

Міністерство освіти та науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ННІ Кіберпорт
Кафедра кібернетики та інформаційних технологій

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА КОМУНІКАЦІЙНІ ЗВ'ЯЗКИ

**Методичні вказівки та завдання
для практичних занять і самостійної роботи
здобувачів першого (бакалаврського) рівня освіти
спеціальності**

072 Фінанси, банківська справа та страхування

Затверджено рішенням Науково-
методичної ради ННІ Кіберпорт
Протокол № 7 від 07.06.2023

Харків 2023

УДК 336:004

Схвалено на засіданні кафедри кібернетики та інформаційних технологій

Протокол № 12 від 31.05.2023 р.

Рецензенти:

В. В. Макогон, канд. екон. наук, доцент кафедри фінансів, банківської справи та страхування Державного біотехнологічного університету;

О. В. Третьяк, доктор техн. наук, зав. кафедри 101 Національного аерокосмічного університету імені М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут" (ХАІ)

Інформаційні технології та комунікаційні зв'язки: методичні вказівки та завдання для практичних занять і самостійної роботи здобувачів першого (бакалаврського) рівня освіти спеціальності 072 Фінанси, банківська справа та страхування / Держ. біотехнол. ун-т: уклад. В. М. Дьоміна.– Харків:ДБТУ, 2023 – 149 с.

Зміст методичних вказівок для практичних занять та завдань для самостійної роботи розкриває практичні аспекти застосування інформаційних технологій та комунікаційних зв'язків для розв'язку прикладних задач у галузі управління та адміністрування. Основна увага приділена оволодіння практичними навичками використання інформаційних та комунікаційних технологій для спеціальності 072 Фінанси, банківська справа та страхування.

Відповідальний за випуск: В. М. Дьоміна, канд. техн. наук

© ДБТУ, 2023

© Дизайн обкладинки Гарєєв К. Р., 2023

Зміст

Вступ	6
1. Системне програмне забезпечення	7
1.1. Файловий менеджер Nautilus	7
1.2. Операції з файлами та папками	7
2. Прикладне програмне забезпечення	14
2.1. Текстовий редактор OO Writer. Стилі даних. Створення наукового документу	145
2.1.1. Відомості про наукову і ділову документацію	16
2.1.2. Вимоги до оформлення реферату.	18
2.1.3. Порядок виконання роботи	20
2.1.4. Завдання для самостійної роботи. Теми рефератів	45
2.2. Системи табличної обробки даних. Табличний процесор OO Calc.	49
2.2.1. Приклади виконання завдання	49
2.2.2. Завдання 1-3 для самостійної роботи	82
2.3. Електронна таблиця Gnumeric	101
2.3.1. Лінійна оптимізація. Оптимізація як загальна задача лінійного програмування	Ошибка! Закладка не определена.1
2.3.2. Завдання 4 для самостійної роботи	109
2.3.3. Лінійна оптимізація. Транспортна задача	111
2.3.4. Завдання 5 для самостійної роботи	121
2.3.5. Інструменти Gnumeric для статистиків	125
2.3.6. Завдання 6 для самостійної роботи	145
Список використаних джерел	147

Вступ

Навчальна дисципліна «Інформаційні технології та комунікаційні зв'язки» відноситься до циклу загальної підготовки обов'язкових компонент освітньо-професійної програмами «Фінанси, банківська справа та страхування» та «ІТ фінанси» за спеціальністю 072 «Фінанси, банківська справа та страхування». Навчальний курс складений з урахуванням отриманих знань при вивченні дисципліни «Вища математика» (тем «Лінійна алгебра» та «Аналітична геометрія»). Знання, отримані під час вивчення цього курсу будуть закріплені при вивченні таких дисциплін, як «Статистика», «Економетрика» та «Оптимізаційні методи та моделі». Методичні вказівки та завдання для лабораторних занять і самостійної роботи, в основному, призначені для здобувачів вищої освіти, які бажають ознайомитися з методами автоматизованої обробки економічних даних за допомогою засобів обчислювальної та організаційної техніки.

Основною метою вивчення дисципліни є формування базових знань про: методи автоматизованої обробки економічної інформації за допомогою засобів обчислювальної та організаційної техніки; принципи побудови та функціонування обчислювальних машин та комунікаційних зв'язків; організацію обчислювальних процесів на персональних комп'ютерах та їх алгоритмізацію; програмне забезпечення персональних комп'ютерів і комп'ютерних мереж; ефективне використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій у професійній діяльності.

Основними завданнями курсу є набуття компетентностей:

- ЗК05. Навичок використання інформаційних та комунікаційних технологій.
- ЗК08. Здатності до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- СК06. Здатності застосовувати сучасне інформаційне та програмне забезпечення для отримання та обробки даних у сфері фінансів, банківської справи та страхування.


Програмні результати навчання:

- ПР06. Застосовувати відповідні економіко-математичні методи та моделі для вирішення фінансових задач


Під час вивчення дисципліни необхідно зосередити увагу на проблемах вибору технологічної схеми застосування загальносистемних і спеціалізованих пакетів прикладних програм та використання їх для розв'язку прикладних завдань у межах спеціальності 072 «Фінанси, банківська справа та страхування».

1. Системне програмне забезпечення

1.1. Файловий менеджер *Nautilus*

Дистрибутив Linux/Ubuntu представляє файловий менеджер *Nautilus*. У назві присутній каламбур, зв'язаний із зображенням мушлі молюска наутилусу  для представлення оболонки операційної системи (англ. *shell* — це і мушля, і оболонка ОС). *Nautilus* входить в стандартні компоненти графічного середовища *Gnome* і володіє широким функціоналом. В *Ubuntu* він встановлений як основний файловий менеджер, а також як менеджер робочого столу.

1.2. Операції з файлами та папками

1. Запустити файловий менеджер *Nautilus* з допомогою команди *Пуск* (нижній лівий кут екрану із зображенням логотипу *Ubuntu* ) – *Переход* – *Домашня папка* (рис. 1.1).

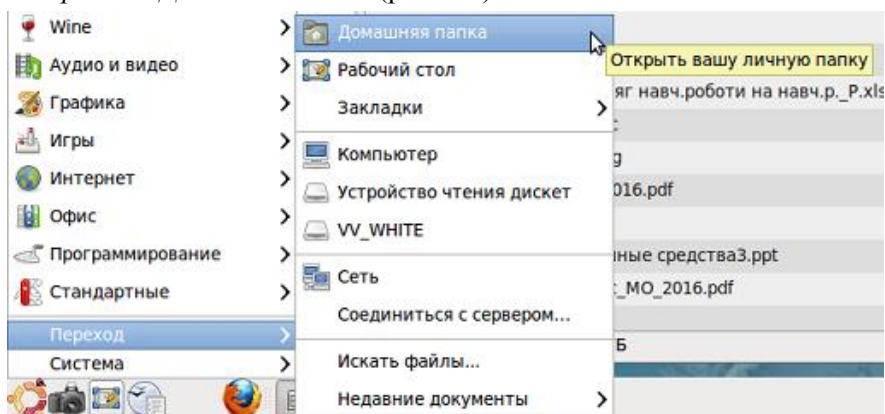


Рис. 1.1. Команда виклику файлового менеджера *Nautilus* в пункті *Домашня папка*.

2. В папці *Документи* відкрити папку з прізвищем викладача (наприклад, *Дьоміна*). В ній (або в папці *Документи*, якщо знайти таку папку не вдалося) створити папку з шифром спеціальності та групи: *МЕ 1-1* (рис. 1.2) або *ПУА 1-1*. Для більш зручної роботи з Вашою папкою необхідно перенести її на *Бокову панель* – *Места*, використовуючи прямий метод буксирування, ухвативши папку *МЕ 1-1* лівою клавишею миші (див. рис. 1.2). Створення свого пункту на боковій панелі дозволить зберегти шлях до Вашої папки у зручному меню.

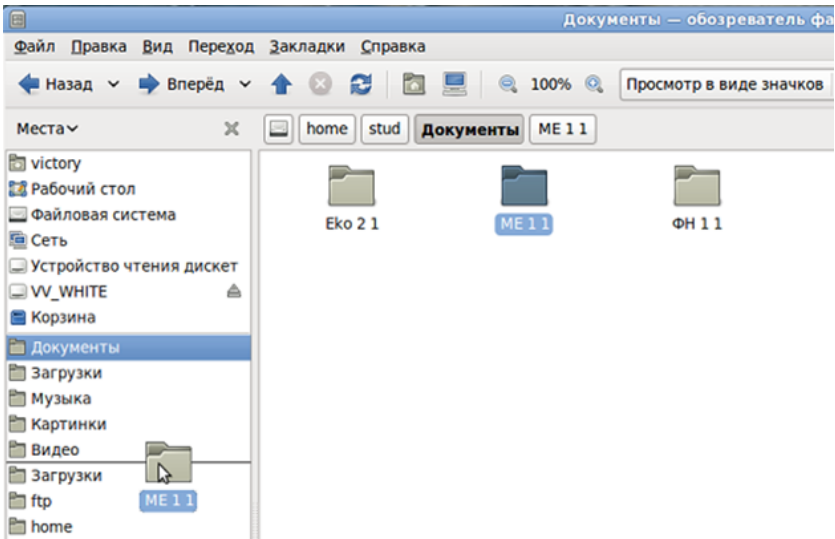


Рис. 1.2. Додавання свого пункту на Бокову панель – Места.

3. Відкрити папку ME 1-1 (ПУА 1-1) і створити в ній папку з Вашим прізвищем: наприклад, Петренко.

4. Відкрити папку Петренко і створити в ній файл Робота1.odt наступного змісту:

Я, Петренко Петро Петрович, знаходжуся на лабораторно-практичних заняттях з дисципліни Економічна інформатика в аудиторії 3-212 на кафедрі інформаційних технологій, консалтингу та туризму. Заняття проводить кандидат технічних наук, доцент Дюміна Вікторія Михайлівна.

4.1. Відкрити текстовий редактор OpenOffice Writer через консоль:  – *Офис* – *OpenOffice.org Редактор текстов (Writer)* (рис. 1.3).

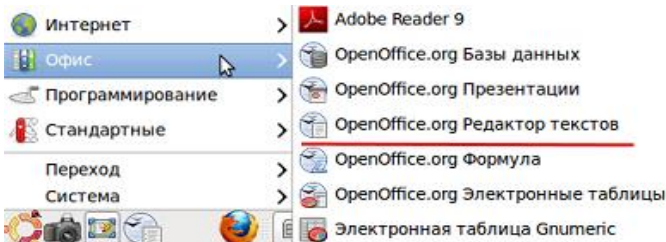


Рис. 1.3. Вибір текстового редактору через консоль.

4.2. Файл також можна створити, використовуючи контекстне меню, що можна викликати правою клавішею миші. Залишається вписати ім'я файлу `Работа1.odt`.

4.3. Після введення тексту файлу потрібно зберегти його з допомогою команди *Файл – Сохранить (Сохранить как...)* в папці ME 1-1 (ПУА 1-1) (рис. 1.4). Зверніть увагу на те, що папка ME 1-1 доступна в лівій боковій частині вікна *Места*, як в редакторі Writer, так і в будь-якому додатку.

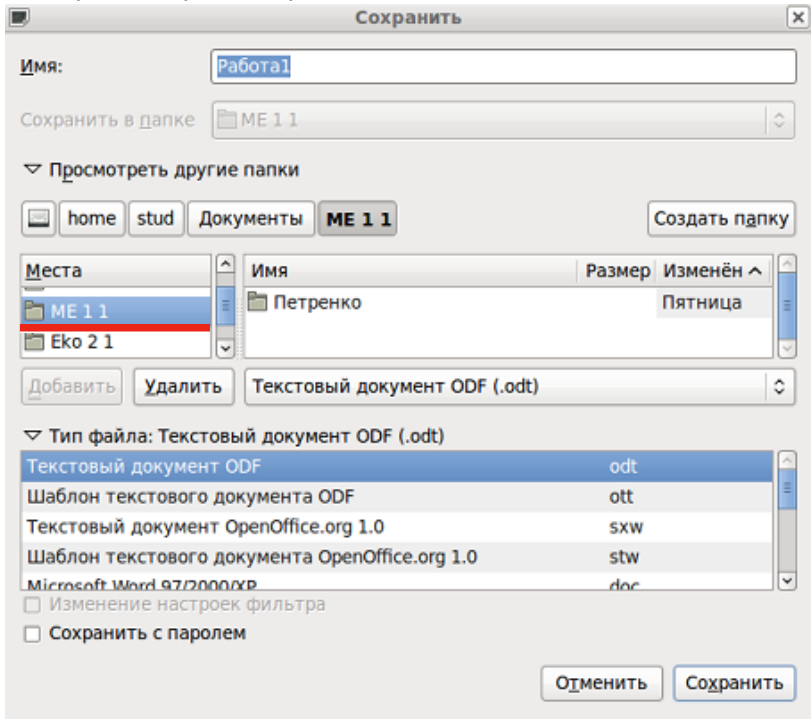


Рис. 1.4. Вікно **Сохранить** тактового редактору OoWriter.

5. Відкрити нову вкладку у вікні файлового менеджера з допомогою команди *Файл – Создать вкладку* (або поєднання клавіш *Ctrl-T*) (рис. 1.5)

6. Перейти в новій вкладці в кореневий каталог (корінь) (рис. 1.6). Переконайтеся у наявності таких системних папок як `/bin`, де зберігаються базові програми, критичні для Linux, `/boot`, що

здерігас файли для завантаження, /home, в якій розташовані домашні каталоги користувачів Linux та ін.

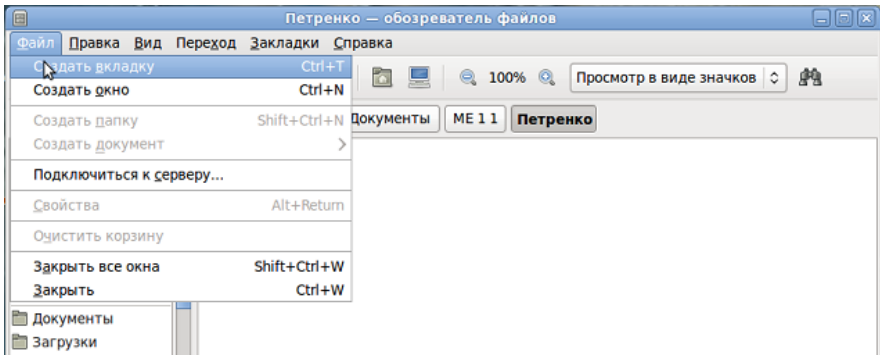


Рис. 1.5. Створення нової вкладки.

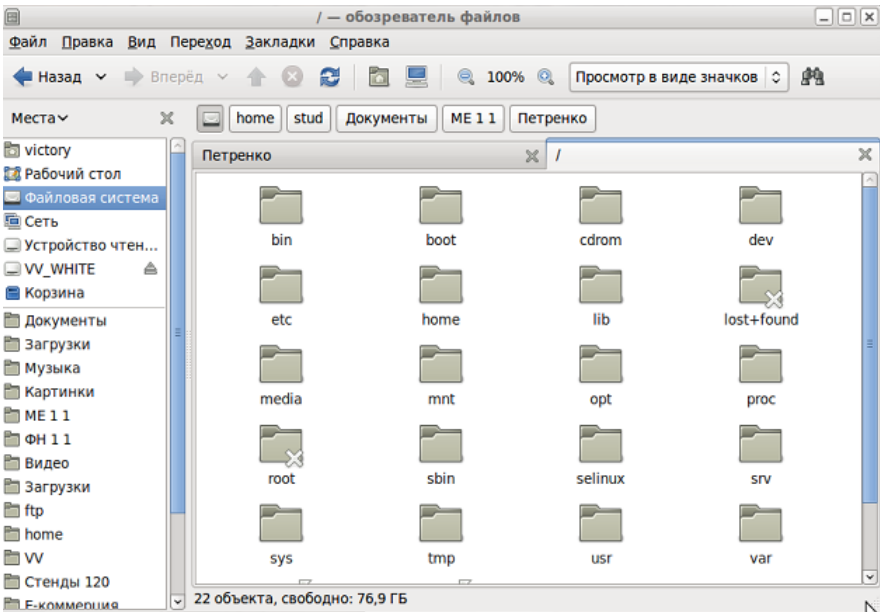


Рис. 1.6. Уміст кореня.

7. Перейти в папку stud, знайти три файли с розширенням odt і скопіювати їх у каталог-прізвище.

7.1. Перш ніж шукати файли поставимо такий вид об'єктів на панелі файлового менеджера, щоб бачити розмір файлу і його дату

створення. Для цього потрібно виконати команду *Вид – Список* або поєднання клавiш *Ctrl-2* (рис. 1.7).

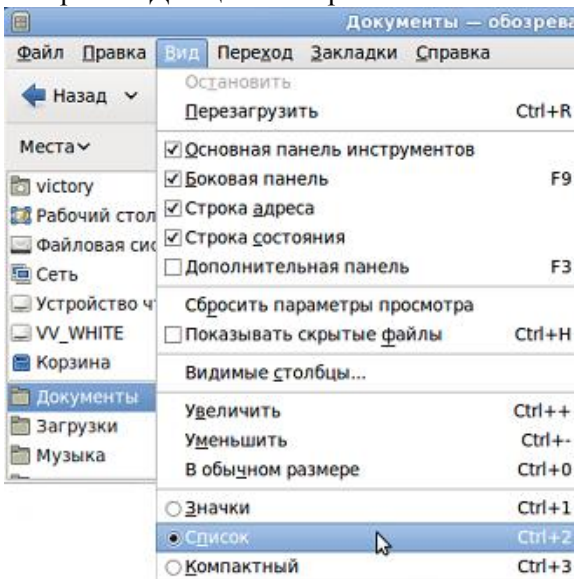


Рис. 1.7. Команда *Список*.

7.2. Пошук файлів здійснюється з допомогою команди *Переход – Поиск файлов* або значка на панелі інструментів файлового менеджера у вигляді лупи або бінокля (рис. 1.8). В полі *Поиск* задати розширення *odt*.

7.3. З відкритого списку файлів вибрати три довільних і скопіювати їх або з допомогою команди *Правка – Копировать*,

або с допомогою поєднання клавiш *Ctrl-C* в каталог-

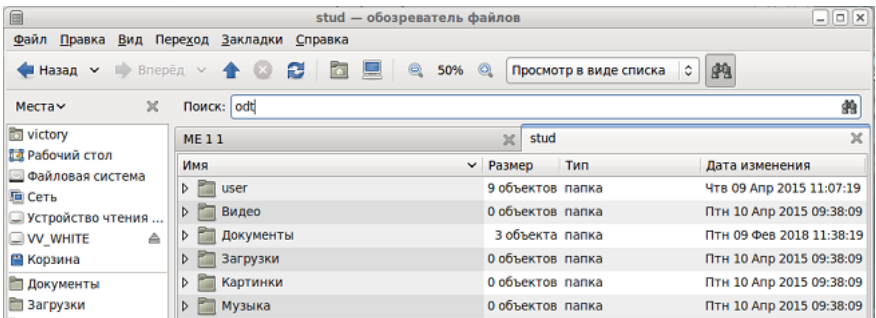


Рис. 1.8. Пошук файлів.

прізвище, відкритий на сусідній вкладці. Вставити файли можна або з допомогою команди *Файл – Вставить*, або с допомогою сполучення клавiш *Ctrl-V*.

8. Створити архів з усіма файлами каталога-прізвища. їх повинно бути чотири.

8.1. Відкрити папку каталогу-прізвища (Петренко) Виділити усі файли (*Ctrl-A*), створити архів з допомогою пункту контекстного меню на праву клавішу миші: *Сжать*.

8.2. У відкритому вікні вибрати розширення архіву zip і увести пароль (можливо 123456), як на рис. 1.9.

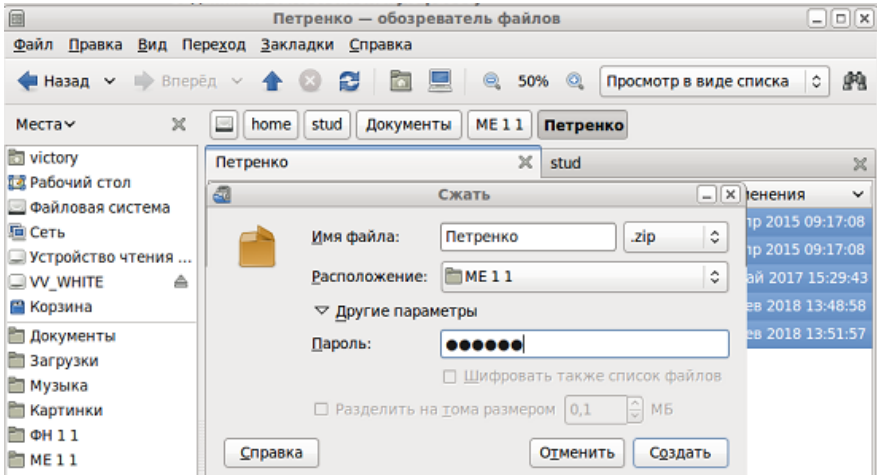



Рис. 1.9. Створення архіву zip з паролем.

9. Відкрити файл Робота1.odt з архівного файлу Петренко.zip.

9.1. Відкрити архівний файл Петренко.zip. Стиснуті в ньому файли мають насічки у вигляді закритого замка .

9.2. Двічі клацнути по імені файлу Робота1.odt і у відкритому віконці ввести пароль (рекомендовано – 123456) (рис. 1.10).

9.3. Змінити файл, додавши наприкінці тексту поточну дату.

9.4. Зберегти оновлений файл під тим же іменем в архіві.

10. Накласти на папку-прізвище яскраву емблему для її індивідуалізації.

10.1. Виділити папку Петренко. Визвати вікно **Свойства** з допомогою команди *Файл – Свойства*.

10.2. На вкладці *Эмблемы* вибрати відповідну (рис. 1.11).

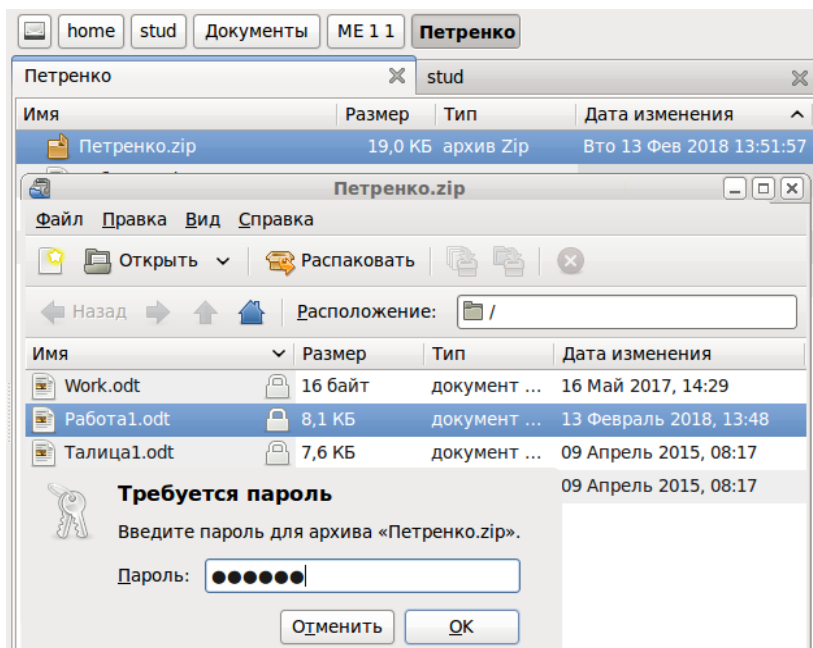


Рис. 1.10. Введення паролю при відкриванні файлу з архіву Петренко.zip.

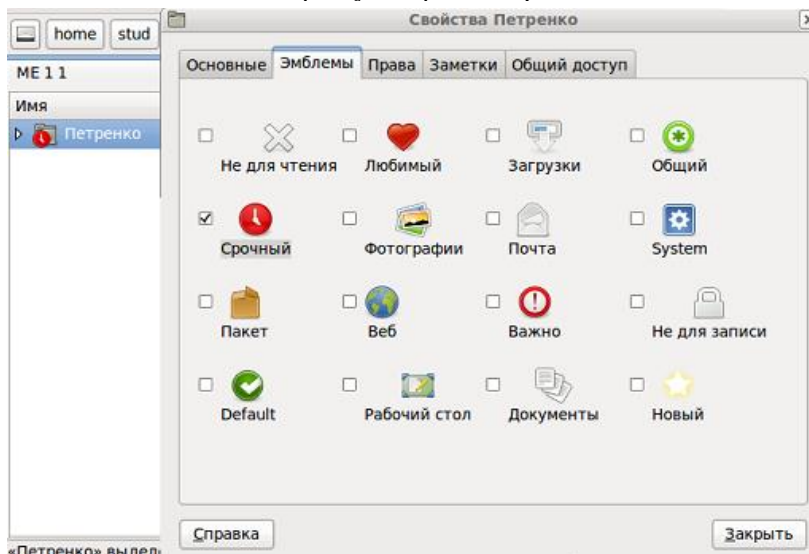


Рис. 1.11. Накладання емблеми на папку.

2. Прикладне програмне забезпечення

2.1. Текстовий редактор OO Writer.

Стилі даних. Створення наукового документу

Головне завдання даного розділу – допомогти опанувати основні комп'ютерні технології обробки тексту за допомогою текстового процесору OpenOffice.org Writer, що входить до складу пакету офісних програм OpenOffice.org вільного програмного забезпечення Open Source, на прикладі поширеної задачі – оформлення реферату. Реферат – це можливість отримання досвіду в сфері самостійної науково-дослідної роботи при створенні наукового документу.

Реферат (нім. *Referat* від лат. *referre* «повідомляти, переказувати») – стисла доповідь з певної теми, в якій зібрана інформація з одного або декількох джерел.

Реферат – це складний структурований текст, робота над яким потребує володіння різноманітними методами комп'ютерної обробки тексту: форматування тексту (символів, абзаців, сторінок) створення виносков, створення змісту; створення списків літератури; вставка об'єктів і т.п.

Це цікава і корисна робота з точки зору формування свого світогляду в певній галузі. Осмислення завжди має на увазі вибудовування власної структури розуміння проблеми. І якщо внутрішнє розуміння збудовано – то можна довести це розуміння і до інших. Структура реферату:

1. Титульна сторінка.
2. План (Зміст).
3. Введення.
4. Основна частина.
5. Висновок.
6. Перелік джерел посилання.
7. Додатки (якщо необхідно).

Кожна структурна частина починається з нової сторінки.

2.1.1. Відомості про наукову і ділову документацію

Важливою складовою базової дисципліни "Інформатика" є освоєння сучасних інформаційних технологій роботи з науковими і діловими документами. В інформатиці документом називають файл, створений будь якою програмою-редактором. В діловодстві

документ – це інформаційний набір, який розташований на будь-якому матеріальному носії, сформований за визначеними правилами і має атрибути ідентифікації власника.

