=B\$1*G2			
7		=B\$1*E3	=B\$1*F3	=B\$1*G3			

Рис. 12.8. Множення матриці на число: а — аргументи та результати операції; б — використані формули

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		2	-1	6		7	4	2
2	A=	3	0	4	B=	-7	1	0
3		4	5	2		5	3	6
4								
5		9	3	8				
6	A+B=	-4	1	4				
7		9	8	8				

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		2	-1	6		7	4	2
2	A=	3	0	4	B=	-7	1	0
3		4	5	2		5	3	6
4								
5		=B1+F1	=C1+G1	=D1+H1				
6	A+B=	=B2+F2	=C2+G2	=D2+H2				
7		=B3+F3	=C3+G3	=D3+H3				

Рис. 12.9. Додавання матриць: а — аргументи та результати операції; б — використані формули

Вправа 12.1. Обчислення добутку матриць та оберненої матриці

Задано матриці A і B :

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 4 & 3 \\ 1 & 5 & 1 \\ 2 & 2 & 0 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 1 \\ 2 & 0 & -1 \\ 4 & 6 & 1 \end{pmatrix}.$$

Потрібно обчислити матрицю $(AB)^{-1}$.

1. Створіть нову книгу Excel та введіть у клітинки електронної таблиці елементи матриць A і B , як показано на рис. 12.10.

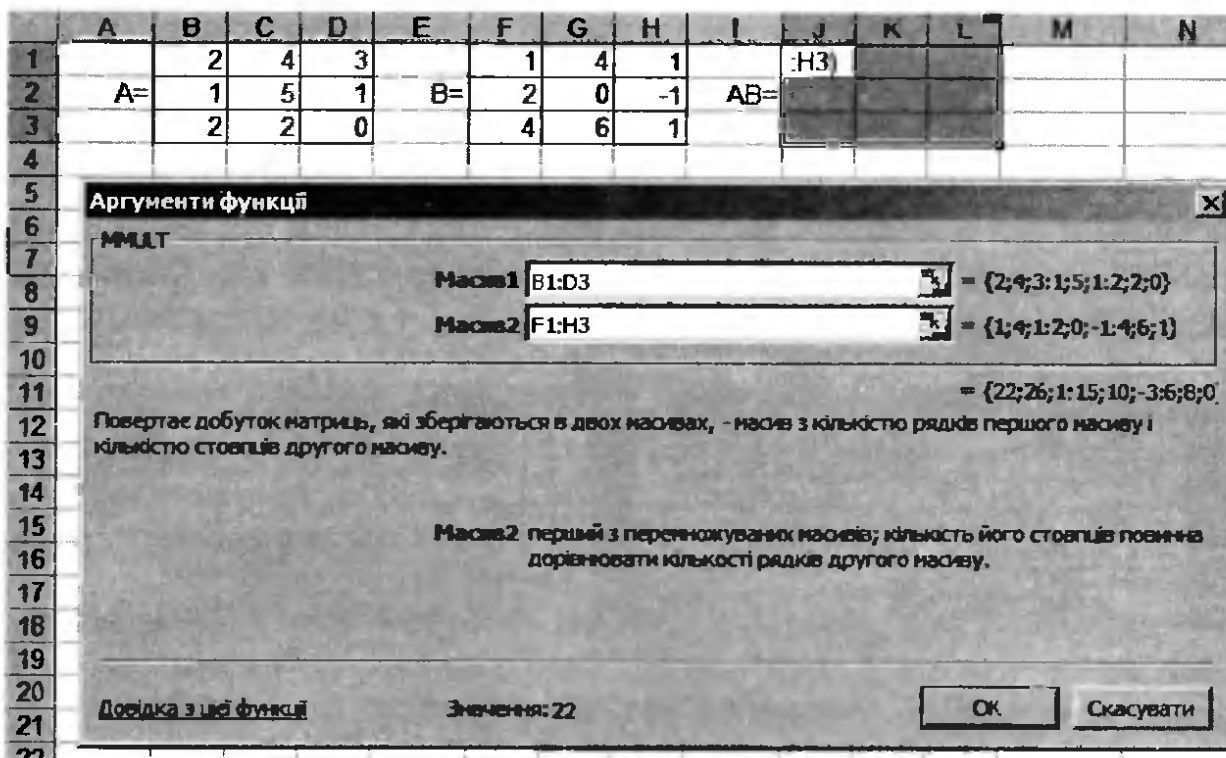


Рис. 12.10. Обчислення добутку матриць

2. Обчисліть у діапазоні J1:L3 добуток матриць AB.
 - а) Виділіть діапазон J1:L3.
 - б) Клацніть кнопку f_x (Вставка функції) та виберіть з категорії Математичні функцію MMULT.
 - в) Уведіть аргументи функції: першим аргументом буде діапазон, що містить елементи матриці A, а другим — діапазон матриці B (див. рис. 12.10).
 - г) Натисніть клавіші Ctrl+Shift+Enter. Добуток матриць AB буде обчислено.
3. У клітинці B6 обчисліть визначник матриці AB. Для цього скористайтесь функцією MDETERM, аргументом якої має бути діапазон щойно обчисленої матриці AB. Визначник матриці повинен дорівнювати 120. Це означає, що матриця має обернену.
4. Обчислимо обернену матрицю в діапазоні F5:H7.
 - а) Виділіть діапазон F5:H7.
 - б) Клацніть кнопку f_x (Вставка функції) та виберіть з категорії Математичні функцію MINVERSE.
 - в) Уведіть аргумент функції — діапазон J1:L3, в якому містяться елементи матриці AB.