Наукова інформація - це логічні зведення, що отримуються в процесі пізнання, адекватно відображає закономірності об'єктивно світу й використовуються в суспільно-історичній практиці.

Під *джерелами наукової інформації* розуміють документи, що містять повідомлення, які використовуються у науковій, викладацькій і практичній діяльності. До документів відносять різного роду видання, що є основним джерелом наукової інформації.

Видання - це документи, призначені для поширення інформації, які пройшли редакційно-видавничу обробку, отримані друкуванням або тисненням, поліграфічно самостійно оформлені та мають вихідні відомості.

Розрізняють висхідний і спадний потоки наукової інформації.

Висхідний - це потік інформації від користувачів у реєстраційні органи. Виконавець наукової праці після затвердження плану робіт зобов'язаний у визначений строк представити інформаційну карту у відповідні інститути. До висхідного потоку відносять також статті, направлені у видавничі організації.

Спадний - це потік інформації у вигляді бібліографічних оглядових реферативних та інших даних, що направляється в низові організації за їхніми запитами.

Усі документальні джерела наукової інформації діляться на первинні й вторинні. *Первинні* документи містять вихідну інформацію, безпосередні результати наукових досліджень (монографії, збірники наукових праць, автореферати дисертацій і т.д.), а *вторинні* є результатом аналітичної й логічної переробки первинних документів (довідкові, інформаційні, бібліографічні й інші тому подібні видання).

Нижче наведені основні наукові, навчальні, довідкові й інформаційні видання.

Під *науковим* розуміють видання, що містить результати теоретичних й/або експериментальних досліджень, а також науково підготовлені до публікації пам'ятники культури й історичні документи. Наукові видання можна розділити на такі види: монографія, автореферат, дисертація, препринт, збірник наукових праць, мате-

ріали наукової конференції, тези доповідей наукової конференції, науково-популярне видання.

Монографія - наукове або науково-популярне книжкове видання, що містить повне і всебічне дослідження однієї проблеми або теми і належить одному або декільком авторам.

Автореферат дисертації - наукове видання у вигляді брошури, що містить складений автором реферат проведеного ним дослідження, що подається на здобуття наукового ступеня.

Препринт - наукове видання, що містить матеріали попереднього характеру, опубліковані до виходу у світ видання, у якому вони можуть бути розміщені.

Збірник наукових праць - збірник, що містить дослідницькі матеріали наукових установ, навчальних закладів або товариств.

Тези доповідей наукової конференції - науковий неперіодичний збірник, що містить опубліковані до початку конференції матеріали попереднього характеру: анотації, реферати доповідей й/або повідомлень.

Матеріали наукової конференції - науковий неперіодичний збірник, що містить підсумки наукової конференції (програми, доповіді, рекомендації, рішення).

Науково-популярне видання - видання, що містить відомості про теоретичні або експериментальні дослідження в галузі науки, культури й техніки та викладені у формі, доступній читачеві-неспеціалісту.

Навчальне видання - це видання, що містить систематизовані відомості наукового або прикладного характеру, викладені у формі, зручній для вивчення й викладання, і розраховане на учнів різного віку й ступеня навчання. До навчальних видань належать: підручник, навчальний посібник, навчальний наочний посібник, навчально-методичний посібник, хрестоматія й т.д.

Підручник - навчальне видання, що містить систематичне викладання навчальної дисципліни, її розділу або частини, що відповідає навчальній програмі і офіційно затверджене як підручник.

Навчально-методичний посібник - навчальне видання, що містить матеріали за методикою викладання навчальної дисципліни або за методикою виховання.

Навчальний посібник - це навчальне видання, що доповнює або частково заміняє підручник й офіційно затверджене як навчальний посібник.

Хрестоматія - навчальний посібник, що містить літературно-художні, історичні й інші твори або уривки з них, що становлять об'єкт вивчення навчальної дисципліни.

Навчальний наочний посібник - навчальне видання, що містить матеріали для допомоги вивченню, викладанню або вихованню.

Довідково-інформаційне видання - видання, що містить короткі відомості наукового або прикладного характеру, розташовані в порядку, зручному для їхнього швидкого відшукування, не призначене для суцільного читання.

Інформаційне видання - видання, що містить систематизовані відомості про опубліковані, неопубліковані або неопубліковані документи або результат аналізу й узагальнення відомостей, представлених у першоджерелах. Інформаційні видання випускаються організаціями, що здійснюють науково-інформаційну діяльність. Інформаційні видання можуть бути бібліографічними, реферативними, оглядовими.

Бібліографічне видання - бібліографічний посібник, випущений у вигляді окремого документа.

Реферативне видання - це інформаційне видання, що містить упорядковану сукупність бібліографічних записів, що включають реферати.

Видання можуть бути неперіодичними, періодичними й триваючими.

Неперіодичні видання - це видання, що виходять однократно і не мають продовження. До них належать: книги, брошури, листівки і т.д.

Періодичне видання - серійне видання, що виходить через певні проміжки часу, з постійним для кожного року числом номерів (випусків) і не повторюється за змістом. До періодичних друкованих видань належать: газети, журнали, альманахи, бюлетені, інші видання, що мають постійну назву, певний номер і виходять у світ не рідше одного разу на рік.

Ділові документи є основним інформаційним ресурсом підприємств і організацій. *Документообіг* є складовою частиною документального забезпечення управління, мета якого - інформаційне

забезпечення діяльності установи, її документування та зберігання раніше створеної управлінської інформації. *Документообіг* - це неперервний процес руху документів, що показує діяльність підприємств і дозволяє оперативно керувати виробничими процесами на підприємстві. Документаційне забезпечення управління безпосередньо залежить від управлінських рішень, і як процес включає три складові: інформаційну підтримку рішень, тобто забезпечення прийнятого рішення інформацією (документами); документування рішення та контроль за його виконанням.

У наш час застосовується як традиційне діловодство (на паперових носіях інформації), так і електронний документообіг. Ефективне управління процесами на підприємстві певною мірою залежить від побудови системи електронного документообігу. Основним поняттям такої системи є електронний документ. Його статус закріплений Законом України "Про електронні документи й електронний документообіг".

Електронний документ - це формалізована інформація, яка зафіксована на електронних носіях з обов'язковими електронними реквізитами, до яких відносяться електронний цифровий підпис автора та/або особи, що його підписує з метою надання документу юридичної чинності.

Автоматизація документообігу на сучасних підприємствах здійснюється у корпоративних інформаційних системах, які містять такі складові апаратно-програмного забезпечення, як редактори документів; бази даних вхідних, вихідних документів та їх шаблонів і системи управління базами даних. У корпоративних системах СУБД можуть повністю опосередковувати роботу з файловою системою і редакторами документів за допомогою системного інтерфейсу. Робота персоналу може зводитися до створення запитів на використання необхідного документу або шаблону, їх перегляд, редагування, друк у діалогових вікнах з уніфікованими елементами управління.

2.1.2. Вимоги до оформлення реферату

Оформлення реферату припускає:

1. Друковану форму. Документ повинен бути створений на комп'ютері, в додатку OpenOffice.org Writer.
2. Обсяг реферату не менше 15 сторінок.

3. Роздрукування на одному боці аркуша. Формат стандартний – А4. Другу сторону кожного аркуша залишаємо чистою, папір не економимо.

4. Поля сторінки: ліве – 25 мм (2,5 см), праве – 15 мм (1,5 см) інші – по 20 мм (2,0 см).

5. Вирівнювання тексту – по ширині. Новий рядок оформляється на одному рівні на всіх сторінках реферату. Відступ абзацу дорівнює 1,25 см.

6. Шрифт основного тексту – Times New Roman. Розмір – 14 п. Колір – чорний. Інтервал між рядками – полуторний.

7. Оформлення заголовків. Назви розділів прописуються напівжирним (розмір – 16 п.), Підзаголовки також виділяють жирним (розмір – 14 п.). Якщо заголовок розташований по центру рядка, точка в кінці не ставиться. Підкреслювати заголовок не потрібно!

8. Відсутність порожніх рядків.

9. Такі елементи тексту як: зміст, списки або інші основні частини тексту (не заголовки) повинні починатися з нового аркуша. Навіть якщо порожнім залишається більше половини попереднього аркуша. Обсяг реферату не менше ніж 15 сторінок.

10. Інтервали після назв розділів, заголовків і підзаголовків. До і після назви розділу інтервал необхідно задати 42 мм (4,2 см). Інтервал до і після підзаголовка – 20 мм (0,2 см).

11. Нумерацію сторінок. Відлік ведеться з титульного листа, після нього настає зміст і ці перші два листа не нумерують. Для нумерації наступних використовуються арабські цифри.

12. Правила оформлення приміток. Примітки розташовують на тій же сторінці, де зроблено виноску.

13. Оформлення цитат. Вони містяться в лапки і оформлення цитати має відповідати його бібліографічному опису, згідно з переліком посилань з позначенням номера. Авторська пунктуація і граматики зберігаються.

14. Нумерацію розділів, заголовків і підзаголовків виконують, використовуючи арабські цифри: Заголовки нумерують 1., 2., підзаголовки – 1.1., 1.2.

Заголовки, назви розділів, підзаголовки краще оформляти за допомогою інструменту «*Стили и форматирование*» (Меню – *Формат*). В цьому випадку є можливість оформити зміст автоматично.

2.1.3. Порядок виконання роботи

Параметри сторінки

Створюючи новий реферат потрібно встановити такі поля сторінки: ліве – 2,5 см, праве – 1,5 см інші – по 2 см.

Для цього потрібно вибрати команду *Формат – Страница*, на вкладці *Страница* треба вказати параметри, як на рис. 2.1.

Титульный лист

На титульному аркуші вказується міністерство, назва організації (ЗВО), кафедри. Нижче вказують тип і тему роботи. Використовують великий кегль. Під темою, праворуч, розміщують інформацію про автора та наукового керівника. У нижній частині по центру – назва міста і рік написання (рис. 2.2).

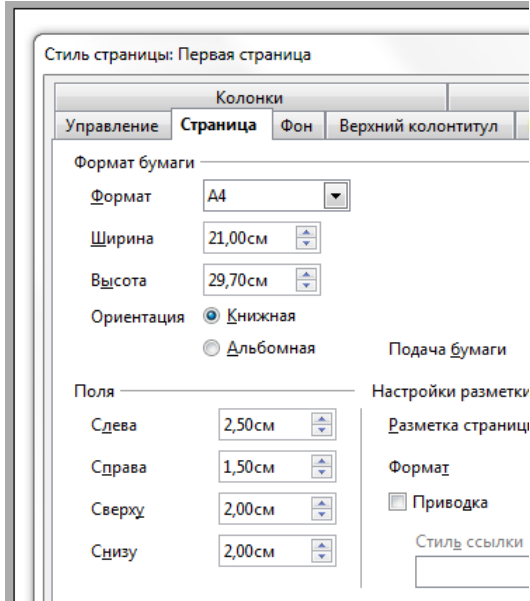







Рис. 2.1. Поля сторінки.

При написанні реферату буде використано стилеве форматування. Вікно **Стили и форматирование** відкривається командою *Формат – Стили* або клавішею **F11** (рис. 2.3). З кнопок *Стили абзаца* , *Стили символа* , *Стили врезок* , *Стили страницы*  та *Стили списка*  на даний момент активні стилі абзацу (рис. 2.3).

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва

Кафедра інформаційних технологій консалтингу і туризму

Реферат

на тему :
“Злом і безпека ОС Linux”

Виконав: студент першого курсу
факультету менеджменту і економіки
групи МЕ-1-1
Петренко Петро Петрович

Перевірила: доц. Дьомина В.М.

Харків 2018

Рис. 2.2. Зразок титульного аркуша.

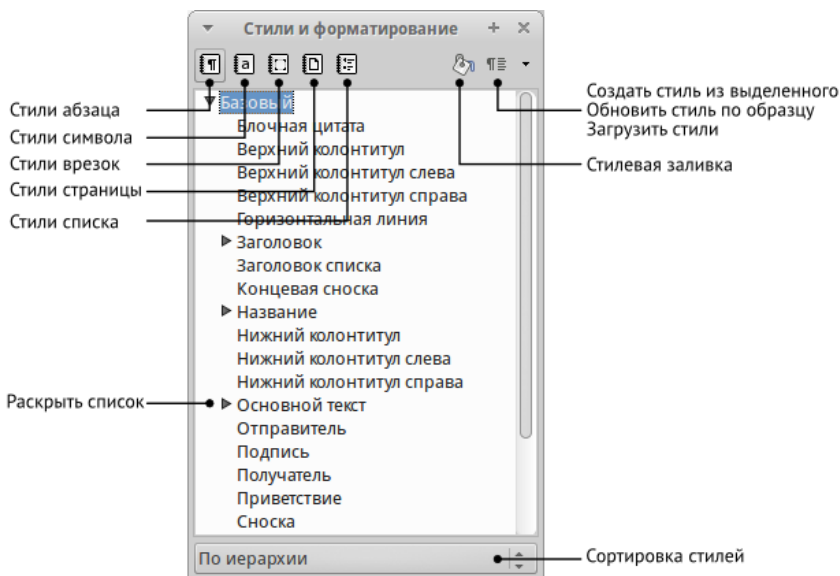


Рис. 2.3. Вікно **Стили и форматирование** компонента Writer.

З відкритого нижче списку потрібно обрати *Приветствие*. Саме на цьому стилі, не застосовуючи усі можливості стильового форматування, буде створена титульна сторінка, при використуванні інструмента *Форматирование абзаца*.





Отже, курсор стоїть на першій сторінці аркуша.

1. Обрати шрифт Times new Roman Times New Roman, кегль 14 14 на панелі інструментів.

2. Вказати ☰ – вирівнювання по центру на панелі інструментів або *Ctrl+E*, щоб вирівняти текст посередині. Залишається ввести: «Міністерство освіти і науки України». Для набирання другого рядка тиснемо клавішу *Enter*, і, згідно з прикладом титульної сторінки (див. рис. 2.2) надрукувати назву нашого ЗВО. Назва кафедри вирівнюється праворуч з допомогою команди ☰.

3. Ввести декілька порожніх рядків строк. Слово «Реферат» набрати 44 кеглем, розмір решта тексту заголовка – за власним бажанням.

4. При примусовому розриві одного речення на три рядки треба використовувати поєднання клавіш *Shift+Enter* після слів «Реферат» і «на тему:». В результаті, при увімкненому режимі *Нене-*

чатые символы  на панелі інструментів або *Ctrl+F10* видні символи примусового перенесення . Кінець абзацу позначений , пробіл – точкою .

5. Ввести блок «Виконав-перевірив». Перед ним ввести декілька порожніх рядків. Цей блок розташований в правій частині аркуша з вирівнюванням по правому краю.

5.1. Змінити абзацний відступ. Проще всього це можна виконати за допомогою лінійки (під панеллю інструментів), перемістивши трикутники абзацних відступів лівої частини на відмітку 8,5 см (рис. 2.4).

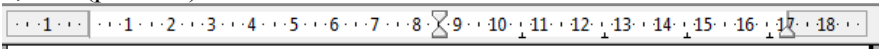


Рис. 2.4. Розташування трикутників абзацного відступу і першого рядка на *Линейке* в положенні 8,5 см.

5.2. Відкрити вікно **Абзац** з допомогою команди *Формат – Абзац* (рис. 2.5). Переконатися, що дані параметри можна встановити і даними чином.

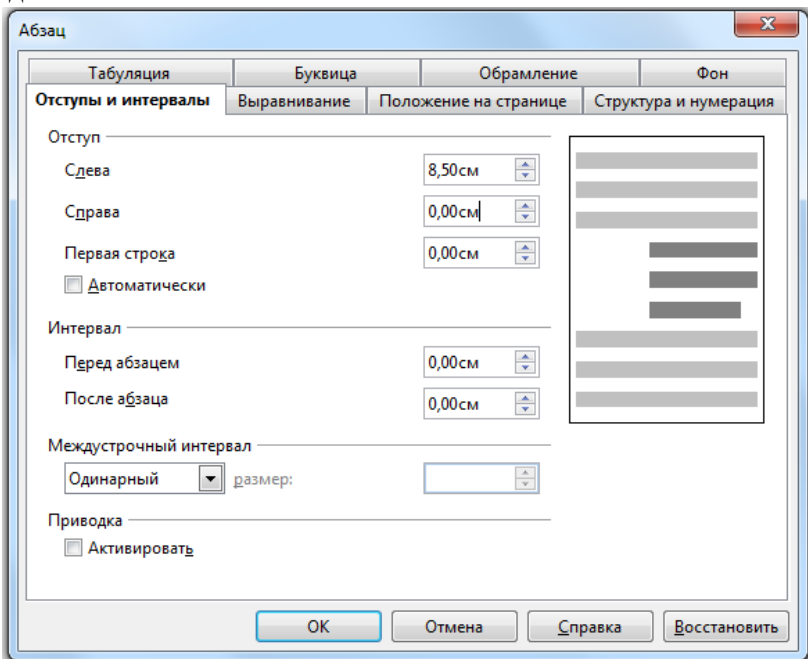


Рис. 2.5. Установлення абзацного відступу 8,5 см у вікні **Абзац**.

5.3. Надрукувати данні студента: факультет, групу та спеціальність. Прізвище, ім'я та по батькові пишеться повністю. Не розривати речення на окремі абзаци, для примусового перенесення всередині речення використовувати *Shift+Enter*.

5.4. Після переходу на новий рядок і новий абзац з допомогою клавіші *Enter* ввести «Перевірила:», далі вчене звання, прізвище та ініціали викладача.

5.5. Виділити два слова, відокремлених слова: «Виконав:» і «Перевірила:» з допомогою клавіш *Ctrl* (не відриваючи) + *два клацання миші* на кожне слово. Далі – команда Курсив **K** або *Ctrl+I*. Виділені два слова приймуть начертання курсиву.

5.6. Виконати абзацний відступ після речення «Виконав...». Для цього установити курсор в будь яке місце даного абзацу, наприклад, на прізвище, в прикладі це Петренко и відкрити вікно **Абзац** з допомогою команди *Формат – Абзац*. На вкладці *Отступы и интервалы* в полі *Интервал – После абзаца* вказати 0,3 см (рис. 2.6).

6. Після невеликої кількості порожніх рядків, на останньому рядку сторінки надрукувати «Харків 2018» (див. рис. 2.2)

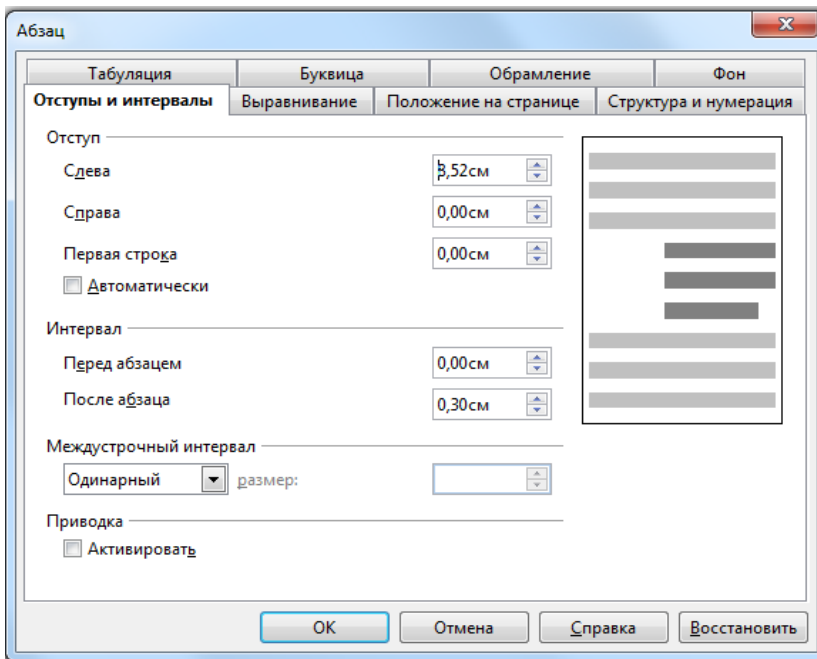


Рис. 2.6. Установлення інтервалу після абзацу 0,3 см у вікні

7. Встановити стиль титульного аркуша – *Первая страница* у вікні **Стили и форматирование** (рис. 2.7), при необхідності відкрити його можна, як і раніше, командою *Формат – Стили...* Після вибору команди *Первая страница* потрібно або застосувати *Стилевую заливку* «заливаючи» вказаний стиль на сторінку, або двічі клацнути мишею на пункт меню *Первая страница* (див. рис. 2.7).

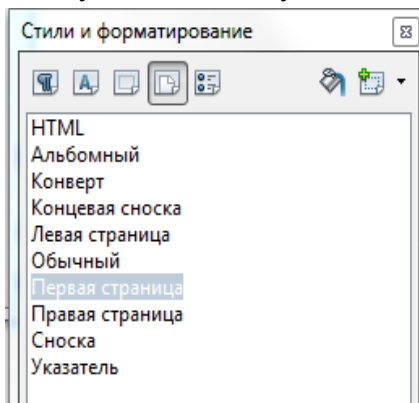


Рис. 2.7. Вікно **Стили и форматирование**, вибору *Первая страница* у *Стилях страницы*.

Отже, ми знаходимося на другій сторінці нашого реферату, призначеної для майбутнього автоматичного змісту. Так як план нашої роботи вже складено, наповнення реферату обдумано і приготовлено в вигляді тексту без форматування, забігаючи вперед, зміст матиме вигляд як на рис. 2.9. Сіра заливка рядків вказує на посилання, втім до друку ця заливка не передається. Детальніше про складанні змісту див. в розділі *Зміст документу в вигляді гіперпосилань* (с. 38).

8. Перейти на нову сторінку, де буде розташований зміст. Зміст буде формуватися автоматично і тому Друга сторінка до закінчення роботи над текстом реферату залишиться пустою. Оскільки ні перша сторінка, ні сторінка змісту не нумерується, стиль другої повинен бути таким же, як і першої – *Первая страница*. Залишається додати розрив сторінки командою *Вставка – Разрыв...* та у вікні **Вставить разрыв** вказати *Стиль – Первая страница – ОК* (рис. 2.8).

Заголовки

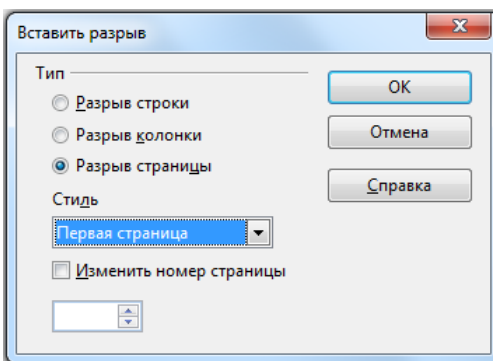


Рис. 2.8. Вибір стилю нової сторінки у вікні **Вставить разрыв**.

Щоб перейти на нову, третю сторінку, залишивши другу пустою, можна просто натиснути поєднання клавіш *Ctrl+Enter* – вставка розриву сторінки. Стиль отриманої таким чином сторінки за замовчуванням – *Обычный*.

Зміст	
Вступ.....	3
1. Надійність операційної системи Linux.....	5
2. Безпека операційної системи Linux.....	8
2.1. Атаки на рівні ОС.....	8
2.2. Традиційні способи захисту, що використовуються в Linux.....	9
2.3. Захист Linux за допомогою паролів.....	12
2.3.1. Шифрування паролів.....	12
2.3.2. Механізм <тіньових паролів>.....	14
2.3.3. Механізм PAM.....	14
2.4. Додаткові засоби захисту Linux.....	15
2.4.1. Захист даних.....	15
2.4.2. Захист дисплеїв.....	15
Висновок.....	18
Список використаних джерел.....	20

Рис. 2.9. Зміст.

Текст основної частини роботи поділений на глави, розділи, підрозділи, пункти.

Заголовки структурних частин роботи «**Зміст**», «**Вступ**», «**Розділ**», «**Висновок**», «**Перелік джерел посилання**», «**Додатки**» – друкуються як великими літерами, так і малими напівжирним шрифтом симетрично до тексту.

Заголовки розділів починаються з великої літери і друкуються малими літерами з абзацу. Крапку в кінці заголовка не ставлять. Якщо заголовок складається з двох і більше речень, їх розділяють крапкою.

Заголовки пунктів починаються з великої літери і пишуться малими літерами в розрядку, з абзацу в підбір до тексту. В кінці заголовка, надрукованого в підбір до тексту, ставиться крапка.

Відстань між заголовком (за виключенням заголовка пункту) і текстом повинно дорівнювати 20 мм (2,0 см) (див. п. 2.1.1).

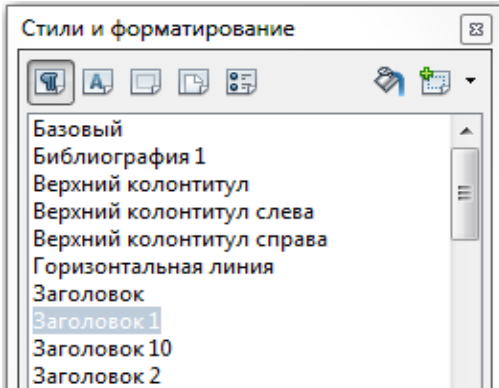
Заголовок не повинен бути останнім рядком на сторінці.


Кожну структурну частину роботи потрібно починати з нового аркуша.

1. Створити заголовок однієї з структурних частин роботи, тобто, заголовок 1 рівня – «Вступ».

1.1. В першому рядку ввести слово «Вступ», далі у вікні

Стили и форматирование вибрати *Стили абзаца*  – *Заголовок 1*



подвійним клацанням миші або використовуючи стильову заливку  (рис. 2.10).

1.2. Формат першого рядка зміниться, для приведення його у відповідність до вимог ДСТУ 3008:2015 [15], у вікні **Стили и форматирование** прямо на пункт списку *Заголовок 1* натиснути правую клавішу миші, визвавши контекстне меню, у ньому вказати

Рис. 2.10. Вибір стилю абзаца

Заголовок 1

у вікні **Стили и форматирование**

ти *Изменить...* Відкриється вікно **Стиль абзаца: Заголовок 1** (рис. 2.11).

1.3. В даному вікні у вкладці *Отступы и интервалы* вказати параметри, як на рис. 2.11: *Отступ слева и справа* – 0 см., *Первая строка* – 1,25 см., *Перед абзацем и после абзаца* – 0,4 см., *Межстрочный интервал* – *Полуторный*.

1.4. Перейти на вкладку *Выравнивание*. Вказати – *Параметры: По центру* (рис. 2.12).

1.5. У вкладці *На странице* потрібно *Добавить разрыв – Тип: Страница*, щоб кожна структурна частина роботи починалася с нового аркуша (рис. 2.13).

1.6. Відкрийте вкладку *Шрифт* и встановіть наступні параметри: *Гарнитура* – *Times new Roman*, *Начертание* – *Полужирный*, *Кегль* – *115%*, *Язык* – *Украинский* (рис. 2.14).

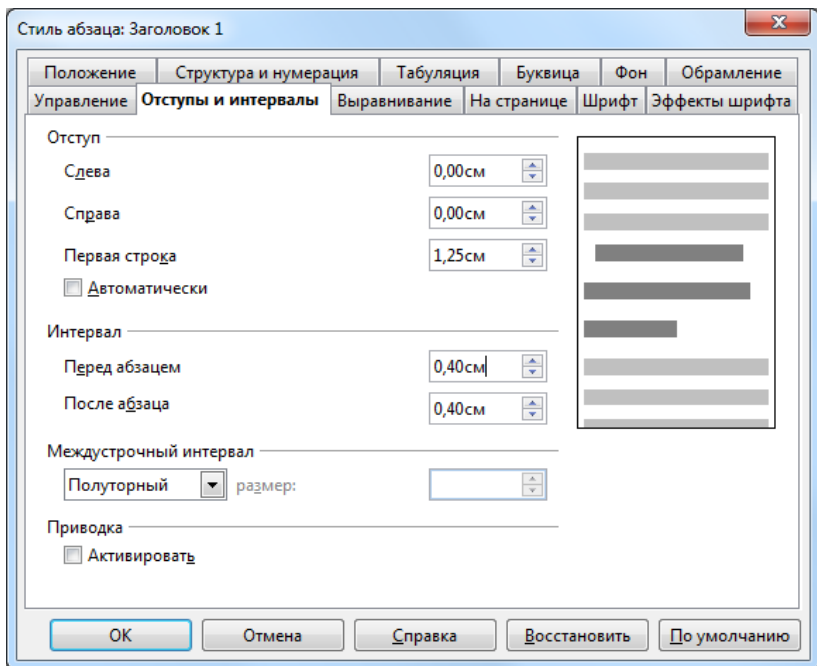


Рис. 2.11. Параметри відступів та інтервалів стиля у вікні **Стиль абзаца: Заголовок 1**

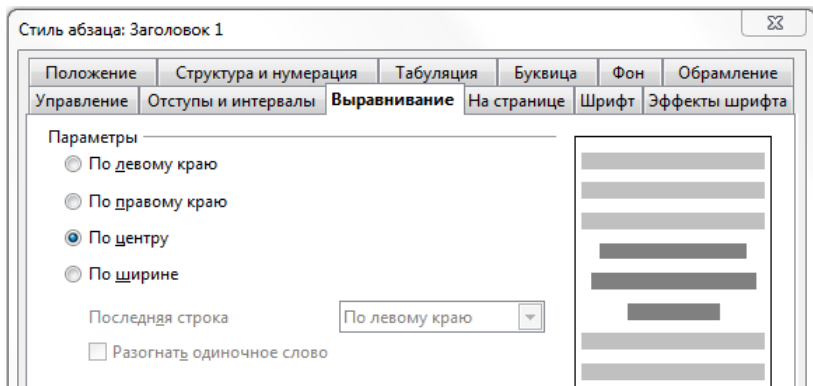


Рис. 2.12. Параметри відступів та інтервалів стиля у вікні **Стиль абзаца: Заголовок 1**.

1.7. Перевірити колір шрифту на вкладці *Эффекты шрифта*. Поставити чорний колір і натиснути – *OK* (рис. 2.15).

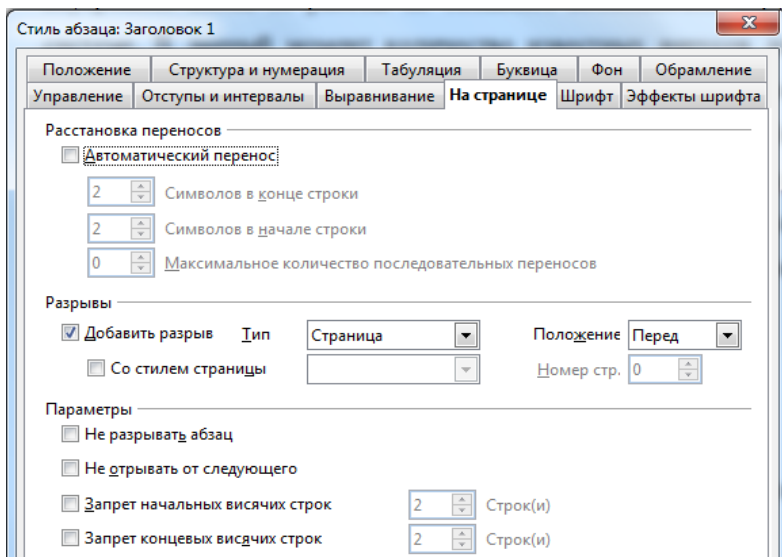


Рис. 2.13. Параметры розташування на сторінці стиля у вікні **Стиль абзаца: Заголовок 1**.

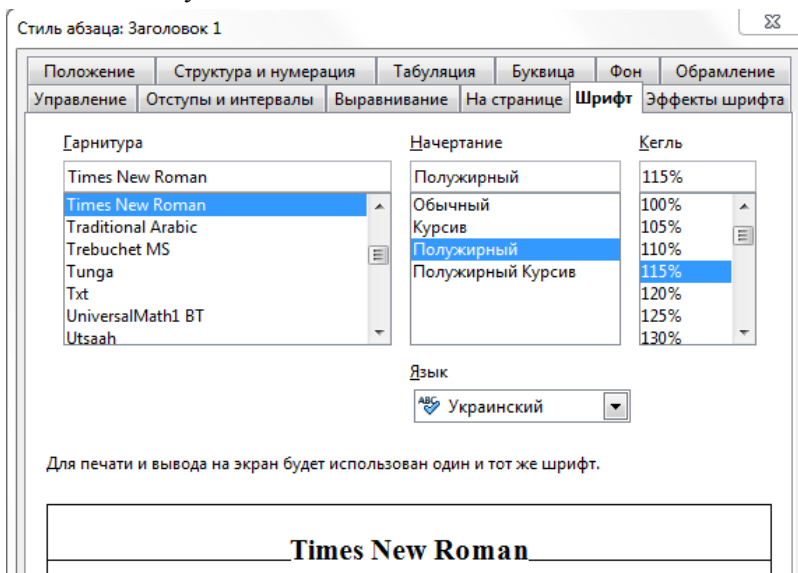


Рис. 2.14. Параметры гарнітури, начертання шрифту у вікні **Стиль абзаца: Заголовок 1**.

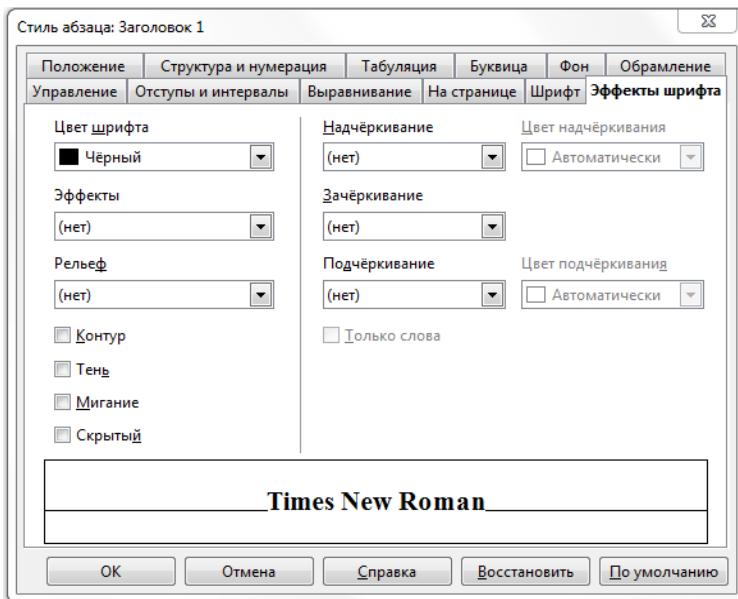


Рис. 2.15. Вкладка *Эффекты Шрифта* вікна **Стиль абзаца: Заголовок 1**.

2. Надрукувати текст вступу. Стиль абзаців даного типу відно- ситься до основного тексту. Згідно ДСТУ [15] текст друкується через півтора міжрядкових інтервалів з числом рядків на сторінці не біль- ше 30. У кожному рядку повинно бути не більше 60-65 знаків з зва- жаючи на пробіли між словами. Мінімальна висота шрифту 1,8 мм.

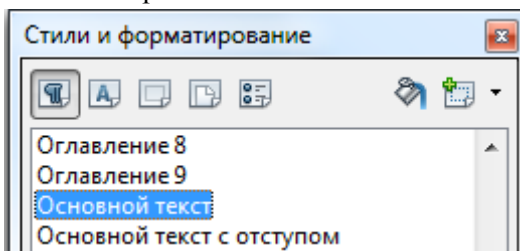


Рис. 2.16. Вибір стиля абзацу *Основной текст* у вікні **Стили и форматирование**.

2.1. Курсор стоїть у другому рядку третьої сторінки. Перед тим, як набрати або скопіювати текст вступу встановити необхідні параметри стилю *Основной текст*. У вікні **Стили и форматирование** вибрати *Основной текст* (рис. 2.16). З допомогою правої кла-

віші миші вказати в контекстному меню команду *Изменить*. Відк- ривається вікно **Стиль абзаца: Основной текст** (рис. 2.17).

2.2. У вкладці *Отступы и интервалы* вказати параметри *Отступ слева и справа – 0 см., Первая строка – 1,25 см., Перед абзацем и после абзаца – 0 см., Межстрочный интервал – Полуторный.*

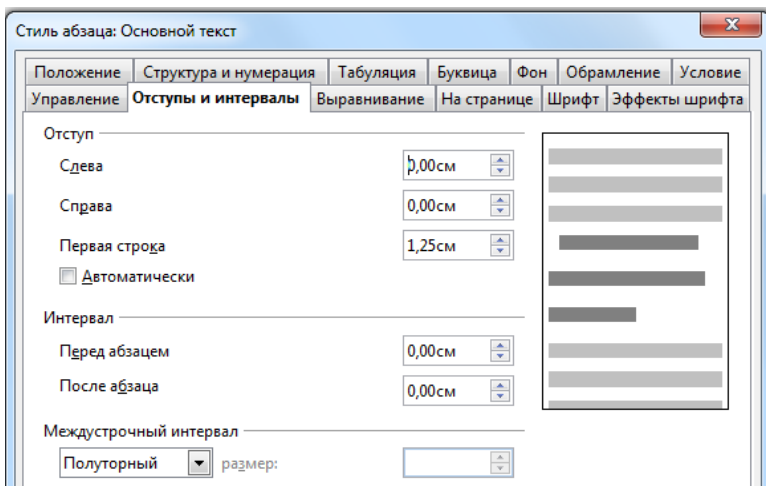


Рис. 2.17. Параметры відступів та інтервалів стиля у вікні **Стиль абзаца: Основной текст.**

2.3. У вкладці *Выравнивание* установить *Параметры: По ширине* (рис. 2.18).

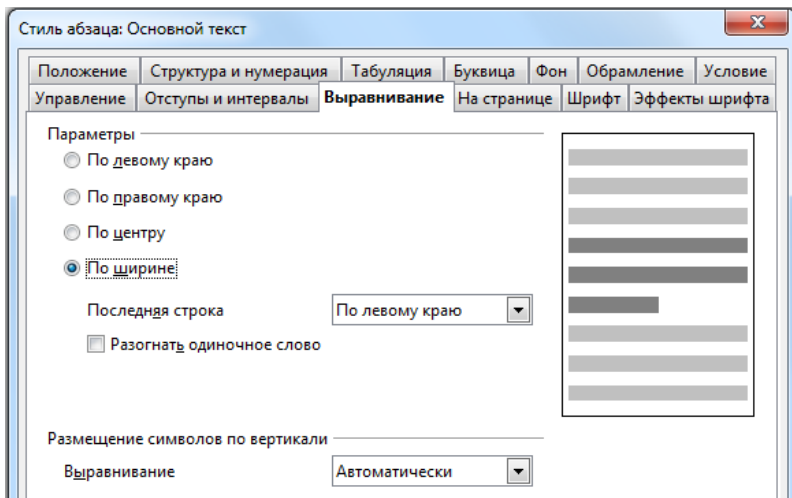


Рис. 2.18. Параметры вирівнювання стиля у вікні **Стиль абзаца: Основной текст.**

2.4. На вкладці *На странице* вказати *Запрет начальных и конечных висячих строк*, щоб перший або останній рядок абзацу не залишати поодиноким на окремому аркуші (рис. 2.19).

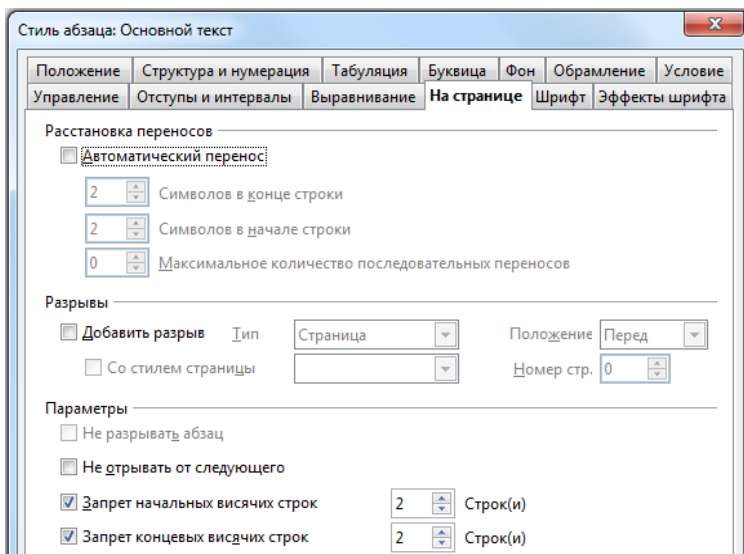


Рис. 2.19. Параметри розташування на сторінці стиля у вікні **Стиль абзаца: Основной текст**.

2.5. На вкладці *Шрифт* вказати ту же гарнітуру *Times New Roman*, *Начертание* – *Обычное*, *Кегль* – *14 пт.*, *Язык* – *Русский* (рис. 2.20).

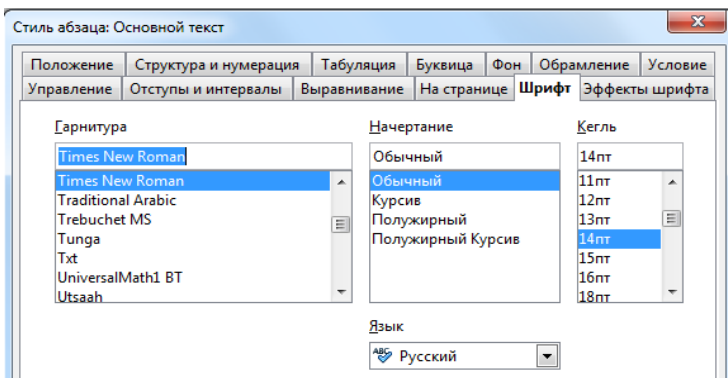


Рис. 2.20. Параметри гарнітури, начертання шрифту у вікні **Стиль абзаца: Основной текст**.

2.6. При необхідності чорний колір шрифту можна вказати у вкладці *Эффекты шрифта*.

3. Після того, як текст вступу набраний, потрібно перейти на наступний рядок и ввести заголовок першого розділу: «Надійність операційної системи Linux». Потім вказати стиль цього абзацу – *Заголовок 1*.

3.1. Стиль абзацу можна змінити або на панелі інструментів (рис. 2.21), або у вікні **Стили и форматирование** (див. рис. 2.10).

3.2. Після зміни стиля за-головков першого розділу автома-тично буде перенесений в перший рядок наступної сторінки, спра-цюють задані параметри (див. рис. 2.13).

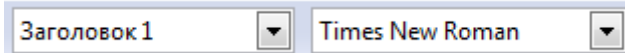


Рис. 2.21. Фрагмент панели инструментов.

Меню смены стиля и гарнитуры.

4. Надрукувати зміст першого розділу, використовуючи стиль

1. Надійність операційної системи Linux

Заразитися вірусом в системі Linux практично неможливо, вірус не має можливості нашкодити системі через внутрішню схему роботи. В даний момент кількість відомих вірусів для Linux мізерно мала і загроза зараження прямує до нуля. З огляду на ці факти, можна сміливо казати, що для Linux вірусів немає. Саме тому основна мета антивірусного ПО — знищення Windows-вірусів. Відсутність вірусів для Linux позбавляє користувачів від витрат на покупку антивірусів, а також заощаджує час, який інші витрачають на усунення руйнівних наслідків дій вірусів.

Рис. 2.22. Приклад застосування стилів

Заголовок 1 і Основной текст.

Основной текст. На сторінці це повинно мати вигляд, як на рис. 2.22.

5. Згідно плану (див. рис. 2.9) другий розділ містить підпункт «2.1. Атаки на рівні ОС». На сторінці цей заголовок повинен виглядати, як на рис. 2.23.

5.1. Задати стиль рядка з текстом «2.1. Атаки на рівні ОС» як *Заголовок 2*. Змінити при необхідності даний стиль.

2. Безпека операційної системи Linux

2.1. Атаки на рівні ОС

На рівні ОС відбувається велика кількість хакерських атак. Це пояснюється дуже просто: злававши захист ОС, зловмисник отримує доступ до будь-яких ресурсів мережі (у тому числі і до баз даних).

Рис. 2.23. Приклад застосування стилів *Заголовок 1*,
Заголовок 2 и *Основной текст*.

5.2. У вкладці *Отступы и интервалы* вказати *Отступ: Слева* и *Справа* – 0 см., *Первая строка* – 1,25 см. *Интервал: Перед абзацем* і *После абзаца* – 10,22 см., *Межстрочный интервал* – *Полуторный* (рис. 2.24).

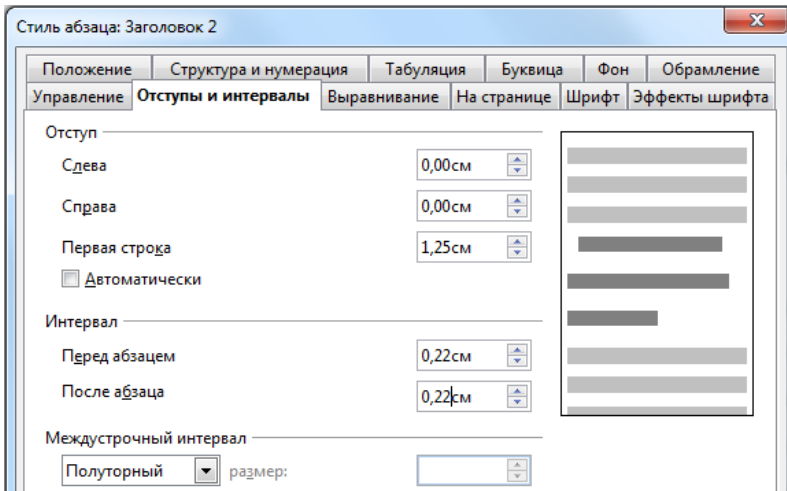


Рис. 2.24. Відступи та інтервали стиля у вікні
Стиль абзаца: Заголовок 2.

5.3. На вкладці *Выравнивание* встановити *Параметры* – *По центру* (рис. 2.25).

5.4. Встановити *Параметры: не отрывать от следующего* у вкладці *На странице* (рис. 2.26).

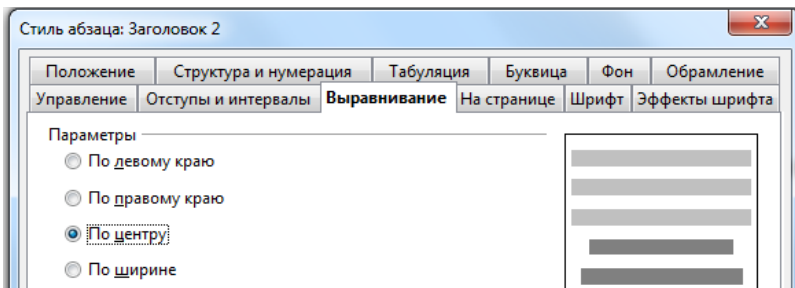


Рис. 2.25. Вирівнювання стилю у вікні **Стиль абзаца: Заголовок 2.**

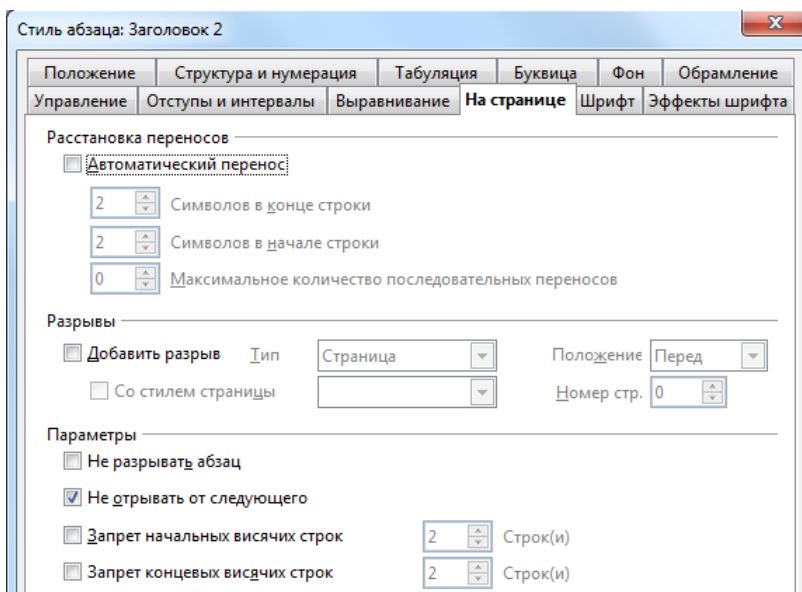


Рис. 2.26. Розташування на сторінці стилю у вікні **Стиль абзаца: Заголовок 2.**

5.5. На вкладці *Шрифт* встановити *Гарнітуру – Times new Roman, Начертание – Полужирный, Кегль – 14 пт, Язык – Русский* (рис. 2.27).

5.6. При необхідності чорний колір шрифту можна вказати у вкладці *Эффекты шрифта*.

6. Далі ввести текст підпункту 2.1., використовуючи стиль «Основной текст».

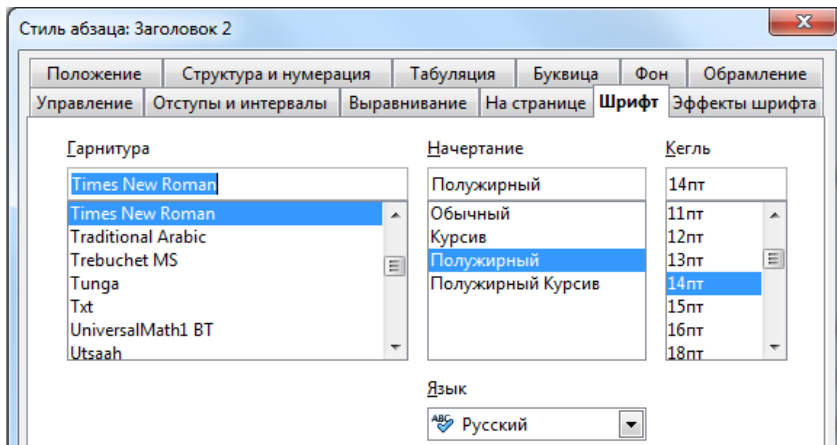


Рис. 2.27. Установка параметрів шрифту стиля у вікні **Стиль абзаца: Заголовок 2**

7. Для підпункту «2.2. Традиційні способи захисту, що використовуються Linux» вказати стиль *Заголовок 2*.

8. Для підпункту «2.3.1. Шифрування паролів» задати стиль *Заголовок 3* (приклад його вигляду на сторінці реферату, приведено на рис. 2.28). Змінити його потрібно у відповідності з викладеними нижче вимогами.

Коротко розглянемо сутність цих механізмів.

2.3.1. Шифрування паролів

У Linux для шифрування паролів традиційно використовується алгоритм DES. Зашифрований пароль зазвичай поміщається в файл /etc/passwd. Якщо користувач спробує зареєструватися в системі, введений ним пароль

Рис. 2.28. Приклад застосування стилів *Заголовок 3* і *Основной текст*.

8.1. У вкладці *Отступы и интервалы* вказати *Отступ: Слева и Справа* – 0 см., *Первая строка* – 1,25 см. *Интервал: Перед абзацем и После абзаца* – 0,12 см., *Межстрочный интервал* – *Полуторный* (рис. 2.29). таким чином, цей стиль відрізняється від стилю *Заголовок 2* тільки інтервалами перед абзацом і після абзацу.

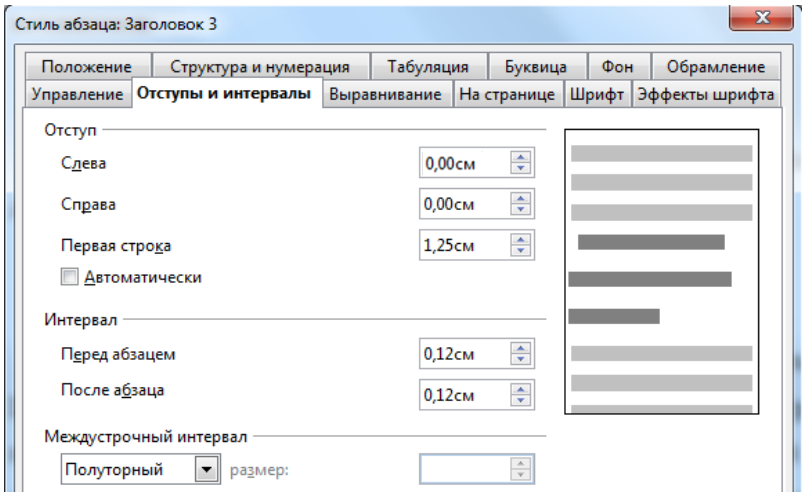


Рис. 2.29. Відступи та інтервали стиля у вікні **Стиль абзаца: Заголовок 3.**

8.2. Інші параметри стиля *Заголовок 3* задати такими, як *Заголовок 2* (див. рис. 2.24-2.27, 2.15).

9. Якщо форматування абзацу не зміниться при використуванні стиля абзацу, то очевидно, що до нього вже було застосовано пряме форматування з допомогою команди *Формат – Абзац* (або пунктів меню). Щоб зробити заданий стиль актуальним, прямо на абзаці тексту «без піддавання» правою клавішею миші в контекстному меню вибрати команду *Форматирование по умолчанию* (рис. 2.30).

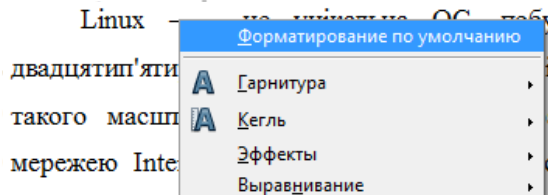


Рис. 2.30. Вибір команди *Форматирование по умолчанию* у контекстному меню

10. Стиль «Висновку» и «Списку використаних джерел» задати, як *Заголовок 1*.

Посилання на використані джерела

1. Текст цитати береться у лапки зі збереженням особливостей авторського написання.

2. Пропуск слів, речень, абзаців без викривлення цитованого тексту допускається і позначається трьома крапками (якщо перед пропущеним текстом або після нього стояв розділовий знак, то він не зберігається).