- г) Натисніть клавіші **Ctrl+Shift+Enter**: обернену матрицю $(AB)^{-1}$ буде обчислено (рис. 12.11).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		2	4	3		1	4	1		22	26	1
2	A=	1	5	1	B=	2	0	-1	AB=	15	10	-3
3		2	2	0		4	6	1		6	8	0
4												
5						0,2	0,07	-0,73				
6	AB =	120			(AB) ⁻¹ =	-0,15	-0,05	0,68				
7						0,5	-0,17	-1,42				

Рис. 12.11. Обчислення матриці $(AB)^{-1}$

5. Збережіть електронну книгу під іменем **Вправа_12_1.xls**.

Розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь

Розглянемо систему лінійних алгебраїчних рівнянь

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + \dots + a_{1n}x_n = b_1; \\ \dots \\ a_{n1}x_1 + \dots + a_{nn}x_n = b_n. \end{cases}$$

Легко побачити, що її можна записати як добуток матриць:

$$\begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \dots & & \dots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_1 \\ \vdots \\ b_n \end{pmatrix}, \text{ або } AX = B, \text{ де } A = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \dots & & \dots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}, X = \begin{pmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} b_1 \\ \vdots \\ b_n \end{pmatrix}.$$

Справді, помноживши перший рядок матриці A на перший стовпець матриці X (він у цій матриці один), отримаємо вираз $a_{11}x_1 + \dots + a_{1n}x_n$, помноживши другий рядок A на стовпець X , отримаємо вираз $a_{21}x_1 + \dots + a_{2n}x_n$ і т. д. Кожен із цих виразів прирівнюється до відповідного коефіцієнта b_i — так ми отримаємо задану систему рівнянь.

Отже, маємо матричне рівняння $AX = B$. Для матричних рівнянь виконуються ті самі тотожності, що й для звичайних алгебраїчних рівнянь. Зокрема, обидві частини матричного рівняння можна домножити на одну ту саму матрицю (справа або зліва). Домноживши обидві частини рівняння $AX = B$ зліва на матрицю A^{-1} , отримаємо $A^{-1}AX = A^{-1}B \Rightarrow EX = A^{-1}B \Rightarrow X = A^{-1}B$. Останній

вираз фактично є правилом, за яким знаходять розв'язок системи лінійних алгебраїчних рівнянь.

Практична робота 12

Мета практичної роботи: навчитися розв'язувати в табличному процесорі системи лінійних алгебраїчних рівнянь за допомогою операцій з матрицями. Цю практичну роботу призначено лише для профілів групи М.

Необхідно розв'язати таку систему рівнянь:

$$\begin{cases} 3x_1 + 4x_2 - 2x_3 = 3; \\ -x_2 + 5x_3 = 18; \\ 4x_1 + 3x_3 = 16. \end{cases}$$

Хід виконання


1. Запишемо задану систему лінійних рівнянь у матричному вигляді:

$$\begin{pmatrix} 3 & 4 & -2 \\ 0 & -1 & 5 \\ 4 & 0 & 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 \\ 18 \\ 16 \end{pmatrix}.$$

2. Створіть нову електронну книгу та уведіть до неї дані за зразком, наведеним на рис. 12.12.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		3	4	-2		3		
2	A=	0	-1	5	B=	18	X=	
3		4	0	3		16		
4								
5								
6	A ⁻¹ =							
7								

Рис. 12.12. Вихідні дані для системи лінійних рівнянь

3. Обчисліть матрицю A^{-1} у діапазоні B5:D7. Для цього виділіть цей діапазон, за допомогою кнопки  (Вставка функції) виберіть з категорії Математичні функцію MINVERSE, введіть діапазон B1:D3 як її аргумент та натисніть клавіші Ctrl+Shift+Enter.

4. За допомогою функції MMULT обчисліть у діапазоні H1:H3 добуток $A^{-1}B$ — це і буде розв'язок $X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix}$.

Ви маєте отримати такі значення: $x_1 = 1$, $x_2 = 2$, $x_3 = 4$.

5. Збережіть електронну книгу у файлі `Практ_M_12.xls`.

Самостійна робота

1. Розв'яжіть систему лінійних алгебраїчних рівнянь

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 + 4x_4 = 6; \\ 7x_1 + 6x_2 + 5x_3 + 4x_4 = 10; \\ 3x_1 + 4x_2 + 5x_3 + 6x_4 = 10; \\ 8x_1 + 7x_2 + 6x_3 + 5x_4 = 12. \end{cases}$$

2. Наведіть приклад матриці розмірності 4×4 , яка б не містила жодного нульового елемента, але не мала оберненої.

3.* Сформулюйте правило побудови матриці розмірності $n \times n$, яка не містить жодних двох однакових елементів та не має оберненої.

Навчальне видання

**Ігор Олександрович Завадський
Алла Петрівна Забарна**

Microsoft Excel у профільному навчанні

Редактор І.В. Карпищенко

Коректор І.В. Карпищенко

Комп'ютерна верстка О.М. Заплаткіна

Дизайн обкладинки Д.С. Тріщенко

ТОВ «Видавнича група ВНУ»

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру

суб'єктів видавничої справи України

серія ДК №175 від 13.09.2000 р.

Підписано до друку 20.01.11. Формат 60×84 ¹/₁₆. Папір офсетний.

Гарнітура ShoolBook, Segoe. Друк офсетний.

Ум. друк. арк. 15,81.

Наклад 1500 прим. Зам. № 11024.

Віддруковано з готових діапозитивів
на ДП «Державна картографічна фабрика»,
21100, м. Вінниця, вул. 600-річчя, 19.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції серії ДК № 869 від 26.03.2002 р.