3. Кожна цитата повинна супроводжуватися посиланням на джерело.

*Посилання в тексті на номер рисунка, таблиці,
сторінки, розділу*

Такі посилання пишуть скорочено без позначки номеру, наприклад: рис. 4, табл. 2, с. 14. Рисунок або таблиця, на яку посилаються, повинна знаходитися нижче посилання. При повторному посиланні потрібно додати скорочене «дивись», наприклад, див. рис. 3. Отже, так описанні рисунки або таблиці повинні знаходитися вище посилання. Якщо у рисунка або іншого об'єкта немає номеру (він в єдиному екземплярі), то пишуть слово повністю, наприклад, «з рисунка видно ...»

Графічний ілюстративний матеріал

1. Ілюстрація повинна відповідати тексту і позначатися одним словом «рисунок» [21, С. 19].

2. Рисунки повинні мати наскрізну нумерацію арабськими цифрами, починаючи з цифри «1».

3. Назву рисунка друкують з першої великої літери та розташовують під ним так:

Рисунок _____ – _____ (рис. 2.31).
 номер назва рисунка

4. Рисунок подають одразу після тексту, де вперше посилаються на нього, або найбільш близько до нього (на наступній сторінці).

Таблиці

Цифровий матеріал, коли його багато, або коли є необхідність в складанні та виведенні певних закономірностей, оформляють в вигляді таблиць.

Існують вимоги до оформлення таблиці.

1. Цифрові данні оформлюють в таблицю, яка повинна мати форму, наведену на рис. 2.32.



Рисунок 4 – Шифрування файлових систем вірусом Petya

Рис. 2.31. Приклад описання рисунка.

2. На кожну таблицю в тексті повинно бути посилання з позначенням його номера.

Шапка						Заголовки колонок
						Підзаголовки колонок
						Рядки

Боковина
(колонка для заголовка рядка)

Колонки

Рис. 2.32. Стандартна форма таблиці.

3. Нумерація у таблиці наскрізна арабськими цифрами, починаючи з цифри «1». Якщо в тексті тільки одна таблиця її нумерують як «Таблиця 1».

4. Назва таблиці повинна відображати зміст таблиці, бути конкретною і стислою. Якщо по тексту роботи можна зрозуміти зміст таблиці, дозволено не давати їй назви.

5. Назву таблиці друкують з першої великої букви і розташовують над таблицею (починаючи з верхнього лівого кута):

Таблиця _____ – _____ (рис. 2.33).
номер назва таблиці

Таблиця 3 – Основні дані дистрибутивів Linux.

Дистрибутив	Ціна	Ліцензія	Цільова аудиторія	Країна походження
64 Studio	безкоштовно	GPL	Мультимедіа	Великобританія
ALT Linux	безкоштовно	проприєтарна	Настільні ПК, робочі станції, сервери, суперкомп'ютер, розробники, ентузіасти, шкільні комп'ютери	Росія
Arch Linux	безкоштовно	GPL	Общее применение	Канада
Debian	безкоштовно	будь яка вільна по DFSG	Настільні ПК, робочі станції, сервери	США
Ubuntu	безкоштовно	GPL	Настільні ПК, робочі станції, сервери	Острів Мен
SLED / SLES / OpenSUSE	\$79.95 (Professional), OpenSuSe доступний для безкоштовного скачування	GPL	Настільні ПК, робочі станції, сервери, ентузіасти	Германія

Рис. 2.33. Приклад опису таблиці.

6. Якщо частина таблиці перенесена на другу або на ту саму сторінку, назва подається тільки над першою частиною таблиці, над іншими її частинами подають тільки номер таблиці з таким надписом:

«Продовження таблиці _____» – на той же сторінки або на
номер таблиці

подальших сторінках;

«Кінець таблиці _____» – на тій же сторінці або на остан-
номер таблиці

ній сторінці, де розміщена таблиця.

7. Заголовки колонок і рядків таблиці потрібно друкувати з великої літери, підзаголовки колонок – з маленької літери, якщо вони складають одне речення з заголовком колонки, або з великої літери, якщо вони мають самостійне значення. Наприкінці заголовка точку не ставлять. Переважна форма іменників в заголовках - од-

нина. Заголовки колонок і текст рядків таблиці центрують або зміщують ліворуч на нульову позицію, з огляду на специфіку таблиці.

8. Горизонтальні і вертикальні лінії, що розділяють рядки таблиці, можна не наводити, якщо це не ускладнює роботу з таблицею. Шапку таблиці обов'язково відокремлюють лінією від решти таблиці.

Опис списків бібліографії

При оформленні списку літератури, використаної в рефераті, слід дотримуватися стандартних правил згідно ДСТУ 7.1 [1, 15, 21]. Бібліографічні дані розміщують на останній сторінці тексту.

Приклади оформлення бібліографічного опису в списку джерел до реферату

Манн С., Митчелл Э. Л, Крелл М. Безопасность Linux Митчелл. М.: Вильямс, 2016. 624 с.

Wayner P. Conti D. Free for All: How LINUX and the Free Software Movement Undercut the High-Tech Titans, 2018. Kindle Edition. 382 p.

Крис Касперски Восстановление данных. Практическое руководство. М.: BHV, 2007.– 352 с.

Юдін К., Весельска О. М. Критеріальний аналіз сучасних операційних систем у задачах захисту інформаційних ресурсів. *Наукові технології. Серія: Інформаційна безпека*, 2012. No 4 (16). С. 86-91.

Додонов А. Г., Ландэ Д. В., Прищепа В. В., Путятин В. Г. Конкурентная разведка в компьютерных сетях. К.: ИПРИ НАН Украины, 2013. 50 с.

Безпека Linux, Unix / Linux, Security & Hack, статті. URL: <http://easy-code.com.ua/2012/09/bezpeka-linux-unix-linux-security-hack-statti> (дата звернення: 20.11.2018).

Надежность и безопасность операционной системы Linux. *ITerra. IT-интеграция*. URL: <http://www.iterra-samara.ru/cloudservers/vysokaya-nadezhnost-i-bezopasnost> (дата обращения: 20.12.2017).

Нумерація сторінок

Номери сторінок в текстовому документі розташовуються не в основній частині сторінки, а зверху або знизу від неї. Ці додаткові частини сторінки називаються верхнім і нижнім колонтитулами. При створенні нового текстового документа в OpenOffice за замовчуванням сторінка не містить ні верхнього, ні нижнього колонтитулів. Нумерацію сторінок можна розташувати як зверху, так і знизу сторінки, відповідно в верхньому або нижньому колонтитулі.

Для нумерації сторінок в рефераті потрібно зробити наступні дії.

1. Вставити верхній колонтитул за допомогою команди меню *Вставка* – *Верхній колонтитул* – *Обычный* (рис. 2.34).

2. У рефераті з'явиться колонтитул (рис. 2.35).

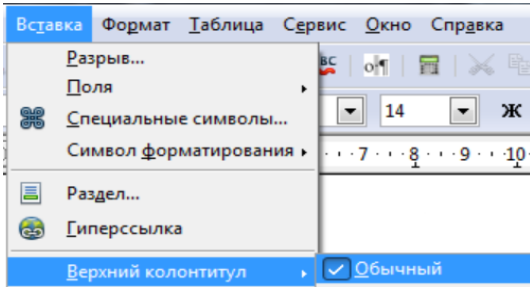


Рис. 2.34. Вставка верхнього колонтитулу-

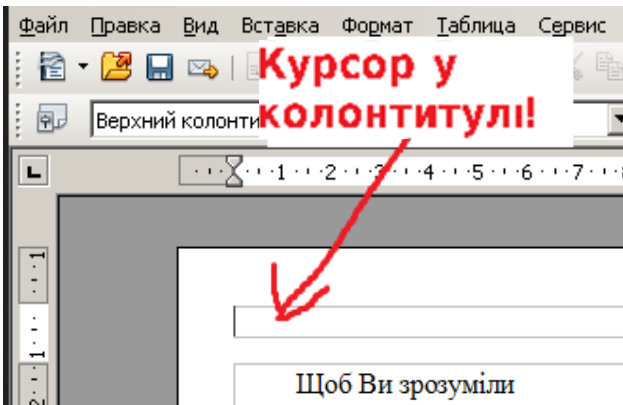


Рис. 2.35. Положення курсора перед вставкою нумерації.

Далі потрібно виконати команду *Вставка* – *Поля* – *Номер сторінки* (рис. 2.36). Тепер на кожен сторінку вашого документу текстовий редактор OpenOffice Writer розташує колонтитул (верхній або нижній, у залежності від вибору, який Ви зробили раніше), а всередині колонтитула буде стояти номер поточної сторінки (рис. 2.37).

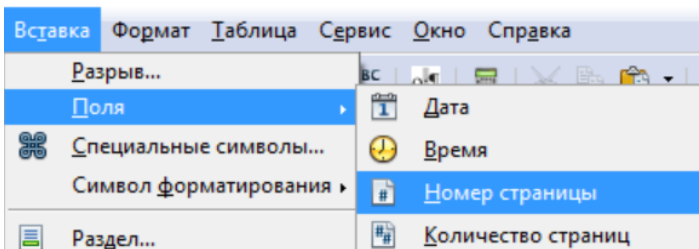



Рис. 2.36. Головне меню. Вставлення номерів сторінок.

3. Вирівняти номер сторінки по центру. Це можна зробити з допомогою іконки  або поєднання клавiш *Ctrl-E*.

Номер сторінки може бути зафарбованим сірим кольором. Це показник спеціального поля, зміст якого визначається автоматично. Звичайний символ так не виділяється.

3. Таким чином, встановлений колонтитул з'явиться, починаючи з третьої сторінки. Тому що усі сторінки, починаючи з третьої мають стиль *Обычный*. Перша та друга сторінки, де встановлений стиль *Первая страница* залишилися без колонтитулу і без нумерації, що відповідає правилам (пункт 11, п. 2.1.1.).

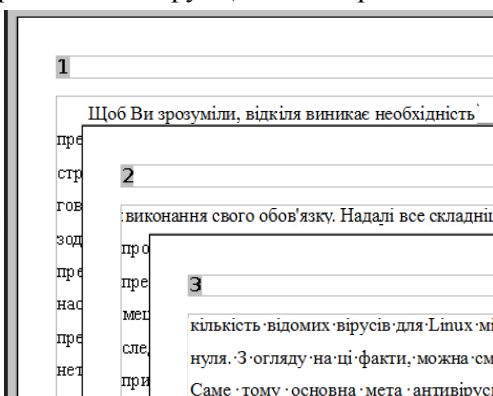


Рис. 2.37. Відображення порядкового номера сторінки на кожному аркуші.

Зміст документу в вигляді гіперпосилань

В текстовому редакторі OpenOffice.org Writer можна скласти зміст документу, а потім поновити його, якщо в тексті відбуваються зміни. Для створення автоматичного змісту, програма повинна знати, які частини тексту відносяться до заголовків. Для цього усі і назви розділів, пунктів і підпунктів повинні мати стилі різних рівнів: *Заголовок 1*, *Заголовок 2*, *Заголовок 3*, ... За замовчуванням користувач OOo Writer може використовувати для заголовків до десяти рівнів.

Для створення автоматичного змісту документу у вигляді гіперпосилань потрібно виконати наступні дії.

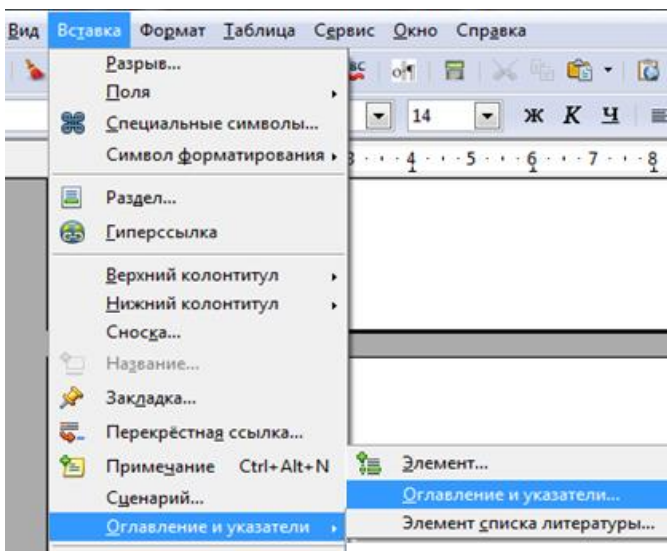


Рис. 2.38. Головне меню. Вставка – Оглавление и указатели.

1. Встановити курсор в першому рядку другої порожньої сторінки, що створена спеціально для змісту.
2. Дати команду *Вставка – Оглавление и указатели – Оглавление и указатели* (рис. 2.38)
3. В результаті відкриється вікно **Вставить оглавление / указатель** (рис. 2.39). Можна одразу натиснути *ОК*.

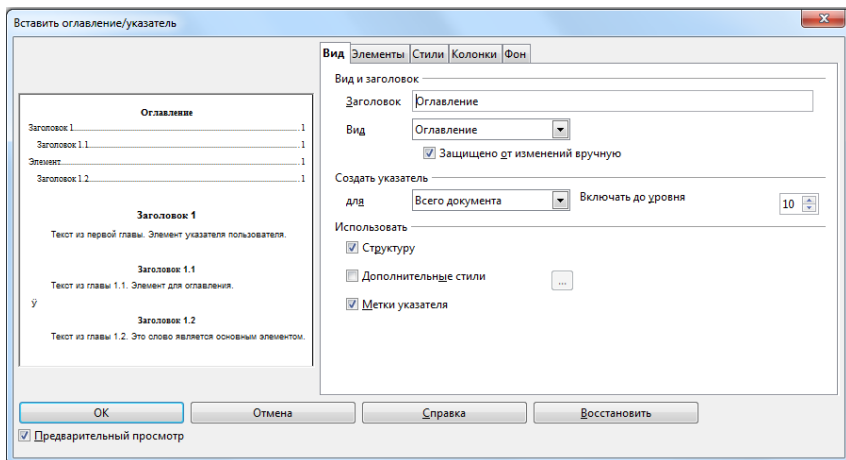


Рис. 2.39. Діалог вставлення змісту.

4. На другій сторінці з'явиться автоматично створений зміст.

5. Стили абзаців всередині даного змісту потрібно змінювати у вікні **Стили и форматирование**. Щоб змінити формат абзацу «Оглавление» потрібно у вікні **Стили и формаирование** на пункт *Заголовок оглавления* ви-кликати контекстне меню та обра-ти пункт *Изменить* (рис. 2.40).

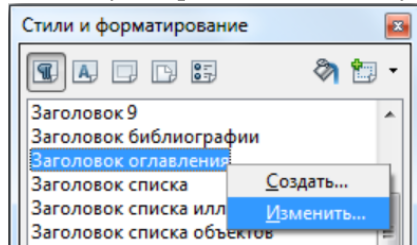


Рис. 2.40. Зміна стилю
Заголовок оглавления

6. У вікні **Стиль абзаца: Заго-ловок обьявления** потрібно вза-зати *Выравнивание – По центру* і *Шрифт – Times New Roman, Кегль – 15*.

7. Результат повинен збігатися з зображенням на рис. 2.9.

8. У разі, коли в ре-зультаті редагування рефе-рату змінюються або назви розділів, або сторінки на яких ті перебувають, слід гіперпосилання в змісті оновити. Це можна зроби-ти с допомогою контекстного меню прямо на сірому полі «Оглав-ления» (рис. 2.41).

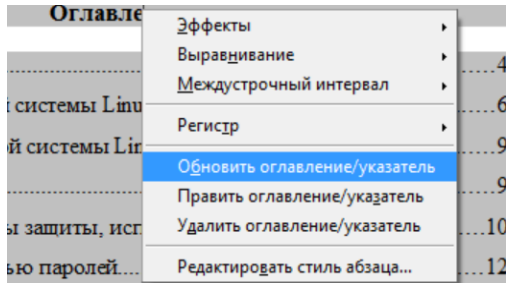


Рис. 2.41. Оновлення гіперпосилань
Оглавление и указатели
в контекстному меню

2.1.4. Завдання для самостійної роботи. Теми рефератів

Завдання для самостійної роботи виконуються в процесі засво-ення тематики модуля 2, теми 4. Варіант завдання відповідає номе-ру студента в журналу викладача (1 номер — варіант 1, 2 номер — варіант 2, ..., 10 номер — варіант 10, 11 номер — варіант 11, тощо). Спершу, до виконання завдання, потрібно ознайомитися з прави-лами оформлення (див. п. 2.1.1.). Перед друкуванням реферату слід показати електронний вигляд викладачу.

Теми рефератів

1. Роль і значущість інформації у сучасному світі.
2. Пристрої системного блоку персонального комп'ютера.
3. Пристрої пам'яті персонального комп'ютера. Одиниці виміру обсягу пам'яті.
4. Пристрої зовнішньої пам'яті персонального комп'ютера.
5. Перспективні напрямки розвитку засобів збереження інформації (оптичний вінчестер, голографічна пам'ять, оптична стрічка і т. п.).
6. Загальна характеристика алгоритмічних мов високого рівня. Їх переваги і недоліки.
7. Відмінність програми для ЕОМ від алгоритму. Способи опису алгоритмів.
8. Класифікація програмного забезпечення.
9. Редактор векторної графіки CorelDraw.
10. Векторна графіка в Writer, OpenOffice.
11. Графічні редактори для растрової графіки.
12. Вільні графічні пакети для ОС Linux.
13. Редактор растрової графіки GIMP.
14. Електронні таблиці. Сфера їх застосування.
15. Математична система Math.
16. Редактори формул Microsoft Equation і Math.
17. Вільні математичні пакети для ОС Linux.
18. Застосування Excel та Calc у наукових дослідженнях і практичних розробках.
19. Основні дистрибутиви ОС Linux.
20. Сервісні програми OpenOffice.
21. Програми-перекладачі. Можливості та недоліки електронного перекладу.
22. Проблема інформаційної безпеки у сучасному світі.
23. Захист даних, що становлять державну таємницю.
24. Інтернет і проблема захисту особистих даних. Системи захисту інформаційних ресурсів в Інтернеті.
25. Криптографічний захист інформації. Алгоритми шифрування.

26. Злом і безпека ОС Linux.
27. Типи ноутбуків. Порівняльна характеристика, застосування у професійній діяльності.
28. Нетбук. Можливості і застосування.
29. Типи принтерів. Їх технічні, виробничі та комерційні характеристики.
30. Сучасне інтерактивне спілкування.
31. Сканери і програмне забезпечення розпізнавання символів.
32. Характеристики та типи моніторів для персональних комп'ютерів.
33. iPad. Історія створення. Особливості комплектацій.
34. Покоління iPod.
35. Програмне забезпечення сучасних мобільних телефонів.
36. Дослідження протоколів TCP/IP.
37. Апаратні засоби захисту інформації.
38. Системи стиснення даних. Відновлення втрачених (видалених) даних.
39. Історичний розвиток систем управління базами даних. Потреби економіки, менеджменту, бізнесу, що викликали їх появу.
40. Чи є границі розвитку і мініатюризації комп'ютерів?
41. Переваги і недоліки операційної системи Windows.
42. Порівняння операційних систем Microsoft Windows та Linux Ubuntu.
43. Комп'ютерний дизайн. Це наука чи мистецтво?
44. Різновид пошукових систем в Інтернеті.
45. Українська соціальна мережа. Яку вибрати?
46. Обчислювальне середовище, що розраховане на багатьох користувачів. Служби терміналів. Установка, налаштування й управління службами терміналів.
47. Робота сервера. Серверні технології.
48. Поняття про суперкомп'ютер. Його технічні та комерційні характеристики.

49. Структура та принципи роботи пошукової системи Google.
50. Баннер як основний носій Інтернет-реклами.
51. Блоги. Історія створення. Класифікація та функції блогів.
52. «Хмарові» сервіси Інтернет.
53. Інтернет як середовище для створення обчислювальних «хмар». Перспективи їх розвитку.
54. Бездротові мережі: проблеми і досягнення.
55. Нейронні мережі
56. Спам. Програми боротьби зі спамом.
57. Проблеми електронної комерції в Україні та шляхи їх вирішення.
58. Дистанційна освіта. Проблеми і перспективи дистанційного навчання.
59. Використання вільного програмного забезпечення в навчальних закладах України.
60. Електронні підручники.
61. CMS Moodle та особливості його застосування.
62. Перспективи української держави у світовому інформаційному просторі.

2.2. Системи табличної обробки даних. Табличний процесор OO Calc

2.2.1. Приклади виконання завдання

Завдання 1

Приклад 1.1. Розрахувати при $x \in [0;1]$, та побудувати в різних системах координат графіки наступних функцій:

1.1. $y = \cos^2(\pi x)$

1. В комірку A1 ввести x , а в комірку B1 — $y = \cos^2(\pi x)$.

2. В діапазон A1:A2 ввести відповідно 0 та 0,1.

3. Виділити діапазон A1:A2, встановити курсор миші точно на маркер заповнення виділеного діапазону (квадратик в нижньому правому куті рамки виділення) і при натиснутій клавіші миші розтягнути вниз до комірки, в якій з'явиться значення 1. Таким чином даний діапазон заповниться з кроком 0,1.


4. В комірку B2 ввести формулу $=\cos(\text{pi}()*A2)^2$ — в комірці B2 з'явиться значення, що розраховане по даній формулі.

5. Скопіювати дану формулу в відповідні комірки так званим методом «за хвіст», який полягає в тому, щоб «схватити» нижній правий кут виділеної комірки B2 (при цьому курсор миші прийме вид білого плюса) та «протягнути» униз до чарунки B12 (рис. 2.42). В чарунках з'являться значення, розраховані по отриманим формулам.

	A	B	C
1	x	$y = \cos^2(\pi x)$	
2	0		1
3	0,1	0,9045084972	
4	0,2	0,6545084972	
5	0,3	0,3454915028	
6	0,4	0,0954915028	
7	0,5	3,74939945665464E-033	
8	0,6	0,0954915028	
9	0,7	0,3454915028	
10	0,8	0,6545084972	
11	0,9	0,9045084972	
12	1		1

Рис. 2.42. Копіювання формули.

6. За отриманими даними побудувати графік.

Для цього слід виділити діапазон даних A1:B12, а потім виконати команду *Вставка – Діаграма...* або натиснути іконку  на панелі інструментів. Після вибрати тип діаграми *Діаграма XY*, варіант *Линии и точки, Сглаживание линий* – активно (рис. 2.43).

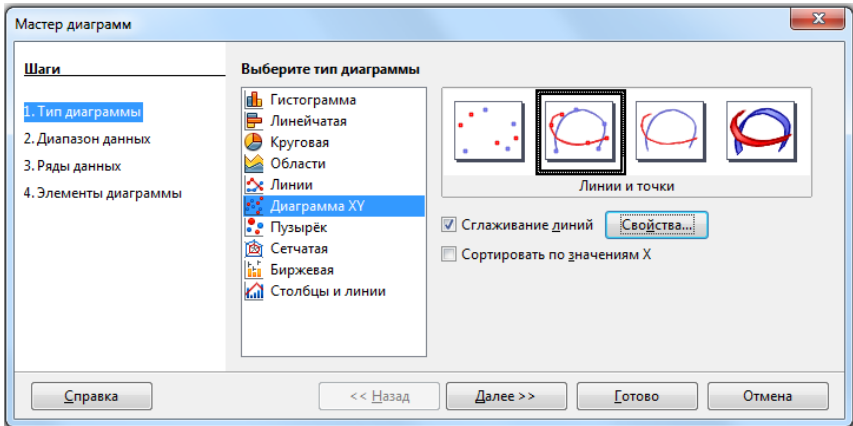


Рис. 2.43. Вікно **Мастер диаграмм**.

Після натискання клавіші **Далее** активізувати *ряды данных в столбцах* потрібно поставити прапорець *Первая строка как подпись* (рис. 2.44). Після закінчення роботи з *Мастером диаграмм* отримаємо результат, який представлено на рис. 2.45.

$$1.2. y = \begin{cases} \frac{1 + |0,2 - x|}{1 + x + x^2}, & x < 0,5 \\ x^{\frac{1}{3}}, & x \geq 0,5 \end{cases}$$

Даний приклад розв'язується аналогічно до попереднього, але при побудові розрахункової формули слід використовувати логічну функцію **IF** (рис. 2.46). Синтаксис даної функції наступний:

IF(Тест; Тогда значение; Иначе значение),

де *Тест* — це будь-яке значення або вираз, що при розрахунках приймає значення **ИСТИНА / TRUE** або **ХИБНИСТЬ / FALSE**;

Тогда значение — це значення, яке повертається, якщо *Тест* має істинне значення, тобто *Тест* дорівнює **ИСТИНА / TRUE**. *Тогда значение* може бути формулою;

Иначе значение — це значення, яке повертається, якщо *Тест* має хибне значення і дорівнює **ХИБНИСТЬ / FALSE**. Якщо *Иначе значение* дорівнює **ХИБНИСТЬ**, а *Иначе значение* опущено (тобто після *Тогда значение* немає крапки з комою), то повертається логічне значення **ХИБНИСТЬ**. Якщо *Тест* дорівнює **ХИБНИСТЬ**, а *Иначе значение* порожнє (тобто після *Тогда значение* стоїть крапка з комою з наступною дужкою, що закривається), то повертається значення 0. *Иначе значение* може бути формулою.

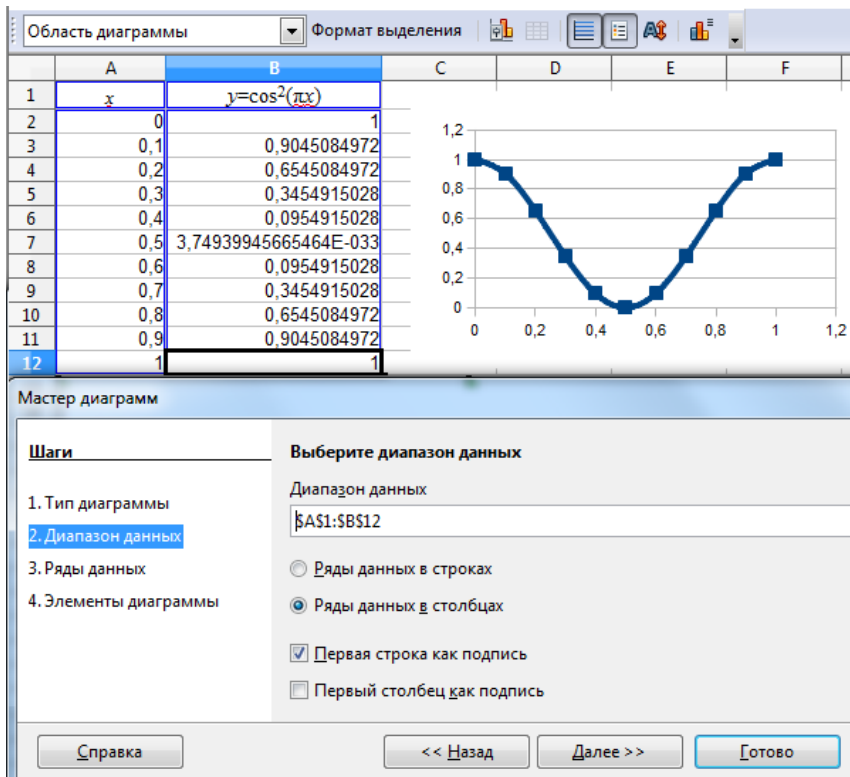


Рис. 2.44. Виконання кроку *Діапазон даних* у вікні **Мастер діаграм**.

У даному прикладі:

1. В комірки $A1$ і $B1$ вводяться відповідні позначення x і y
2. В діапазон комірок під коміркою $A1$ — вказаний діапазон значень аргументу x описаним вище способом.

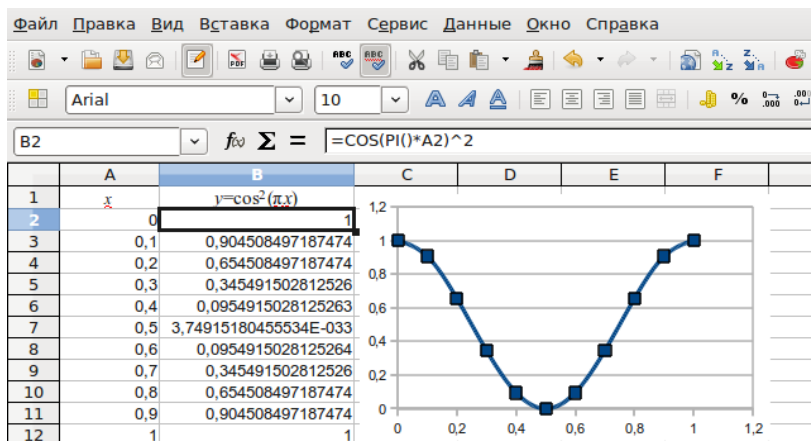


Рис. 2.45. Результат розрахунку функції $y = \cos^2(\pi x)$ в діапазоні аргументу $x \in [0; 1]$.

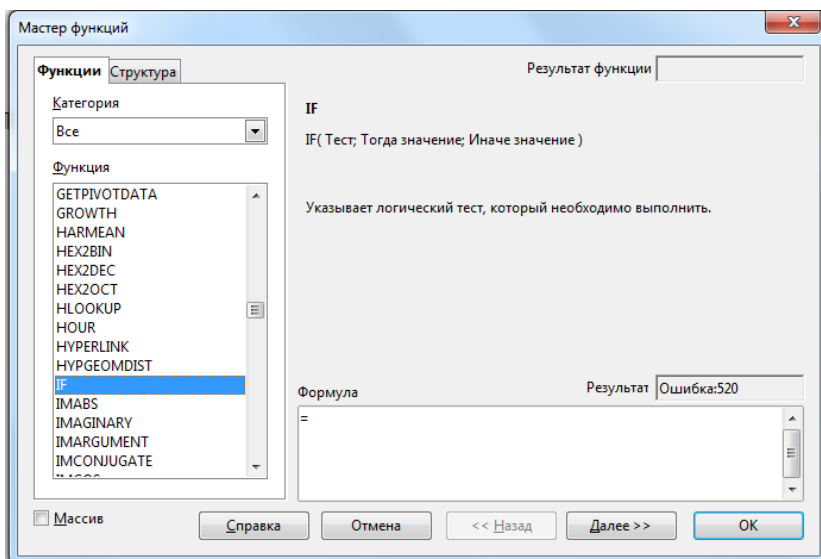


Рис. 2.46. Функція IF у вікні Мастер функцій.

3. В комірку B2 увести розрахункову формулу, яка в даному випадку має вигляд:

$$=IF(A2<0,5;(1+ABS(0,2-A2))/(1+A2+A2^2);A2^(1/3))$$

4. Скопіювати вказаним вище способом дану формулу в відповідні комірки — з'явиться результат розрахунку.

5. За отриманими даними побудувати графік.
 Результат розрахунку та побудови графіка представлений на рис. 2.47.

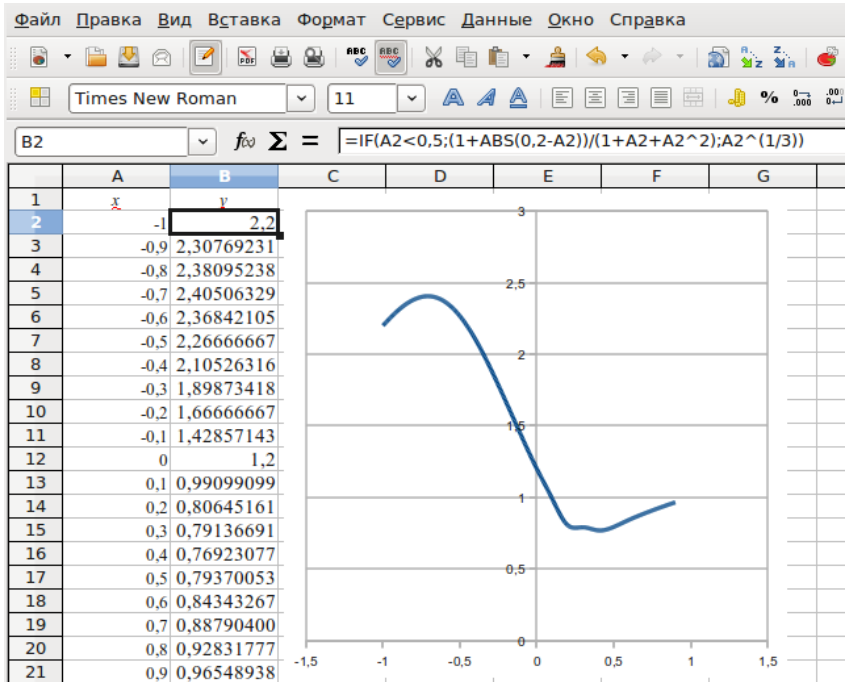


Рис. 2.47. Результат розрахунку функції в діапазоні аргументу $x \in [0; 1]$.

$$1.3. y = \begin{cases} 1 + \ln(1 + x), & x < 0,2; \\ \frac{1 + x^{\frac{1}{2}}}{1 + x}, & x \in [0,2; 0,8]; \\ 2e^{-2x}, & x > 0,8. \end{cases}$$

Даний приклад вирішується аналогічно попередньому. Тільки тут використовується вкладена функція **IF** на місці першого *Інаше значення*. В даному випадку розрахункова формула має вигляд:

$$=IF(A2<0,2;1+LN(1+A2);IF(AND(A2>=0,2;A2<=0,8);(1+A2^(1/2))/(1+A2);2*EXP(-2*A2)))$$

Результат розрахунку та побудови графіка представлений на рис. 2.48.

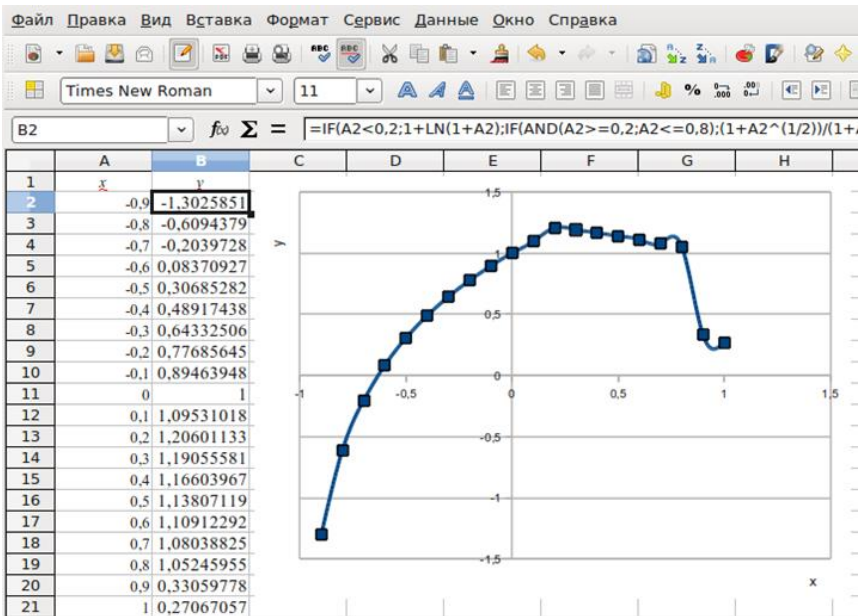


Рис. 2.48. Результат розрахунку функції в діапазоні аргументу $x \in [0; 1]$.

Тут розрахунок виконаний для значень аргументу від $-0,9$, а не від -1 , так як при $x \rightarrow -1 \ln(1+x) \rightarrow -\infty$.

Приклад 1.2. При $x \in [-3; 0]$ розрахувати і в одній системі координат побудувати графіки функцій $f_1 = 2 \sin(x)$ і $f_2 = 3 \cos(2x) - \sin(x)$.

Даний приклад вирішується аналогічно всім попереднім, тільки при побудові графіка слід виділити весь діапазон комірок, в якому знаходяться початкові дані та результати розрахунку. Результат даного прикладу представлений на рис.2.49.

Приклад 1.3. Побудувати графік (поверхню) функції $z = x^2 - y^2$ при $x \in [-2; 2]$ і $y \in [-1; 1]$

Перед тим, як приступити до безпосередньої побудови поверхні, належить побудувати таблицю значень функції z по обом її аргументам для $x \in [-2; 2]$ і $y \in [-1; 1]$. Для цього:

1. Ввести в комірки A2 і A3 відповідно -2 і $-1,8$, а потім описаним вище способом копіювання заповнити відповідні комірки

стовпчика А — в діапазоні чарунок А3:А22 з'являються значення аргументу x в діапазоні $[-2;2]$ з кроком 0,2.

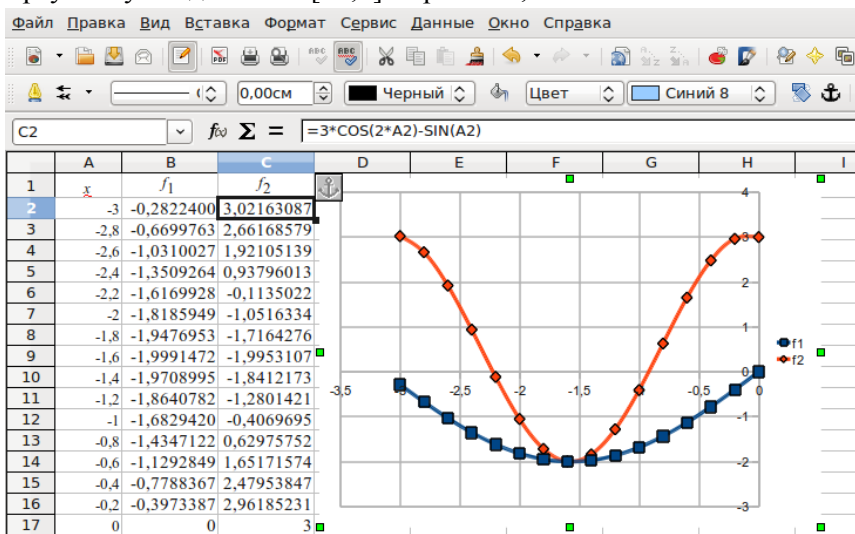


Рис. 2.49. Результат розрахунку функцій в діапазоні аргументу $x \in [-3; 0]$.

2. Аналогічним образом з кроком 0,2 заповнити діапазон чарунок В1:L1 значення аргументу $y = [-1; 1]$.

3. В комірку В2 ввести формулу $=\$A2^2-B\1^2 . В даній формулі ім'я стовпчика першого аргументу і номер рядка другого аргументу є абсолютними.

4. Виділити комірку В2, встановити покажчик миші точно на маркер заповнення (хрестик в правому нижньому кутку обрамлення комірки) і заповнити усі комірки діапазону В2:L22.

Потім побудувати графік даної функції за методикою, описаною вище. При побудові виділити діапазон чарунок А1:L22 та вибрати тип діаграмами **Області** і вид діаграми **В глибину, Трехмерный вид – Простой** (рис. 2.50). Результат представлений на рис. 2.51.

Приклад 1.4. Знайти корені рівняння:

$$x^3 - 0,01x^2 - 0,7044x + 0,139104 = 0$$

Розв'язати дане рівняння можна за допомогою методу **Підбор параметра**. Оскільки дане рівняння має третю степінь, воно може

мати від одного до трьох коренів. Для знаходження коренів слід спочатку їх локалізувати, тобто знайти інтервали, на яких ці корені існують. Такими інтервалами локалізації коренів можуть служити межі, на кінцях яких функція

$$y = x^3 - 0,01x^2 - 0,7044x + 0,139104$$

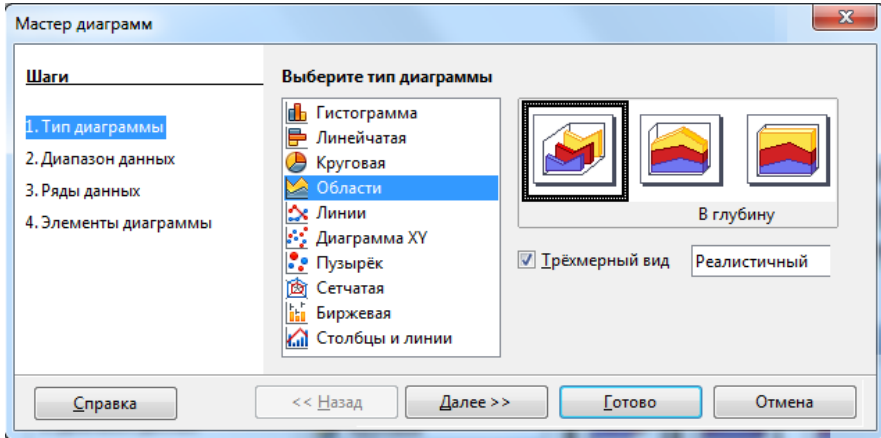


Рис. 2.50. Тип діаграми **Области** у вікні **Мастер диаграмм**.

має протилежний знак. С метою знаходження інтервалів, на кінцях яких функція змінює знак, слід побудувати її графік або її протабулювати. Для даного прикладу достатньо вибрати інтервал $[-1; 1]$ з кроком 0,2. Для інших прикладів, можливо, слід підібрати інший інтервал значень x . Для цього:

1. В комірки A1 B1 вписати відповідно x і y .
2. В комірку A2 слід ввести значення -1 , а в комірку A3 значення $-0,8$.
3. Описаним вище способом заповнити комірки в стовпці A так, щоб в них були вписані значення в межах вказаного діапазону з кроком 0,2.
4. В комірку B2 ввести формулу

$$= A2^3 - 0,01 * A2^2 - 0,7044 * A2 + 0,139104$$
5. Скопіювати дану формулу в відповідні комірки стовпчика B — функція протабульована.
6. Описаним вище способом побудувати графік функції в вказаному діапазоні значень x .

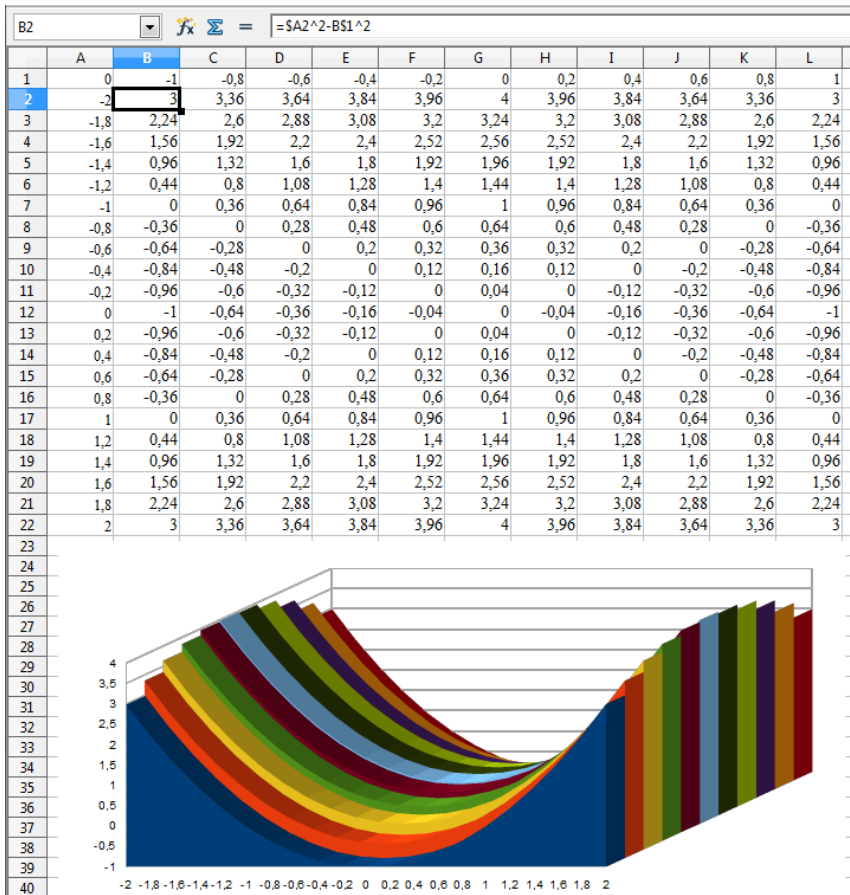


Рис. 2.51. Результат розрахунку функції та графік у діапазонах аргументів $x \in [-2; 2]$ и $y \in [-1; 1]$.

На рис. 2.52 представлений результат описаних дій та діалогове вікно **Подбор параметра**.

Тут видно, що поліном змінює знак на інтервалах $[-1; -0,8]$, $[0,2; 0,4]$ і $[0,6; 0,8]$, і ось чому на кожному із цих інтервалів є свій корінь. Так як поліном третього степеня має не більше трьох коренів, в даному випадку всі вони локалізовані. В якості приближених значень кореней можна взяти для першого інтервалу значення $-0,9$, для другого — значення $0,2$, для третього — значення $0,7$. Впишемо

їх відповідно в комірки C2, C3 і C4, а в комірку C1 впишемо «Початкове приближення до застосування методу і корінь — після».

В комірку D2 впишемо формулу для розрахунку значення функції по значенню першого приближеного кореня:

$$= C2^3 - 0,01 * C2^2 - 0,7044 * C2 + 0,139104$$

Описаним вище способом копіюємо формулу в комірки D3 і D4, а в комірку D1 впишемо «Значення функції» (див. рис. 2.52).

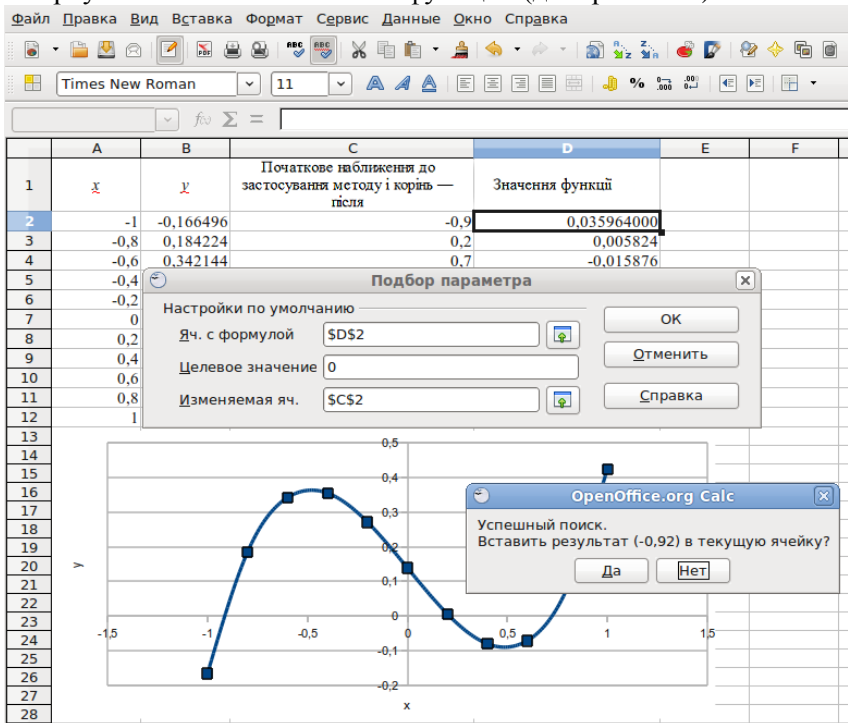


Рис. 2.52. Локалізація коренів полінома і діалогове вікно **Подбор параметра**.

Корінь за допомогою підбору параметру знаходиться методом поступового приближення. Звідси слід задати точність, з якою знаходиться корінь. Для цього потрібно послідовним вибором команд меню *Сервис – Параметры* відкрити діалогове вікно **Параметры**, вибрати вкладку *Вычисления* і в ній установити значення відносної похибки і граничного числа інтеграцій. Для даного прикладу можна

обмежитись значеннями, встановленими за замовчуванням (0,00001 і 1000 відповідно).

Тепер можна знайти перший корінь виразу. Для цього:

1. Вибрати команди меню *Сервис – Подбор параметра* — відкриється діалогове вікно **Подбор параметра** (див. рис. 2.52).

2. В поле *Яч. с формулой* ввести посилання на комірку D2, для чого встановить в даному полі курсор введени і виберіть на комірці D2. Зверніть увагу на те, що тут вводиться абсолютна адреса.

3. В поле *Целевое значение* ввести 0 — точне значення функції при точному значенні кореня.

4. В поле *Изменяемая яч.* ввести посилання на комірку C2.

5. Вибрати **ОК** — в комірці D2 з'явиться уточнене значення першого кореня.

Аналогічно отримати уточнені значення другого і третього коренів. На рис. 2.53 представлені результати розв'язку.

Завдання 2

При роботі з масивами використовуються формули масивів — введення формули завершається обранням комбінації клавіш *Ctrl+Shift+Enter*. Крім того, якщо в розрахункових виразах використовуються матриці, слід користуватися спеціальними функціями робочого листа для роботи з матрицями, що представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Функції категорії масив

Функція	Опис
MINVERSE (масив)	повертає обернену матрицю
MDETERM(масив)	повертає визначник матриці
MMULT(масив)	повертає матричний добуток двох матриць
TRANSPOSE (масив)	повертає транспоновану матрицю

Приклад 2.1.а. Розв'язати систему рівнянь з двома невідомими $AX=B$, де:

$$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} \text{ — вектор-стовбець невідомих;}$$

$A = \begin{pmatrix} 8 & 3 \\ 2 & 7 \end{pmatrix}$ — матриця коефіцієнтів при невідомих;

$B = \begin{pmatrix} 4 \\ 2 \end{pmatrix}$ — вектор-стовбець вільних членів.

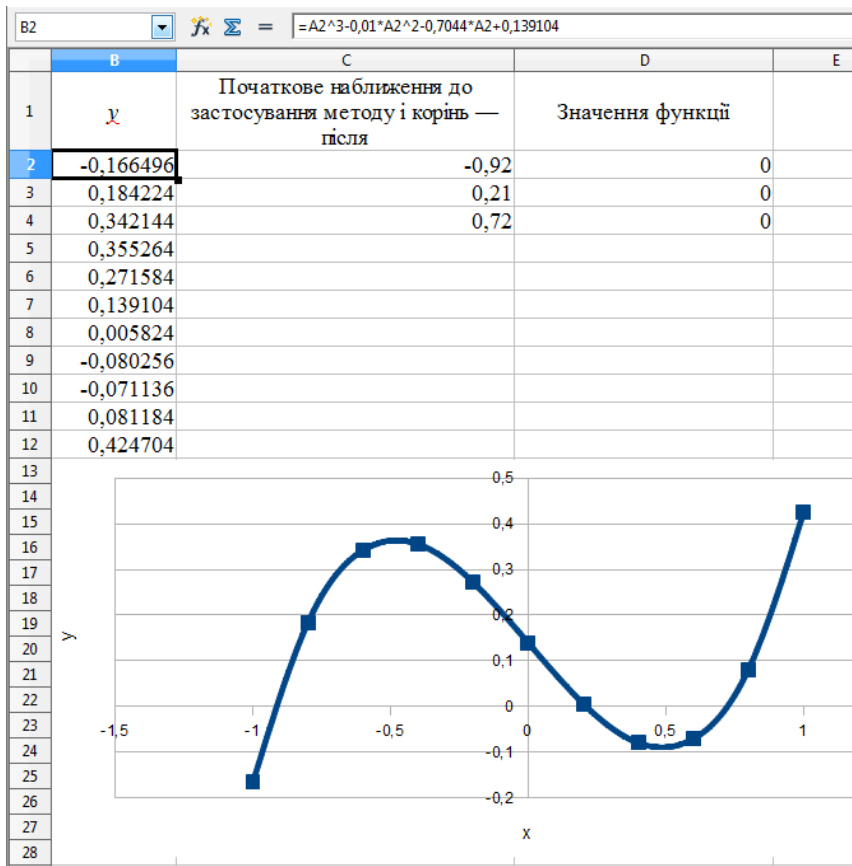


Рис.2.53. Результат розв'язку та діалогове вікно **Результат підбору параметра** для третього кореня.

Розв'язок даної лінійної системи рівнянь має вид $X=A^{-1}B$, де A^{-1} — обернена матриця до A .

Для розв'язку даної системи слід використовувати функції **MINVERSE**, яка розраховує обернену матрицю для біжної. Синтаксис даної функції наступний:

MINVERSE(Матриця),

де *Матриця* повинна бути обов'язково квадратною.

MMULT, що розраховує добуток двох матриць, її синтаксис:

MMULT(Матриця, Матриця)

Кількість рядків другої матриці і кількість стовпчиків першої повинно бути однаковим.

Щоб отримати розв'язок даної системи рівнянь, слід

- 1) у діапазоні комірок A2:B3 вписати значення елементів матриці A;
- 2) у діапазон комірок D2:D3 вписати значення елементів матриці B;
- 3) виділити діапазон комірок для розв'язку (в даному випадку — F2:F3).
- 4) вписати в виділений діапазон формулу
$$=MMULT(MINVERSE(A2:B3);D2:D3)$$

5) завершити введення даної формули натисканням комбінації клавіш *Ctrl+Shift+Enter* — в виділеному діапазоні комірок з'являється результат, а формула отримує вид
$$\{=MMULT(MINVERSE(A2:B3);D2:D3)\}.$$

Розв'яжемо складніший приклад.

Приклад 2.1.б. Розв'язати систему лінійних рівнянь $A^2X=B$, де

$$A = \begin{pmatrix} 7 & 2 \\ 1 & 4 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Розв'язком цієї системи є вектор–стовпець $X=(A^2)^{-1}B$. Розмістимо цей приклад на робочому листі, де вирішувався попередній приклад. Для цього:

1. В діапазон комірок A6:B7 вписати значення елементів матриці A.
2. В діапазон комірок D6:D7 вписати значення елементів вектора стовпця B.
3. Виділити діапазон комірок F6:F7 під розв'язок системи рівнянь.
4. В виділений діапазон комірок вписати формулу:
$$=MMULT(MINVERSE(A2:B3);D2:D3)$$

5. Завершити введення даної формули натисканням комбінації клавіш *Ctrl+Shift+Enter* — в виділеному діапазоні комірок з'являється результат, а формула отримує вид

$$\{=MMULT(MINVERSE(MMULT(A6:B7;A6:B7));D6:D7)\}$$

Результат розв'язку даних прикладів представлений на рис. 2.54

F6		fx Σ = {=MMULT(MINVERSE(MMULT(A6:B7;A6:B7));D6:D7)}						
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	A			B		$X=A^{-1}B$		
2	8	3		4		0,44		
3	2	7		2		0,16		
4								
5	A			B		$X=(A^2)^{-1}B$		
6	7	2		2		0,02071		
7	1	4		1		0,04290		

Рис. 2.54. Результат розв'язку систем лінійних рівнянь $AX=B$ и $A^2X=B$.

Приклад 2.2. Знайти значення квадратичної форми, $z = X^T AX$, де:

$$A = \begin{pmatrix} 8 & 3 \\ 2 & 7 \end{pmatrix}, X = \begin{pmatrix} 4 \\ 2 \end{pmatrix}.$$

Для знаходження значення цієї квадратичної форми слід:

1. Ввести значення елементів матриці A в діапазон комірок A2:B3.
2. Ввести значення елементів вектора-стовпця X в діапазон комірок D2:D3.
3. Виділити комірку F2 для результату розрахунків.
4. В виділену комірку вписати формулу

$$=MMULT(MMULT(TRANSPOSE(D2:D3);A2:B3);D2:D3)$$
5. Завершити введення даної формули натисканням комбінації клавіш *Ctrl+Shift+Enter* — в виділеному діапазоні комірок з'являється результат, а формула отримує вид:

$$\{=MMULT(MMULT(TRANSPOSE(D2:D3);A2:B3);D2:D3)\}$$

Результат розв'язку даного прикладу представлений на рис. 2.55.

F2		fx {=МУМНОЖ(МУМНОЖ(ТРАНСП(D2:D3);A2:B3);D2:D3)}						
	A	B	C	D	E	F	G	
1	A			X		$z=X^TAX$		
2	8	3		4		196		
3	2	7		2				
4								

Рис.2.55. Результат знаходження значення квадратичної форми

$$z = X^T A X .$$

Приклад 2.3. Знайти значення виразу

$$s = \frac{2 \sum_{i=1}^n X_i + \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m B_{ij} C_{ij} \right)}{1 + \sum_{i=1}^n X_i^2}$$

де X — вектор-стовпець з n компонентів, B і C — матриці розміру $m \times m$, причому, $n=3$, $m=2$ і

$$X = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ 2 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 2 & 5 \end{pmatrix}, C = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 4 & 5 \end{pmatrix}.$$

Для розв'язку цього прикладу потрібна функція робочого листа
 $SUM(\text{число } 1; \text{число } 2; \dots)$,

де *число 1; число 2; ...* — це від 1 до 30 аргументів, які потрібно підсумувати. В якості аргументів можуть бути або посилання на комірки або діапазони комірок, або числа.

Щоб вичислити значення s , потрібно:

1. В діапазон комірок $A2:A4$ ввести елементи вектора X .
2. В діапазон комірок $B2:C3$ ввести елементи матриці B .
3. В діапазон комірок $D2:E3$ ввести елементи матриці C .
4. В комірку $B6$ ввести формулу

$$=(2*SUM(A2:A4)+SUM(B2:C3*D2:E3)^2)/(1+SUM(A2:A4^2))$$

5. Введення формули завершити натисканням комбінації клавіш $Ctrl+Shift+Enter$ — в комірці $B6$ з'являється результат розрахунку (рис. 2.56).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	X	B		C				
2	2	2	1	1	1			
3	1	2	5	4	5			
4	2							
5								
6								
7	s=	130,6						
8								

Рис.2.56. Результат розрахунку значення s .

Завдання 3

Приклад 3.1. Обчислити n -річну іпотечну позику покупки квартири за P грн. з річною ставкою $i\%$, початковим внеском $A\%$, та щомісячної та річною виплатою. Тут $n=30$ років, $i=8\%$, $A=20\%$ від ціни квартири $P=201\,900$ грн.

Дане завдання вирішується з використанням фінансової функції **РМТ**, яка обчислює величину виплати за один період річної ренти при постійній процентній ставці. Синтаксис цієї функції наступний:

РМТ(Ставка;КПЕР;Сумма;Остаток;Тип),

де *Ставка* — процентна ставка за позикою,

КПЕР — загальна кількість виплат за позикою,

Сумма — зведена до поточного моменту вартість або загальна сума, яка на поточний момент рівноцінна ряду майбутніх платежів, і називається також основною сумою,

Остаток — необхідне значення залишку коштів після останньої виплати. Якщо аргумент *Остаток* пропущений, то він припускається рівним 0 (нулю), тобто для позики, наприклад, значення *Остаток* дорівнює 0,

Тип — строк виплат, значення 1 указує на те, що оплата виконується на початку періоду, 0 (або пропущений) – в кінці періоду.

Розв'язувати дану задачу слід в такому порядку:

1. Ввести вихідні дані для розрахунку, як показано на рис. 2.57. Тут розмір позики (позики) розраховується за формулою $=B4 * (1-B5)$. Нижче в стовпці B розраховуватимуться показники при щомісячних внесках (наприкінці місяця), а в стовпці D – при внесках щорічних (наприкінці кожного року). Для щомісячних внесків у комірку B9 введена формула $=D9*12$, яка розраховує кількість місяців за кількістю років.

B7						=B4*(1-B5)									
	A			B			C			D			E		
1	Розрахунок іпотечної позики														
2															
3	Вихідні дані														
4	Ціна			201 900,00 грн.											
5	Перший внесок			20%											
6	Річна відсоткова ставка			8%											
7	Розмір позики			161 520,00 грн.											
8				Щомісячні платежі						Щорічні платежі					
9	Строк погашення			360 місяців						30 років					

Рис. 2.57. Вихідні дані для обчислення іпотечної позики.

2. Потім ввести формули для розрахунку показників іпотечної позики, як показано на рис. 2.58. Тут в якості аргументу *Сумма* вико-

FV						=PMT(B6/12;B9;-B7)									
	A			B			C			D			E		
1	Розрахунок іпотечної позики														
2															
3	Вихідні дані														
4	Ціна			201 900,00 грн.											
5	Перший внесок			20%											
6	Річна відсоткова ставка			8%											
7	Розмір позики			=B4*(1-B5)											
8				Щомісячні платежі						Щорічні платежі					
9	Строк погашення			360 місяців						30 років					
10	Результати розрахунків														
11	Періодичні виплати			=PMT(B6/12;B9;-B7)						=PMT(B6;D9;-B7)					
12	Загальна сума виплат			=B9*B11						=D9*D11					
13	Загальна сума комісійних			=B12-B7						=D12-B7					

Рис. 2.58. Розрахункові формули для обчислення показників.

ристовується значення позики зі знаком мінус. Результати розрахунку показників іпотечної позики показані на рис. 2.59. Розмір позики становить 161 520,00 грн. Періодичні виплати щомісяця становлять 1 185,18 грн., щорічно – 14 347,41 грн. Загальна сума виплат при щомісячних внесках становить 426 663,55 грн, а при щорічних – 430 442,21 грн. Загальна сума комісійних – 256 143,55 грн. при щомісячних внесках та 268 902,21 грн. – при щорічних платежах.

B12 fx Σ = =B9*B11					
	A	B	C	D	E
1	Розрахунок іпотечної позики				
2					
3	Вихідні дані				
4	Ціна	201 900,00 грн.			
5	Перший внесок	20%			
6	Річна відсоткова ставка	8%			
7	Розмір позики	161 520,00 грн.			
8		Щомісячні платежі		Щорічні платежі	
9	Строк погашення	360 місяців		30 років	
10	Результати розрахунків				
11	Періодичні виплати	1 185,18 грн.		14 347,41 грн.	
12	Загальна сума виплат	426 663,55 грн.		430 422,21 грн.	
13	Загальна сума комісійних	265 143,55 грн.		268 902,21 грн.	

Рис. 2.59. Результати розрахунку показників іпотечної позики.

Примітка. У даному прикладі аргумент *Остаток* опущений і за замовчуванням він приймається рівним нулю. Аргумент *Тип* також опущений і тому він також за умовчанням приймається рівним нулю, тобто внески будуть вироблятися в кінці кожного періоду

У якості показників іпотечної позики тут обчислюються величина виплати за один період однорічної ренти при постійній процентній ставці, загальна сума виплат і загальна сума комісійних.

Приклад 3.2. Потрібно розрахувати величину ефективної процентної ставки для п'яти періодів виплат, якщо регулярні виплати складають 2000 грн., а поточна вартість 10000 грн.

Дане завдання розв'язується із застосуванням фінансової функції, що розраховує відсоткову ставку за період:

RATE(*КПЕР*; *Платеж*; *Начало*; *Остаток*; *Тип*; *Предположение*),

де *КПЕР* — загальне число виплат за позикою,

Платеж — сума платежів за кожний період,

Начало — величина одноразової виплати на початку строку,

Остаток — необхідне значення остатку коштів після останньої виплати. Якщо аргумент *Остаток* опущений, то він полягає рівним 0 (нулю), тобто для позики, наприклад, значення *Остаток* дорівнює 0,

Тип — строк виплат, значення 1 вказує на те, що оплата виконується на початку періоду, 0 (або опущений) – в кінці періоду,
Предположение — початкове припущення про величину ставки (якщо опущений, то за замовчанням дорівнює нулю).

Результат повинен бути отриманий зі знаком «мінус», так як операція спричиняє собою відтік грошових коштів клієнта. Даний приклад розв’язаний на рис. 2.60. Річна ефективна відсоткова ставка дорівнює 167,09%.

	A	B	C
1			
2	Розмір позики	10 000,00 грн.	
3	Строк		5 років
4	Постійні виплати	2 000,00 грн.	
5	Річна облікова ставка	-167,09%	

Рис. 2.60. Розв’язок з отриманням ефективної відсоткової ставки.

Приклад 3.3. Обчислити виплати за відсотками за перший місяць для трьохрічної позики в 100 000 грн. із розрахунку 10% річних.

Дане завдання розв’язується із застосуванням фінансової функції **IPMT**, яка повертає величину виплати прибутку на внесок за указаний період, що базується на постійних виплатах і постійному відсотку.

IPMT (*Процент*; *Период*; *КПЕР*; *ТЗ*; *БЗ*; *Тип*),

где *Процент* — процент прибутку за період,

Период — період, для якого необхідно знайти прибуток, повинен бути в інтервалі від 1 (перший період) до *КПЕР* (останній період),

КПЕР — загальне число періодів виплат річної ренти,

ТЗ — поточне значення ряду платежів,

БЗ — майбутнє значення, яке необхідно досягти після останньої виплати,

Тип — строк виплат, значення 1 вказує на те, що оплата виконується на початку періоду, 0 (або опущений) – в кінці періоду.

Результат повинен бути отриманий зі знаком «мінус», так як операція спричиняє собою відтік грошових коштів клієнта.

Функція IPMT допоможе розрахувати виплати по відсоткам, які нараховуються щомісяця, тому періодом є місяць і потрібно знайти відсоткову ставку *Процент* за місяць. Для цього річну ставку 10% потрібно поділити на 12. *Период* задається рівним «1» (за умовою задачі). Виплати будуть виконуватися у період 3-х років щомісячно, тому періодів виплат *КПЕР* буде 36 (3*12). *ТЗ* задається зі знаком «плюс», так як операція займу означає надходження грошових коштів на користь клієнта (рис. 2.61). Поля *БЗ* і *Тип* залишаються незаповненими (рис. 2.62).

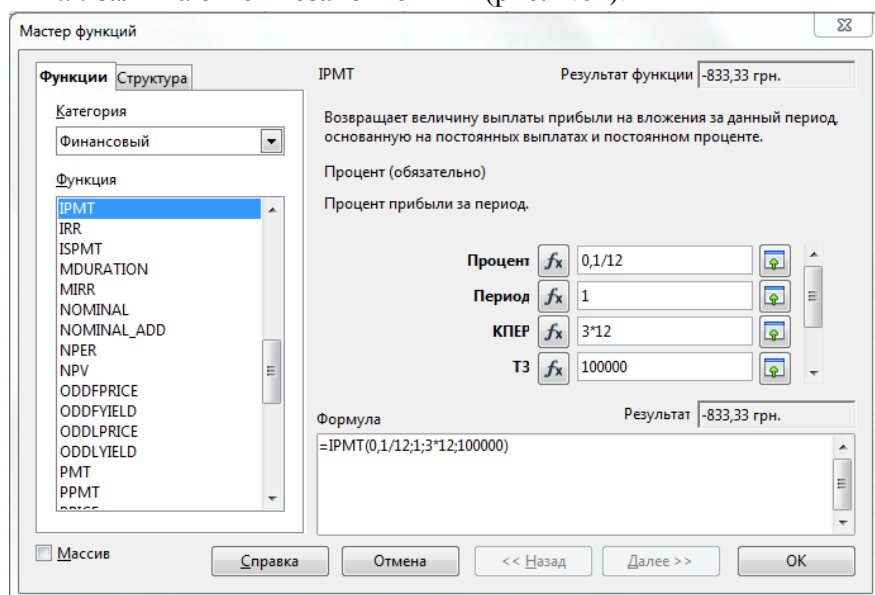


Рис. 2.61. Функція **IPMT** з заповненими аргументами у вікні **Мастер функций**.

В результаті отримаємо значення виплати за відсотками за перший місяць рівними 833,33 грн.

Приклад 3.4. За умовами задачі з Приклада 3.3 необхідно визначити величину платежу в погашенні основної суми.

Для розв'язку поставленої задачі буде використана фінансова функція

PPMT (*Ставка*; *Период*; *КПЕР*; *Сумма*; *Остаток*; *Тип*),
 где *Ставка* — фіксована відсоткова ставка,

Период — період, для якого потрібно знайти прибуток, повинен знаходитися в інтервалі від 1 (перший період) до *КПЕР* (останній період),

КПЕР — загальне число періодів платежів,

Сумма — основна сума кредиту,

Остаток — остаток коштів на кінець платежів,

Тип — строк виплат, значення 1 вказує на те, що оплата виконується на початку періоду, 0 (або опущений) — в кінці періоду.

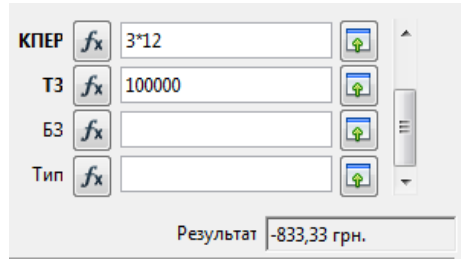


Рис. 2.62. Фрагмент вікна **Мастера функций** при заповненні аргументів функції **IPMT**.

Для нашого прикладу вказана функція має наступний вигляд:
=PPMT(0,1/12;1;36;100000).

Даний результат можна отримати з допомогою **Мастера функций** (рис. 2.63, 2.64).

Отже, величина платежу в погашенні основної суми дорівнює — 2393,39 грн.

Пример 3.5.а. Розрахувати яку суму кредиту можна взяти під 18% річних щомісячним нарахуванням відсотків у кінці періоду (постнумерандо), якщо виплачувати на протязі 2-х років з періодичним платежем в 500 грн. и у підсумку готові сплатити 300 000 грн.

З умовою задачі зрозуміло, що знайти потрібно початкове значення кредиту (рис. 2.65). Для цього треба застосувати фінансову функцію **PV**, яка розраховує поточну вартість інвестицій. Загальний вид функції:

PV (*Ставка*; *КПЕР*; *Платеж*; *Остаток*; *Тип*),

где *Ставка* — фіксована відсоткова ставка,

КПЕР — загальне число періодів платежів,

Платеж — фіксована сума платежу за кожний період,

Остаток — остаток коштів у кінці виплат,

Тип — строк платежу, значення 1 вказує на те, що оплата виконується на початку періоду, 0 (або опущений) — в кінці періоду.

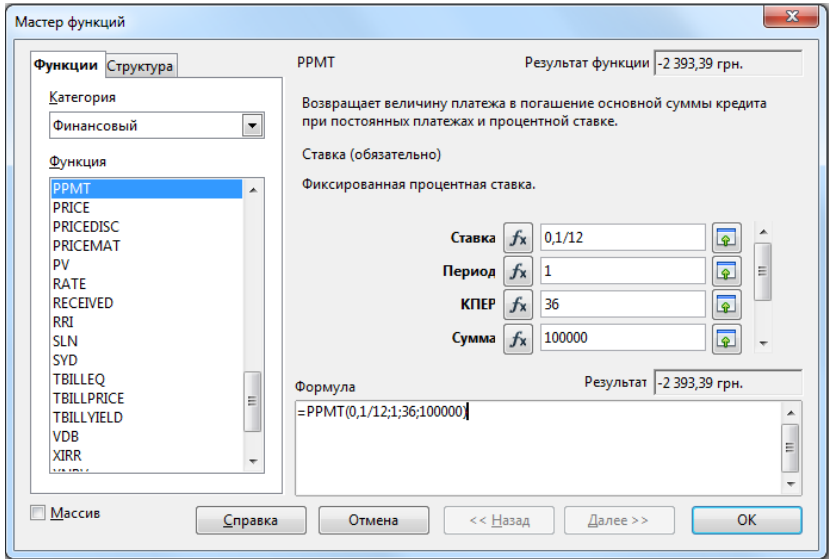


Рис. 2.63. Функція **PPMT** з заповненими аргументами у вікні **Мастер функций**.

Раз це кредит, то **PV** (початкове значення кредиту) отримає знак «плюс», так як очікується надходження грошових коштів клієнту. Майбутнє значення кредиту (*Остаток*) дорівнює 300 000 грн. зі знаком «мінус», так як ці гроші будуть повернені банку. Кожний період клієнт сплачує банку *Платеж* по 500 грн. Ця сума буде зі знаком «мінус», так як відбувається відтік грошових коштів клієнта. Відсотки нараховуються щомісячно, тому, періодом є місяць і необхідно знайти відсоткову ставку (*Ставка*) за місяць. Для цього річну відсоткову ставку 18% потрібно поділити на 12. Виплати будуть проводитися за 2-ва роки щомісячно, тому, періодів виплат *КПЕР* буде 24 (2*12). *Тип* дорівнює «0», так як відсотки нараховуються в кінці періоду (рис. 2.66, 2.67).

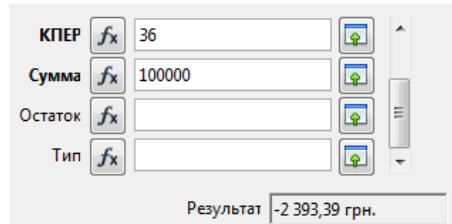


Рис. 2.64. Фрагмент вікна **Мастер функций** при заповненні аргументів функції **PPMT**.

В комірку A2 запишемо функцію для розрахунку **PV**, роблячи посилання на дані таблиці (див. рис. 2.65).

	A	B	C	D	E	F
1	Початкове значення кредиту	Остаток	Ставка	КПЕР	Платеж	Тип
2	219 878,38 грн.	-300 000	0,18	24	-500,00	0

Рис. 2.65. Модель для розв'язку задачі.

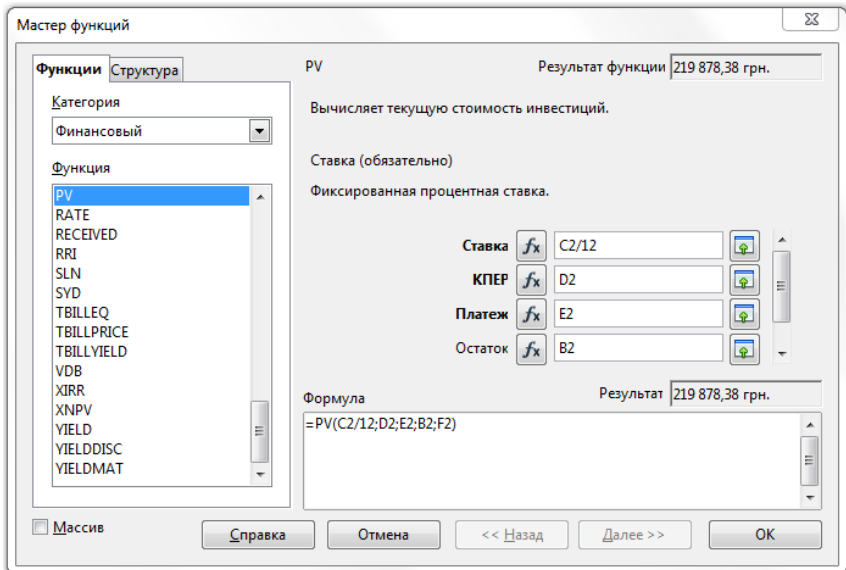


Рис. 2.66. Функція **PV** з заповненими аргументами у вікні **Мастер функций**.

За отриманими розрахунками, можна взяти суму кредиту величиною 219 878,38 грн.

Приклад 3.5.б. Отриманий результат у Прикладі 3.5.а. потрібно проаналізувати. Припустимо, що суми 219 878,38 грн. недостатньо для реалізації задуманого проекту. Необхідна сума у 250 000 грн. Збільшення суми кредиту може бути за рахунок змін умов договору. А саме, або повинна бути змінена відсоткова ставка, або строк кредиту, або періодичний платіж. В даному випадку зміна майбутньої суми кредиту не розглядується.

Для подібного аналізу скористаємося командою **Подбор параметра (Сервис – Подбор параметра)**. Побудуємо модель для розв'язку задачі (див. рис. 2.65).

Змінимо чергове значення відсоткової ставки (C2), строку кредиту (D2) і періодичного платежу (E2).

1. Зміна відсоткової ставки (рис. 2.68). В результаті отримуємо, що при інших попередніх умовах кредит у 250 000 грн. можна

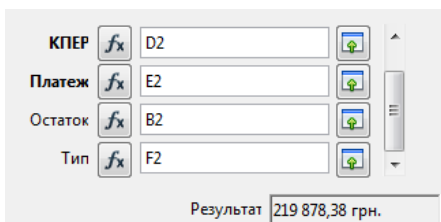
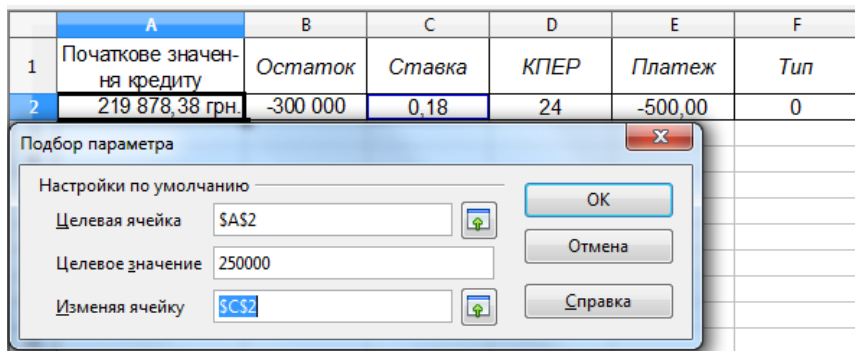
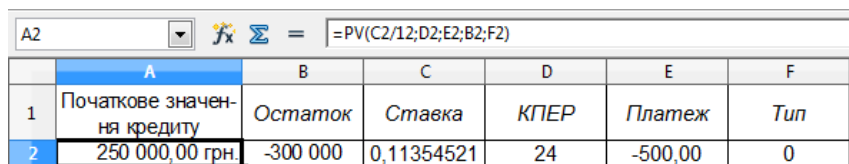


Рис. 2.67. Фрагмент вікна **Мастер функции** для заповнення аргументів функції **PV**.



а)



б)

Рис. 2.68. Зміна відсоткової ставки використовуючи **Подбор параметра**: а) заповнення установлень; б) результат.

одержати при зменшенні річної відсоткової ставки до 11%.

2. Зміна строку кредиту (рис. 2.69). В результаті отримаємо, що при інших колишніх умовах кредит у 250 000 руб. можна одержати, якщо строк виплати кредиту зменшити до 13,9462 місяці або до 1,16 року.

	A	B	C	D	E	F
1	Початкове значення кредиту	Остаток	Ставка	КПЕР	Платеж	Тип
2	219 878,38 грн.	-300 000	0,18	24	-500,00	0

Подбор параметра

Настройки по умолчанию

Целевая ячейка: \$A\$2

Целевое значение: 250000

Изменяя ячейку: \$D\$2

OK, Отмена, Справка

а)

	A	B	C	D	E	F
1	Початкове значення кредиту	Остаток	Ставка	КПЕР	Платеж	Тип
2	250 000,00 грн.	-300 000	0,18	13,9461864	-500,00	0

б)

Рис. 2.69. Зміна строку кредиту використовуючи **Подбор параметра**: а) заповнення установлень; б) результат.

3. Зміна суми періодичного платежу (рис. 2.70). В результаті

	A	B	C	D	E	F
1	Початкове значення кредиту	Остаток	Ставка	КПЕР	Платеж	Тип
2	219 878,38 грн.	-300 000	0,18	24	-500,00	0

Подбор параметра

Настройки по умолчанию

Целевая ячейка: \$A\$2

Целевое значение: 250000

Изменяя ячейку: \$E\$2

OK, Отмена, Справка

а)

	A	B	C	D	E	F
1	Початкове значення кредиту	Остаток	Ставка	КПЕР	Платеж	Тип
2	250 000,00 грн.	-300 000	0,18	24	-2 003,79	0

б)

Рис. 2.70. Зміна суми періодичного платежу використовуючи **Подбор параметра**: а) заповнення установлень; б) результат.

можна сказати, що при інших колишніх умовах кредит в 250 000 грн. можна одержати, якщо періодичний платіж збільшити до 2 003,8 грн. в місяць.

Після проведення аналізу і отримання результатів клієнт може зробити вибір на користь того чи іншого варіанту.

Приклад 3.6. Одночасно зроблений вклад и отримані три позики на різних умовах. Розрахувати фінансовий результат операції, їх вигідність (без урахування інфляції).

По закінченню строків договорів вклад створить компанії позитивний грошовий потік, а позики – від’ємні (негативні) грошові потоки. У всіх випадках визначимо майбутнє значення вкладу з постійними виплатами і постійним відсотком з допомогою функції **FV**. В першому випадку значення **FV** буде с плюсом, у решті випадків з мінусом. Для розв’язку даної задачі складемо модель (рис. 2.71).

Синтаксис функції **FV**, яка розраховує майбутнє значення вкладу з постійними виплатами та постійним відсотком:

$$\mathbf{FV}(\text{Процент}; \text{КПЕР}; \text{Виплата}; \text{ТЗ}; \text{Тип}),$$

де *Процент* — процент прибутку за період,

КПЕР — загальне число періодів платежів (виплат річної ренти),

Виплата — виплата, що здійснюється в кожний період і не змінюється за весь час виплати ренти,

ТЗ — поточне значення або загальна сума всіх наступних платежів з даного моменту,

Тип — строк платежу, значення 1 указує на те, що оплата здійснюється на початку періоду, 0 (або опущений) – в кінці періоду.

У комірку B5 вводиться значення =FV(B3/12;B2*12;0;-B1;0);

у комірку D5 =FV(D3/12;D2*12;0;D1;0);

F5 =FV(F3/4;F2*4;0;F1;0);

H5 =FV(H3/2;H2*2;0;H1;0)

(див. рис. 2.71).

По заданим умовам у результаті розрахунків бачимо, що чистий грошовий потік становить 124,81 у.о.

Щоб отримати в результаті чистий грошовий потік рівний, наприклад, 1 000 у.о. за рахунок зміни річної відсоткової ставки вкладу, виконаємо операцію **Сервіс – Подбор параметра**. В якості *Целевой ячейки* укажемо I5 – фінансовий результат операцій, *Целевое*

значення – 1000 у.о., *Изменяя ячейку* – B2, тобто річну ставку вкладу (рис. 2.72).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Вклад	10 000	Позика 1	8 000	Позика 2	1 000	Позика 3	5 000	
2	Строк вкладу	5	Строк позики 1	5	Строк позики 2	5	Строк позики 3	5	
3	Річна ставка вкладу	17,50%	Річна ставка позики 1	13,00%	Річна ставка позики 2	10,00%	Річна ставка позики 3	7,00%	Фінансовий результат =SUM(B5:H5)
4	Нарахування відсотків по вкладу	щомісячно	Нарахування відсотків за позиною 1	щомісячно	Нарахування відсотків за позиною 2	щоквартально	Нарахування відсотків за позиною 3	за півріччя	
5	Майбутнє значення вкладу	23 837,65		-15 270,85		-1 638,62		-7 052,99	-124,81
6									
7									
8		=FV(B3/12;B2*12;0;-B1;0)		=FV(D3/12;D2*12;0;D1;0)		=FV(F3/4;F2*4;0;F1;0)		=FV(H3/2;H2*2;0;H1;0)	
9									

Рис. 2.71. Модель для визначення фінансового результату.

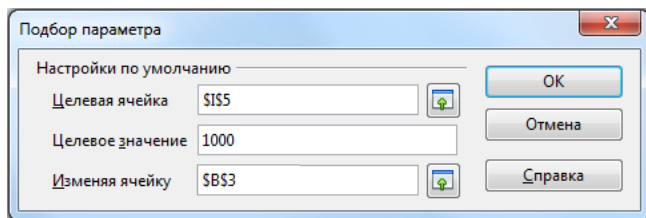


Рис. 2.72. Діалогове вікно **Подбор параметра**.

В результаті, при чистому грошовому потоці, що дорівнює 1000 у.о., шукана річна ставка вкладу буде 18,44% (рис. 2.73).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Вклад	10 000	Позика 1	8 000	Позика 2	1 000	Позика 3	5 000	
2	Строк вкладу	5	Строк позики 1	5	Строк позики 2	5	Строк позики 3	5	
3	Річна ставка вкладу	18,44%	Річна ставка позики 1	13,00%	Річна ставка позики 2	10,00%	Річна ставка позики 3	7,00%	Фінансовий результат =SUM(B5:H5)
4	Нарахування відсотків по вкладу	щомісячно	Нарахування відсотків за позиною 1	щомісячно	Нарахування відсотків за позиною 2	щоквартально	Нарахування відсотків за позиною 3	за півріччя	
5	Майбутнє значення вкладу	24 962,46		-15 270,85		-1 638,62		-7 052,99	1 000,00
6									
7									
8									

Рис. 2.73. **Подбор параметра** для зміни чистого грошового потоку.

Пример 3.7. Розрахувати з допомогою фінансової функції **PMT** розмір щомісячних фіксованих виплат за отриману позику, виходячи з розміру річної відсоткової ставки $i=7\%$, терміну позики $t=5$ років і розміру позики $P=100\,000$ грн.

Складемо модель для розв'язку задачі та звернемося до функції **PMT**(Ставка;КПЕР;Сумма;Остаток;Тип) (рис. 2.74, 2.75), її синтаксис розглянуто у Прикладі 3.1.

Ставка – відсоткова ставка за період – в даному прикладі періодом є місяць, ставка задана річна, тому $Ставка = \frac{7\%}{12} = 0,07 / 12$.

КПЕР – загальна кількість періодів виплат – в даному прикладі строк позики 5 років при щомісячному нарахуванні відсотків, значить, $КПЕР = 5 \times 12$.

Сумма – розмір позики – в даному прикладі 100 000.

Остаток – залишок коштів на кінець виплат – так як до кінця строку позика повинна бути погашена повністю, *Остаток* = 0.

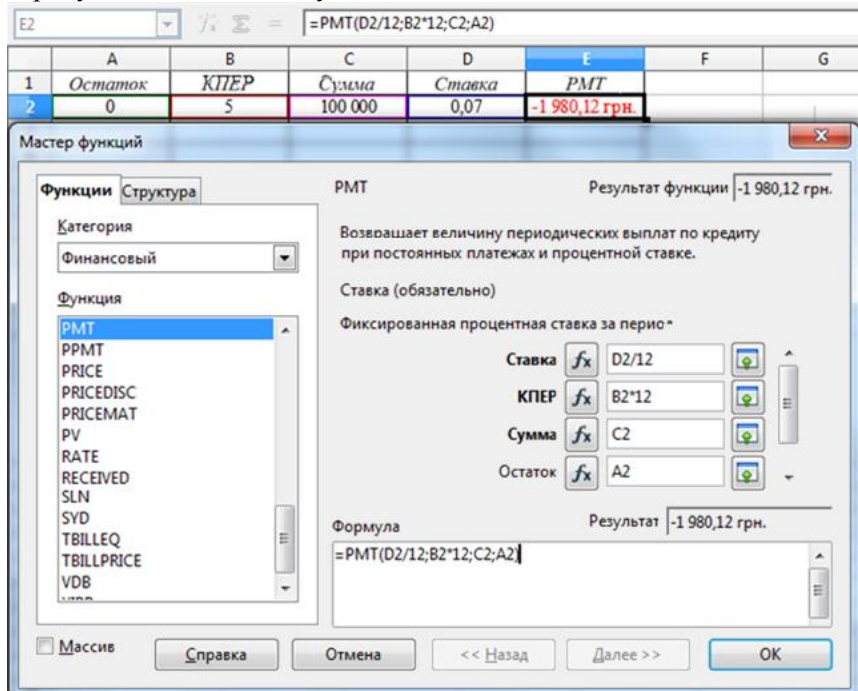


Рис. 2.74. Застосування функції PMT.

В комірці E2 з допомогою **Мастера функций** буде отримано значення щомісячного платежу, яке буде дорівнювати 1980,12 грн.

Змінимо відображення відсоткової ставки в комірці D2. Для цього необхідно виконати команду **Формат ячеек – Числа – Процентный** (рис. 2.76), в результаті в комірці D2 буде відображено 7% замість фактичних 0,07.

С ціллю дослідження динаміки залежності розмірів платежу від відсоткової ставки звернемося до використання *совмещенных операций* (суміщених операцій). Для цього занесемо на робочий лист у діапазоні D3:D9

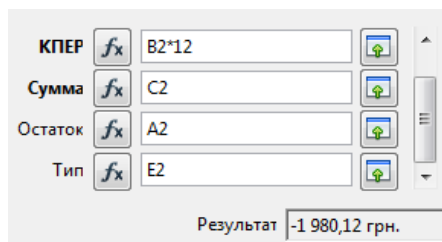


Рис. 2.75. Фрагмент окна **Мастер функции** при заполнении аргументов функции **РМТ**.

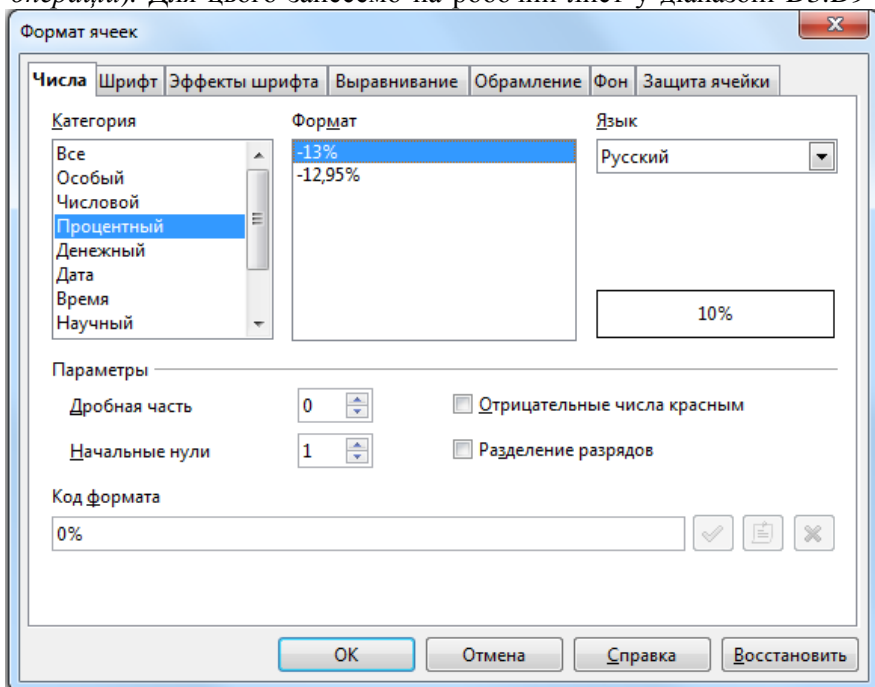


Рис. 2.76. Вікно **Формат ячеек**. Завдання відсоткового формату.

значення відсоткової ставки от 4% до 10% и виділимо діапазон наступної таблиці підстановки D2:E9. Далі скористаємося командою **Данные – Совмещенные операции...**, яка надає програмний засіб

планування для питань «что если». В діалоговому вікні **Совмещенные операции** (рис. 2.77) установити як параметр *Формулы* адресу комірки E2, яка містить формулу, за якою розраховується щомісячні фіксовані виплати за отриману позику (розрахунок функції **РМТ**), а у вікні параметру *Столбец ввода* – адресу комірки D2, яка містить значення відсоткової ставки, яка урахована при розрахунку функції **РМТ**. Це означає, що D2 – *Ставка* – є змінною у формулі, яка заміняється обраними значеннями стовпчика. Вікно *Строки ввода* залишається незаповненим, так як одна формула використовується для єдиної змінної.

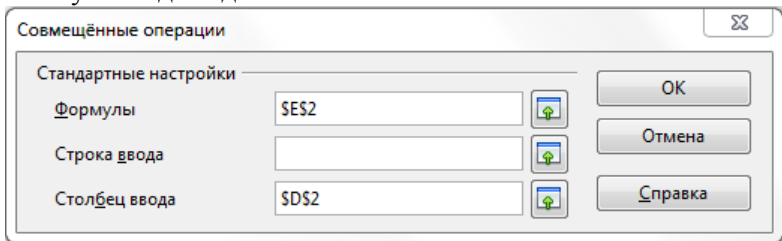


Рис.2.77. Вікно **Совмещенные операции**.

В результаті застосування *Совмещенных операций*, як наприклад у комірці E8 (рис. 2.78), в якості формули для розрахунків застосовується функція

$$=MULTIPLE.OPERATIONS(E\$2;\$D\$2;\$D8),$$

	A	B	C	D	E
1	<i>Остаток</i>	<i>КПЕР</i>	<i>Сумма</i>	<i>Ставка</i>	<i>РМТ</i>
2	0	5	100 000	7%	-1 980,12 грн.
3				4%	-1841,652206
4				5%	-1887,123364
5				6%	-1933,280153
6				7%	-1980,119854
7				8%	-2027,639429
8				9%	-2075,835523
9				10%	-2124,704471

Рис. 2.78. Результат вычислений с использованием совмещенных операций с одной формулой и одной переменной.

в параметрах якої указується, що розрахунки проводяться по формулі в комірці E2, в якості значення змінної D2 використовуємо дані з комірки D8.

З допомогою *Совмещенных операций* для розрахунків з двома змінними можна проаналізувати значення платежів як в залежності від відсоткової ставки, так і від строку позики. Для цього підготуємо майбутню таблицю наступним чином: скопіюємо на новий робочий лист вихідні данні попередньої задачі в діапазоні комірок A1:E2, розрахункову формулу **РМТ** введемо в комірку E2, відсоткові ставки (2%-10%) – в інтервал E3:E11. В інтервал F2:K2 введемо різні строки повернення позики (від 2-х до 7-ми років).

Виділимо діапазон майбутньої таблиці даних E2:K11. Далі використаємося командою **Данные – Совмещенные операции....** У діалоговому вікні **Совмещенные операции** в якості параметру *Стандартных настроек – Формулы* введемо адресу комірки E2, в *Строка ввода* – B2, в *Столбец ввода* – D2, потім натиснемо ОК. Таблиця даних заповниться новими значеннями в діапазоні F3:K11 (рис. 2.79).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Остаток	КЛЕР	Сумма	Ставка	РМТ						
2	0	5	100 000	7%	-1 980,12 грн.	2	3	4	5	6	7
3				Процентные ставки	2%	-4 254,03	-2 864,26	-2 169,51	-1 752,78	-1 475,04	-1 276,74
4					3%	-4 298,12	-2 908,12	-2 213,43	-1 796,87	-1 519,37	-1 321,33
5					4%	-4 342,49	-2 952,40	-2 257,91	-1 841,65	-1 564,52	-1 366,88
6					5%	-4 387,14	-2 997,09	-2 302,93	-1 887,12	-1 610,49	-1 413,39
7					6%	-4 432,06	-3 042,19	-2 348,50	-1 933,28	-1 657,29	-1 460,86
8					7%	-4 477,26	-3 087,71	-2 394,62	-1 980,12	-1 704,90	-1 509,27
9					8%	-4 522,73	-3 133,64	-2 441,29	-2 027,64	-1 753,32	-1 558,62
10					9%	-4 568,47	-3 179,97	-2 488,50	-2 075,84	-1 802,55	-1 608,91
11					10%	-4 614,49	-3 226,72	-2 536,26	-2 124,70	-1 852,58	-1 660,12

Совмещенные операции

Стандартные настройки

Формулы:

Строка ввода:

Столбец ввода:

Рис. 2.79. Результат розрахунків з ви користуванням сучасних операцій з однією формулою та двома змінними.

Окремі результативні значення в таблиці даних неможна редагувати, тому що вони представляють собою масив.

Приклад 3.8. Припустімо, що є декілька різних варіантів отримання прибутку від вкладення грошових коштів у різні банки.

1. Вкласти 400 000 грн. на 3 роки під 8% річних з нарахуванням відсотків щомісяця, без можливості поповнення рахунку.

2. Вкласти 300 000 грн. на 3 роки під 10% річних з нарахуванням відсотків щоквартально, з можливістю поповнення рахунку. Періодичні додаткові вкладення представляють 5 000 грн.

3. Вкласти 400 000 грн. на 4 роки під 7% річних з нарахуванням відсотків щоквартально, без можливості поповнення рахунку.

4. Вкласти 300 000 грн. на 4 роки під 10% річних з нарахуванням відсотків щоквартально, з можливістю поповнення рахунку. Періодичні додаткові вклади становлять 2 000 грн.

Необхідно визначити, який з варіантів буде найбільш вигідним.

Введемо в Calc таблицю з вихідними даними. В числі яких у нас будуть наступні показники: сума вкладу, розмір річної відсоткової ставки, строк вкладу, сума періодичних платежів, кількість нараховань за рік. Заповнимо таблицю даними, що пропонує перший банк (рис. 2.80).

	A	B
1		Банк1
2	Сума вкладу	400 000
3	Відсоткова ставка річна	8%
4	Строк вкладу (років)	3
5	Сума періодичних платежів	
6	Кількість нараховань на рік	12

Рис. 2.80. Таблиця даних.

З цих вихідних даних нам потрібно розрахувати декілька показників: майбутню суму кредиту та прибуток, отриманий від операції. Майбутня сума розраховується за допомогою функції **FV** (рис. 2.81).

Заповнюємо аргументи функції. Ставка річна (*Процент*) ділиться на кількість платежів на рік, *КПЕР* отримаємо в результаті множення кількості років вкладу на кількість нараховань за рік, *Виплата* і *TЗ* задаються зі знаком «мінус», так як припущено тимчасовий відтік грошових коштів у клієнта. Потім розраховується «*Прибуток від вкладення коштів*» відніманням від «*Майбутнє значення вкладу*» «*Суми вкладу*» та «*Суми періодичних платежів*» помноженої на «*Строк вкладу (років)*» и на «*Кількість нараховань на рік*» (рис. 2.82)

Excel interface showing the calculation of the Future Value (FV) function. The formula bar displays: $=FV(B3/B6;B4*B6;-B5;-B2)$.

	A	B	C	D
1		Банк1		
2	Сума вкладу	400 000		
3	Відсоткова ставка річна	8%		
4	Строк вкладу (років)	3		
5	Сума періодичних платежів			
6	Кількість нарахувань на рік	12		
7				
8	Майбутнє значення вкладу	508 094,82 грн.		
9	Прибуток від вкладення коштів			

Master Functions dialog box (Мастер функций):

- Function: FV
- Result of function: 508 094,82 грн.
- Category: Финансовый
- Formula: $=FV(B3/B6;B4*B6;-B5;-B2)$
- Parameters:
 - Процент (Rate): $B3/B6$
 - КПЕР (NPER): $B4*B6$
 - Выплата (PMT): $-B5$
 - ТЗ (FV): $-B2$

Рис. 2.81. Застосування функції **FV** для розрахунку майбутньої суми кредиту.

Excel interface showing the calculation of the Profit (NPV) function. The formula bar displays: $=B8-B2-B5*B4*B6$.

	A	B
1		Банк1
2	Сума вкладу	400 000
3	Відсоткова ставка річна	8%
4	Строк вкладу (років)	3
5	Сума періодичних платежів	
6	Кількість нарахувань на рік	12
7		
8	Майбутнє значення вкладу	508 094,82 грн.
9	Прибуток від вкладення коштів	108 094,82 грн.

Рис. 2.82. Розрахунок прибутку від вкладення коштів.

Таким чином, ми підготували калькулятор для визначення прибутку від вкладення коштів в банки.

Створимо таблицю з вихідними даними, що пропонують різні банками (рис. 2.83).

	A	B	C	D	E
1		Банк1	Банк2	Банк3	Банк4
2	Сума вкладу	400 000	300 000	400 000	300 000
3	Відсоткова ставка річна	8%	10%	7%	10%
4	Строк вкладу (років)	3	3	4	4
5	Сума періодичних платежів		5 000		2 000
6	Кількість нарахувань на рік	12	4	4	4

Рис. 2.83. Вихідні дані для різних банків.

Далі з допомогою операції копіювання створимо підсумкову таблицю-звіт, яка допоможе визначити, який з варіантів буде найбільш вигідним. За результатами можна зробити висновок, що за усіма ймовірностями – це четвертий варіант с прибутком 152 112,14 грн. (рис. 2.84).

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data in the summary table:

	A	B	C	D	E
1		Банк1	Банк2	Банк3	Банк4
2	Сума вкладу	400 000	300 000	400 000	300 000
3	Відсоткова ставка річна	8%	10%	7%	10%
4	Строк вкладу (років)	3	3	4	4
5	Сума періодичних платежів		5 000		2 000
6	Кількість нарахувань на рік	12	4	4	4
7					
8	Майбутнє значення вкладу	508 094,82 грн.	472 444,41 грн.	527 971,74 грн.	484 112,14 грн.
9	Прибуток від вкладення коштів	108 094,82 грн.	112 444,41 грн.	127 971,74 грн.	152 112,14 грн.

The formula bar shows the formula for cell E9: `=E8-E2-E5*E4*E6`.

Рис. 2.84. Підсумкова таблиця-звіт.

2.2.2. Завдання 1-3 для самостійної роботи

Завдання 1

Завдання 1 виконується в процесі освоєння тематики модуля 2, теми 5 у відповідності с послідовності опрацювання даної теми. Всі задачі потрібно розташувати на окремих робочих листах в одній робочій книзі.

Варіант 1

1. Розрахувати при $x \in [-2; 2]$ та побудувати в різних системах координат графіки функцій:

- $y = \sin(x)e^x$;

- $g = \begin{cases} \frac{1+x^2}{\sqrt{1+x^4}}, & x \leq 0; \\ 2x + \frac{\sin^2(x)}{2+x}, & x > 0. \end{cases}$

- $z = \begin{cases} \frac{1+|x|}{\sqrt[3]{1+x+x^2}}, & x \leq -1; \\ 2\ln(1+x^2) + \frac{1+\cos^4(x)}{2+x}, & x \in [-1; 0]; \\ (1+x)^{\frac{3}{5}}, & x \geq 0. \end{cases}$

2. Розрахувати при $x \in [-2; 2]$ і побудувати в єдиній системі координат такі функції

- $y = 2\sin(x)\cos(x)$;

- $z = 3\cos^2(x)\sin(x)$.

3. Побудувати поверхню $z = x^2 - 2y^2$ при $y \in [-1; 1]$.

4. Знайти всі корені рівняння

$$x^3 - 2,92x^2 + 1,4355x + 0,791136 = 0.$$

Варіант 2

1. Розрахувати $x \in [-2; 2]$ і побудувати в різних системах координат такі графіки функцій

- $y = \frac{1+x^2}{1+2x^2}$;

- $g = \begin{cases} 3\sin(x), & x \leq 0; \\ 3\sqrt{1+x^2}, & x > 0. \end{cases}$
- $z = \begin{cases} \frac{1+x}{\sqrt[3]{1+x^2}}, & x \leq 0; \\ -x + 2e^{-2x}, & x \in (0;1); \\ |2-x|^{\frac{1}{3}}, & x \geq 1. \end{cases}$

2. Розрахувати при $x \in [-2;2]$ і побудувати в одній системі координат такі графіки функцій

- $y = 2\sin(\pi x) - 3\cos(\pi x)$;
- $z = \cos^2(2\pi x) - 2\sin(\pi x)$.

3. Побудувати поверхню $z = 3x^2 - 2\sin^2(y) \cdot y^2$ при $x, y \in [-1; 1]$.

4. Знайти всі корені рівняння

$$x^3 - 2,56x^2 - 1,3251x + 4,395006 = 0.$$

Варіант 3

1. Розрахувати при $x \in [-2;2]$ і побудувати в різних системах координат такі графіки функцій.

- $y = \frac{2 + \sin^2(x)}{1 + x^2}$;
- $g = \begin{cases} \frac{3x^2}{1+x^2}, & x \leq 0; \\ \sqrt{1 + \frac{2x}{1+x^2}}, & x > 0. \end{cases}$
- $z = \begin{cases} 3x + \sqrt{1+x^2}, & x < 0; \\ 2\cos(x) \cdot e^{-2x}, & x \in [0; 1]; \\ 2\sin(3x), & x > 1. \end{cases}$

2. Розрахувати при $x \in [-2; 2]$ і побудувати в одній системі координат такі графіки функцій.

- $y = 5 \sin(\pi x) - \cos(3\pi x) \sin(\pi x)$;
- $z = \cos(2\pi x) - 2 \sin^3(\pi x)$.

3. Побудувати поверхню $z = 5x^2 \cos^2(y) - 2y^2 e^y$ при $x, y \in [-1; 1]$.

4. Знайти всі корені рівняння

$$x^3 + 2,84x^2 - 5,6064x - 14,766336.$$

Варіант 4

1. Розрахувати при $x \in [-1,5; 1,5]$ і побудувати в різних системах координат

- $y = \frac{1 + \cos(x)}{1 + e^{2x}}$.
- $g = \begin{cases} \frac{3 + \sin^2(2x)}{1 + \cos^2(x)}, & x \leq 0; \\ 2\sqrt{1 + 2x}, & x > 0. \end{cases}$
- $z = \begin{cases} \sqrt{1 + \frac{x^2}{1 + x^2}}, & x < 0; \\ 2\cos^2(x), & x \in [0; 1]; \\ \sqrt{1 + |2\sin(3x)|^{\frac{1}{3}}}, & x > 1. \end{cases}$

2. Розрахувати при $x \in [-2; 2]$ та побудувати в одній системі координат

- $y = 3 \sin(2\pi x) \cos(\pi x) - \cos^2(3\pi x)$;
- $z = 2 \cos^2(2\pi x) - 3 \sin(3\pi x)$.

3. Побудувати поверхню при $x, y \in [-1; 1]$.

$$z = \begin{cases} 2x^2 - e^y, & |x + y| < 0; \\ xe^{2x} - y, & 0,5 \leq |x + y| < 1; \\ 2e^x - ye^y, & 1 \leq |x + y|. \end{cases}$$

4. Знайти всі корені рівняння

$$x^3 + 1,41x^2 - 5,472x - 7,380384 = 0.$$

Варіант 5

1. Розрахувати при $x \in [-1,8; 1,8]$ та побудувати в різних системах координат

- $y = \sqrt[4]{1 + e^{3x}}$;

- $g = \begin{cases} \frac{3 + \sin(x)}{1 + x^2}, & x \leq 0; \\ 2x^2 \cos^2(x), & x > 0. \end{cases}$

- $z = \begin{cases} |x|^{\frac{1}{3}}, & x < 0; \\ -2x + \frac{x}{1+x}, & x \in [0; 1]; \\ \frac{|3-x|}{1+x}, & x \geq 1. \end{cases}$

2. Розрахувати при $x \in [0; 3]$ та побудувати в одній системі координат

- $y = 2\sin(\pi x)\cos(\pi x)$;

- $z = \cos^2(\pi x)\sin(3\pi x)$.

3. Побудувати поверхню $z = 2x^2 \cos^2(x) - 2y^2$ при $x, y \in [-1; 1]$.

4. Знайти всі корені рівняння

$$x^3 + 0,85x^2 - 0,4317x + 0,043911 = 0.$$

Варіант 6

1. Розрахувати при $x \in [-2; 1,8]$ і побудувати в різних системах координат

- $y = \frac{2+3x}{1+x+x^2}$;

- $g = \begin{cases} \sqrt{1+2x^2 - \sin^2(x)} & x \leq 0; \\ \frac{2+x}{\sqrt[3]{2+e^{-0,1x}}} & x > 0. \end{cases}$

- $z = \begin{cases} \frac{1+x}{1+x^{2x}}, & x < 0; \\ \sqrt{1+\frac{x}{1+x}}, & x \in [0; 1]; \\ 2|\sin(3x)|, & x \geq 1. \end{cases}$

2. Розрахувати при $x \in [-3; 0]$ та побудувати в одній системі координат

- $y = 3\sin(3\pi x)\cos(2\pi x)$;

- $z = \cos^3(4\pi x)\sin(\pi x)$.

3. Побудувати поверхню $z = 2e^{0,2x}x^2 - 2y^4$ при $x, y \in [-1; 1]$.

4. Знайти всі корені рівняння

$$x^3 - 0,12x^2 - 1,4775x + 0,191906 = 0.$$

Варіант 7

1. Розрахувати при $x \in [-1,7; 1,5]$ і побудувати в різних системах координат

- $y = \frac{1+x}{1+\sqrt{2+x+x^2}}$;

- $g = \begin{cases} \sqrt{1+x^2}, & x \leq 0; \\ \frac{1+x}{1+\sqrt[3]{1+e^{-0,2x}}}, & x > 0. \end{cases}$
- $z = \begin{cases} \frac{1+x+x^2}{1+x^2} & x < 0; \\ \sqrt{1+\frac{2x}{1+x^2}} & x \in [0; 1]; \\ 2|0,5 + \sin(x)| & x \geq 1. \end{cases}$

2. Розрахувати при $x \in [-3; 0]$ і побудувати в одній системі координат

- $y = 2 \sin(2\pi x) \cos(4\pi x)$;
- $z = \cos^2(3\pi x) - \cos(\pi x) \sin(\pi x)$.

3. Побудувати поверхню $z = x^2 - 2e^{0,2y} y^2$ при $x, y \in [-1,5; 1,8]$.

4. Знайти всі корені рівняння

$$x^3 + 0,77x^2 - 0,2513x + 0,016995 = 0.$$

Варіант 8

1. Розрахувати при $x \in [-1,5; 1,8]$ і побудувати в різних системах координат

- $y = \frac{1 + xe^{-x}}{2 + \sqrt{x^2 + \sin^2(x)}}$;
- $g = \begin{cases} \sqrt{1+|x|}, & x \leq 0; \\ \frac{1+3x}{2+\sqrt[3]{1+x}}, & x > 0. \end{cases}$

$$\bullet \quad z = \begin{cases} 1 + \frac{3+x}{1+x^2} & x < 0; \\ \sqrt{1+(1-x^2)} & x \in [0; 1]; \\ \frac{1+x}{1+\cos^2(x)} & x > 1. \end{cases}$$

2. Розрахувати при $x \in [0; 2]$ і побудувати в одній системі координат

- $y = \sin(3\pi x) + 2\sin(2\pi x)\cos(3\pi x)$;
- $z = \cos(\pi x) - \cos(3\pi x)\sin^2(\pi x)$.

3. Побудувати поверхню при $x, y \in [-1; 1]$

$$z = \begin{cases} x - e^{2y}, & |x| + |y| < 0,5; \\ 2x^2 - e^y, & 0,5 \leq |x| + |y| < 1; \\ e^{2x} - y, & 1 \leq |x| + |y|. \end{cases}$$

4. Знайти всі корені рівняння

$$x^3 + 0,88x^2 - 0,3999x + 0,037638 = 0 /$$

Варіант 9

1. Розрахувати при $x \in [-1,5; 1,8]$ і побудувати в різних системах координат

- $y = \frac{1+e^{-x}}{2+x^2} \sin^2(x)$;
- $g = \begin{cases} \frac{\sqrt{1+|x|}}{2+|x|}, & x \leq 0; \\ \frac{1+x}{2+\cos^3(x)}, & x > 0; \end{cases}$

$$\bullet \quad z = \begin{cases} \frac{1+2x}{1+x^2}, & x < 0; \\ \sin^2(x)\sqrt{1+x}, & x \in [0;1]; \\ \sin^2(x)e^{0,2x}, & x \geq 0. \end{cases}$$

2. Розрахувати при $x \in [0; 2]$ і побудувати в одній системі координат такі функції

- $y = \cos(3\pi x)\sin(\pi x) + 2\sin(3\pi x)\cos(2\pi x)$;
- $z = \cos^2(\pi x) - \cos(3\pi x)$.

3. Побудувати поверхню $x, y \in [-1; 1]$

$$z = \begin{cases} x^2 - 3y^3, & x^2 + y^2 \leq 1; \\ 3x^2 - y^3, & x^2 + y^2 > 1. \end{cases}$$

4. Знайти всі корені рівняння

$$x^3 + 0,78x^2 - 0,8269x + 0,146718 = 0.$$

Варіант 10

1. Розрахувати при $x \in [-1,4; 1,4]$ і побудувати в різних системах координат такі функції

- $y = \frac{1+x}{1 + \sqrt{|x|e^{-x} + |\sin(x)|}}$;
- $g = \begin{cases} \sqrt[3]{1+x^2}, & x \leq 0; \\ \sin^2(x) + \frac{1+x}{1 + \cos^2(x)}, & x > 0; \end{cases}$
- $z = \begin{cases} \frac{|x|}{1+x^2}e^{-2x}, & x < 0; \\ \sqrt{1+x^2}, & x \in [0;1]; \\ \frac{1 + \sin(x)}{1+x} + 3x, & x \geq 1, \end{cases}$

2. Розрахувати при $x \in [0; 2]$ і побудувати в одній системі координат такі функції

- $y = 2 \sin(2\pi x) \cos(\pi x) + \sin(3\pi x)$;
- $z = \cos(2\pi x) \sin^2(\pi x) - \cos(4\pi x)$.

3. Побудувати поверхню $z = 3x^2 \sin^2(x) - 5e^{2y}$ при $x, y \in [-1; 1]$.

4. Знайти всі корені рівняння

$$x^3 + 2,28x^2 - 1,9347x - 3,907574 = 0.$$

Завдання 2

Варіант 1

1. Вирішити систему лінійних рівнянь $AX = B$, $A^3 X = B$, і розрахувати значення квадратичної форми $z = Y^T A^T A^2 Y$, де

$$A = \begin{pmatrix} 9 & 5 & 4 & 7 \\ 4 & 6 & 8 & 7 \\ 5 & 8 & 7 & 6 \\ 5 & 6 & 8 & 7 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0 \\ 6 \\ 3 \\ 7 \end{pmatrix}, \quad Y = \begin{pmatrix} 2 \\ 6 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix}.$$

2. Вирахувати

$$s = \frac{2 \sum_{i=1}^n x_i y_i + \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m b_{ij} \right)^2}{3 + \sum_{i=1}^n x_i},$$

де x, y — вектори з n компонентів, b — матриця розмірності $m \times m$, причому, $n=4$, $m=2$ и

$$x = (3 \ 1 \ 2 \ 3), \quad y = (1 \ 7 \ 3 \ 3) \quad \text{и} \quad b = \begin{pmatrix} 4 & 1 \\ 2 & 5 \end{pmatrix}.$$

Варіант 2

1. Вирішити систему лінійних рівнянь $AX = B$, $A^2 A^T X = B$, і розрахувати значення квадратичної форми $z = Y^T A^3 Y$, де

$$A = \begin{pmatrix} 9 & 5 & 3 & 8 \\ 4 & 6 & 7 & 4 \\ 2 & 3 & 5 & 3 \\ 4 & 8 & 3 & 7 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \\ 4 \\ 2 \end{pmatrix}, Y = \begin{pmatrix} 3 \\ 5 \\ 1 \\ 3 \end{pmatrix}.$$

2. Вирахувати

$$s = \frac{2 \sum_{i=1}^m a_i + \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} \right)}{\left(1 + \sum_{i=1}^m a_i \right) \left(1 + \sum_{i=1}^m a_i^2 \right)},$$

де a — вектор з m компонентів, c — матриця розмірності $n \times n$, причому, $n=3$, $m=4$ и

$$a = (3 \quad 1 \quad 2 \quad 3), c = \begin{pmatrix} 2 & 2 & 4 \\ 2 & 4 & 6 \\ 2 & 5 & 3 \end{pmatrix}.$$

Варіант 3

1. Вирішити систему лінійних рівнянь $AX = B$, $AA^T AX = B$, і розрахувати значення квадратичної форми $z = Y^T A^T A^3 Y$, де

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 2 & 5 \\ 4 & 4 & 5 & 3 \\ 1 & 2 & 6 & 8 \\ 3 & 7 & 3 & 2 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 3 \\ 8 \\ 1 \\ 7 \end{pmatrix}, Y = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 5 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

2. Вирахувати

$$s = \frac{\sum_{i=1}^n x_i + 2 \sum_{i=1}^n y_i^2 + 5 \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m b_{ij} \right)}{3 + \sum_{i=1}^n y_i},$$

де x , y — вектори з n компонентів, b — матриця розмірності $m \times m$, причому, $n=4$, $m=2$ и

$$x = (1 \ 2 \ 7 \ 4), \ y = (1 \ 7 \ 2 \ 3), \ b = \begin{pmatrix} 4 & 1 \\ 2 & 5 \end{pmatrix}.$$

Варіант 4

1. Вирішити систему лінійних рівнянь $AX = B$, $A^2 A^T AX = B$, і розрахувати значення квадратичної форми $z = Y^T A^T AA^T Y$, де

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 5 & 2 \\ 5 & 2 & 7 & 5 \\ 4 & 2 & 1 & 7 \\ 7 & 5 & 4 & 1 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \\ 3 \\ 2 \end{pmatrix}, \quad Y = \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \\ 2 \\ 2 \end{pmatrix}.$$

2. Вирахувати

$$s = 3 \sum_{i=1}^m a_i^2 + 7 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} - \left(1 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} \right)^2,$$

де a — вектор з m компонентів, c — матриця розмірності $n \times n$, причому, $n=3$, $m=4$ и

$$a = (3 \ 1 \ 2 \ 3), \quad c = \begin{pmatrix} 2 & 2 & 4 \\ 2 & 4 & 6 \\ 2 & 5 & 3 \end{pmatrix}.$$

Варіант 5

1. Вирішити систему лінійних рівнянь $AX = B$, $AA^T A^2 X = B$, і розрахувати значення квадратичної форми $z = Y^T A^3 A^T Y$, де

$$A = \begin{pmatrix} 9 & 6 & 3 & 8 \\ 4 & 6 & 7 & 4 \\ 2 & 3 & 5 & 3 \\ 4 & 8 & 3 & 7 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \\ 4 \\ 2 \end{pmatrix}, \quad Y = \begin{pmatrix} 3 \\ 5 \\ 1 \\ 3 \end{pmatrix}.$$

2. Вирахувати

$$s = \sum_{i=1}^n x_i + 2 \sum_{i=1}^n y_i^2 + \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m b_{ij} \right) \left(2 + \sum_{i=1}^n x_i \right) - 2 \left(1 + \sum_{i=1}^n x_i y_i \right),$$

де x, y — вектор з n компонентів, b — матриця розмірності $m \times m$, причому, $n=4, m=2$ и

$$x=(1 \ 2 \ 7 \ 4), y=(1 \ 7 \ 2 \ 3), b=\begin{pmatrix} 4 & 1 \\ 2 & 5 \end{pmatrix}.$$

Варіант 6

1 Вирішити систему лінійних рівнянь $AX = B, A^3 A^T X = B$, і розрахувати значення квадратичної форми $z = Y^T A^2 A^T Y$, де

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 4 & 7 & 4 \\ 4 & 1 & 6 & 2 \\ 8 & 3 & 6 & 7 \\ 6 & 3 & 5 & 7 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \\ 3 \\ 1 \end{pmatrix}, Y = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ 4 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

2. Вирахувати

$$s = \left(\sum_{i=1}^m a_i \right)^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij}^2 - \left(3 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} \right) \left(1 + \sum_{i=1}^m a_i^2 \right),$$

де a — вектор із m компонентів, c — матриця розмірності $n \times n$, причому, $n=3, m=4$ и

$$a = (3 \ 3 \ 1 \ 3), c = \begin{pmatrix} 2 & 2 & 4 \\ 2 & 4 & 6 \\ 2 & 5 & 3 \end{pmatrix}.$$

Варіант 7

1. Вирішити систему лінійних рівнянь $AX = B, A^T A^3 X = B$, і розрахувати значення квадратичної форми $z = Y^T A A^T A^2 Y$, де

$$A = \begin{pmatrix} 3 & 3 & 4 & 5 \\ 2 & 6 & 4 & 6 \\ 3 & 4 & 5 & 5 \\ 1 & 9 & 3 & 6 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 1 \\ 4 \\ 0 \\ 3 \end{pmatrix}, Y = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \\ 2 \end{pmatrix}.$$

2. Вирахувати

$$s = \left(2 \sum_{i=1}^n x_i + \sum_{i=1}^n x_i y_i \right) \left(2 - \sum_{i=1}^n x_i \right) + 3 + \sum_{i=1}^n x_i^2,$$

де x, y — вектори з n компонентів, причому, $n=4$, и

$$x = (1 \ 2 \ 7 \ 4), \quad y = (1 \ 7 \ 2 \ 3).$$

Варіант 8

1. Вирішити систему лінійних рівнянь $AX = B$, $AA^T A^2 X = B$, і розрахувати значення квадратичної форми $z = Y^T A^2 A^T A Y$, де

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 5 & 2 \\ 5 & 2 & 2 & 6 \\ 2 & 2 & 1 & 2 \\ 1 & 3 & 3 & 1 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \\ 0 \\ 2 \end{pmatrix}, \quad Y = \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

2. Вирахувати

$$s = \left(1 + \sum_{i=1}^m a_i \right)^2 \left(1 + \sum_{i=1}^m a_i^2 \right) - \left(1 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} \right) \left(1 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij}^2 \right),$$

де a — вектори з m компонентів, c — матриця розмірності $n \times n$, причому, $n=3$, $m=4$ и

$$a = (1 \ 4 \ 1 \ 3), \quad c = \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 2 \end{pmatrix}.$$

Варіант 9

1. Вирішити систему лінійних рівнянь $AX = B$, $A^T AA^T X = B$, і розрахувати значення квадратичної форми $z = Y^T AA^T AA^T Y$, де

$$A = \begin{pmatrix} 7 & 6 & 2 & 7 \\ 4 & 9 & 5 & 5 \\ 2 & 3 & 4 & 9 \\ 1 & 5 & 6 & 9 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 2 \\ 3 \\ 0 \\ 2 \end{pmatrix}, \quad Y = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 3 \\ 3 \end{pmatrix}.$$

2. Вирахувати

$$s = \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 + 5 \sum_{i=1}^n x_i y_i \right) \left(1 + \sum_{i=1}^n x_i + \sum_{i=1}^n y_i \right) - 3 + \sum_{i=1}^n x_i^2,$$

де x, y — вектори з n компонентів, причому, $n=4$, и

$$x = (7 \ 5 \ 7 \ 4), \quad y = (2 \ 4 \ 2 \ 3).$$

Варіант 10

1. Вирішити систему лінійних рівнянь $AX = B$, $A^2 A^T AX = B$, і розрахувати значення квадратичної форми $z = Y^T AA^T AA^T Y$, где

$$A = \begin{pmatrix} 3 & 6 & 5 & 7 \\ 4 & 6 & 3 & 5 \\ 2 & 3 & 2 & 6 \\ 2 & 4 & 3 & 6 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 3 \\ 0 \\ 4 \\ 3 \end{pmatrix}, \quad Y = \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

2. Вирахувати

$$s = \left(1 + \sum_{i=1}^m a_i \right)^2 \left(1 + \sum_{i=1}^n \sum_{i=1}^n c_{ij}^2 \right) - 1 - \sum_{i=1}^m a_i^2 + 4 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij},$$

де a — вектор з m компонентів, c — матриця розмірності $n \times n$, причому, $n=3$, $m=4$ и

$$a = (2 \ 1 \ 1 \ 3), \quad c = \begin{pmatrix} 5 & 2 & 4 \\ 1 & 4 & 2 \\ 7 & 3 & 5 \end{pmatrix}.$$

Завдання 3

1. Вирахувати n -річну іпотечну позику купівлі квартири за P грн. з річною ставкою i % і початковим внеском A %. Зробити розрахунок для щомісячних та щорічних виплат для вихідних даних, представлених в наступній таблиці.

Варіант	n	P	i	A
1	7	170000	5	10
2	8	200000	6	10
3	9	220000	7	15
4	10	300000	8	15
5	11	350000	9	30
6	7	210000	10	30
7	8	250000	11	25
8	9	310000	12	25
9	10	320000	13	20
10	11	360000	14	20

2. Вас просять надати в борг P грн. і обіцяють повертати по A грн. на протязі n років. За якої річної ставки ця угода має сенс?

Варіант	n	P	A
1	7	220000	33000
2	9	300000	34000
3	7	350000	41000
4	7	210000	32000
5	5	250000	37000
6	7	310000	40000
7	9	320000	35000
8	9	360000	41000
9	11	380000	39000
10	11	410000	40000

3. Обчислити виплати за відсотками за перший місяць для n -річної позики P грн. із розрахунку i % річних.

Варіант	n	P	i
1	7	170000	5
2	8	200000	6
3	9	220000	7
4	10	300000	8
5	11	350000	9
6	7	210000	10
7	8	250000	11
8	9	310000	12
9	10	320000	13
10	11	360000	14

4. За умовами задачі 3 необхідно визначити величину платежу в погашенні основної суми.

5.a. Розрахувати яку суму кредиту можна взяти під $i\%$ річних щомісячним нарахуванням відсотків у кінці періоду (постнумерандо), якщо виплачувати на протязі n років з періодичним платежем в A грн. и у підсумку готові сплатити P_0 грн.

Варіант	n	P_0	A	i
1	7	170000	200	5
2	8	200000	300	6
3	9	220000	350	7
4	10	300000	400	8
5	11	350000	420	9
6	7	210000	480	10
7	8	250000	500	11
8	9	310000	530	12
9	10	320000	550	13
10	11	360000	600	14

5.б. Проаналізувати можливе збільшення суми кредити за рахунок зміни відсоткової ставки, строку кредитування або періодичного платежу.

6. Одночасно зроблений вклад P грн. на строк n років з річною ставкою $i\%$ і отримані три позики на різних умовах. Позика 1 роз-

міром P_1 грн. з річною ставкою $i_1\%$ та щомісячним нарахуванням відсотків за позикою; позика 2 розміром P_2 грн. з річною ставкою $i_2\%$ та щоквартальним нарахуванням відсотків за позикою; позика 3 розміром P_3 грн. з річною ставкою $i_3\%$ нарахуванням відсотків за позикою за півріччя. Розрахувати фінансовий результат операції, її вигідність (без урахування інфляції).

Варіант	n	P	P_1	P_2	P_3	i	i_1	i_2	i_2
1	7	170 000	10 000	25 000	20 000	5	10	12	8
2	8	200 000	15 000	30 000	10 000	6	12	10	5
3	9	220 000	20 000	35 000	8 000	7	14	11	9
4	10	300 000	350 000	37 000	5 000	8	11	9	14
5	11	350 000	30 000	41 000	50 000	9	6	7	11
6	7	210 000	40 000	45 000	12 000	10	9	6	12
7	8	250 000	450 000	50 000	2 000	11	5	4	10
8	9	310 000	50 000	40 000	3 000	12	13	5	14
9	10	320 000	55 000	60 000	7 000	13	8	14	13
10	11	360 000	650 000	10 000	50 000	14	7	13	6

7. Розрахувати розмір щомісячних фіксованих виплат за отриману позику, виходячи з розміру річної відсоткової ставки $i\%$, терміну позики t років і розміру позики P грн.

Варіант	P	i	t
1	200000	8	2
2	220000	11	3
3	300000	7	9
4	350000	5	10
5	210000	9	4
6	250000	10	7
7	310000	6	8
8	170000	12	5
9	360000	13	6
10	320000	14	11

8. Припустімо, що є декілька різних варіантів отримання прибутку від вкладення грошових коштів у різні банки.

1. Вкласти P_1 грн. на t_1 роки під $i_1\%$ річних з нарахуванням відсотків щомісяця, без можливості поповнення рахунку.

2. Вкласти P_2 грн. на t_1 роки під $i_2\%$ річних з нарахуванням відсотків щоквартально, з можливістю поповнення рахунку. Періодичні додаткові вкладення представляють A_1 грн.

3. Вкласти P_1 грн. на t_2 роки під $i_3\%$ річних з нарахуванням відсотків щоквартально, без можливості поповнення рахунку.

4. Вкласти P_2 грн. на t_2 роки під $i_4\%$ річних з нарахуванням відсотків щоквартально, з можливістю поповнення рахунку. Періодичні додаткові вклади становлять A_2 грн.

Необхідно визначити, який з варіантів буде найбільш вигідним.

Варіант	P_1	P_2	A_1	A_2	t_1	t_2	i_1	i_2	i_3	i_4
1	350000	410000	3000	4000	3	4	8	11	9	11
2	400000	380000	2000	3000	4	3	7	10	12	8
3	500000	520000	5000	3000	5	4	9	14	14	10
4	600000	630000	4000	4800	6	5	6	12	8	12
5	700000	680000	3000	4300	5	6	7	10	12	7
6	350000	410000	2000	5000	8	7	8	11	8	12
7	360000	350000	6000	3000	7	8	9	13	8	14
8	410000	420000	4000	2000	9	10	10	8	10	9
9	520000	510000	5000	3000	4	5	4	12	5	9
10	760000	750000	3000	4700	6	5	6	11	9	10

2.3. Електронна таблиця Gnumeric

2.3.1. Лінійна оптимізація.

Оптимізація як загальна задача лінійного програмування

Нехай ϵ функція, яка називається цільовою, вона лінійно залежить від деяких змінних (факторів):

$$z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \rightarrow \max (\min). \quad (2.1)$$

В даному випадку x – вектор невідомих (значень факторів).

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_n). \quad (2.2)$$

Значення невідомих знаходяться з системи m лінійних обмежень, яка може містити як рівняння, так и нерівності:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1, \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2, \\ \dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m. \end{cases} \quad (2.3)$$

При цьому вводиться додаткова умова невід'ємності значень змінних:

$$x_j \geq 0, \quad j = \overline{1, n}. \quad (2.4)$$

Задача (2.1)-(2.4) називається *основною* (або *стандартною*) *задачею лінійного програмування*. Невід'ємний розв'язок системи (2.3), тобто вектор x , називається *допустимим планом задачі*. Допустимий план x^* називається оптимальним планом задачі максимізації (мінімізації), якщо для нього функціонал (2.1) приймає максимальні (мінімальні) значення. Таким чином, оскільки рішення задачі лінійного програмування зводиться до знаходження оптимального плану і обчисленню максимального (мінімального) значення цільової функції, такі завдання також називають завданнями лінійної оптимізації.

Запишемо задачу (2.1)-(2.4) в матричній формі, враховуючи:

$$C = (c_1, c_2, \dots, c_n); A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}; X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix}; B = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_m \end{pmatrix},$$

де C – матриця-рядок, A – матриця системи обмежувальних рівнянь, X – матриця-стовпчик змінних, B – матриця-стовпчик

вільних членів. В *матричній* формі задача лінійного програмування приймає наступний вигляд:

$$z = Cx \rightarrow \max (\min),$$

$$\begin{cases} Ax = B, \\ x \geq 0. \end{cases} \quad (2.5)$$

В сучасних офісних електронних таблицях для розв'язку подібних задач є модуль **Solver (Поиск решения)**. Далі розглянемо приклад розв'язку задачі лінійної оптимізації у вільному табличному процесорі, Gnumeric.

Приклад розв'язку оптимізаційної задачі

Постановка задачі: необхідно визначити структуру посівів озимої пшениці, кукурудзи і цукрових буряків, щоб прибуток від реалізації продукції був максимальним при таких умовах: загальна площа посівів не перевищує 1 600 га, запаси добрив – 4 600 ц д.р., трудові ресурси – 21 000 чол.-дні.

Нормативи витрат праці, добрив і розмір прибутку в розрахунку на 1 га посівів наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2. *Нормативи витрат праці, добрив і розмір прибутку в розрахунку на 1 га посівів*

Параметри		Культури		
		озима пшениця	кукурудза	сахарний буряк
Коефіцієнти при шуканих невідомих в лівих частинах обмежень і цільової функції	Посівна площа, га	1	1	1
	Добрива, ц д.р.	2,4	3	4
	Трудові ресурси, чол.-дні	6	12	30
	Прибуток, грош. од.	140	104	280

Розв'язок: Запишемо *математичну модель задачі*

Найти максимум цільової функції:

$$C = (c_1, c_2, c_3) = 140x_1 + 104x_2 + 280x_3,$$

де змінні x_1, x_2, x_3 – площі посівів кожної з культур.

При наступних обмеженнях:

1) $x_1 + x_2 + x_3 \leq 1600$ – сума площ не повинна перевищувати загальну площу;

2) $2,4x_1 + 3x_2 + 4x_3 \leq 4600$ – внесені добрива не перевищують запасів;

3) $6x_1 + 12x_2 + 30x_3 \leq 21000$ – обмеження по трудовим ресурсам;

4) $x_1, x_2, x_3 \geq 0$ – площі посівів - величини позитивні.

Отже, математична модель задачі наступна:

$$\begin{aligned}
 C &= 140x_1 + 104x_2 + 280x_3 \rightarrow \max \\
 x_1 + x_2 + x_3 &\leq 1600, \\
 2,4x_1 + 3x_2 + 4x_3 &\leq 4600, \\
 6x_1 + 12x_2 + 30x_3 &\leq 21000, \\
 x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 &\geq 0.
 \end{aligned} \tag{2.6}$$

Задача в матричному вигляді:

$$C = (140; 104; 280) \tag{2.7}$$

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2,4 & 3 & 4 \\ 6 & 12 & 30 \end{pmatrix}; B = \begin{pmatrix} 1600 \\ 4600 \\ 21000 \end{pmatrix}. \tag{2.8}$$

Пошук розв'язку оптимізаційної задачі здійснюється з допомогою симплекс-метода за наступною послідовністю дій.

1. Ввести дані так, як показано на рис. 2.85. У нашій задачі вектор $x = (x_1, x_2, x_3)$ розташований в чарунках C4; D4; E4, це можна записати одним діапазоном C4:E4 (тут символ «:» означає перелічення усіх чарунок у вказаному проміжку). Матриця A розташована в діапазоні C5:E7, вектор C — в діапазоні C8:E8.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Параметри	Культури			Ліві частини обмежень і цільової функції		Знак відношення	Праві частини обмежень (ресурси підприємства)
2		озима пшениця	кукурудза	сахарний буряк	(a11x1+a12x2+a13x3)			
3		x1	x2	x3				
4	Шукані площі посівів					=sumproduct(C#3:E#3; C4:E4)		
5	Коефіцієнти при шуканих невідомих в лівій частині обмежень і цільової функції	Посевна площа	1	1	1		<=	1600
6		Добрива	2,4	3	4		<=	4600
7		Трудові ресурси	6	12	30		<=	21000
8		Прибуток	140	104	280			→

Чарунки, що змінюються

Цільова функція

Рис. 2.85. Вхідні дані задачі.

2. Ліві частини обмежень і цільова функція представляють собою суму добутку матриці A (2.8) на вектор X і вектора C (2.7) на вектор

X відповідно, їх вводять в чарунки F5:F8. В Gnumeric для суми добутку векторів використовується функція `sumproduct`. Щоб вказати ліві частини обмежень потрібно.

2.1. Установити курсор в чарунку F5.

2.2. Виконати команду *Вставка – Функція – Категорія математические* (или *все функции*) – *Функція – sumproduct* (рис. 2.86), де в першому полі *Любой* ввести діапазон чарунок C4:E4 і натиснути клавішу *F4*, щоб зробити цю адресу абсолютною (з’являються знаки «\$» біля імені стовпчика та номера рядка в адресах чарунок); у другому полі *Любой* ввести відповідно C5:E5 та натиснути кнопку *OK* (рис. 2.87).

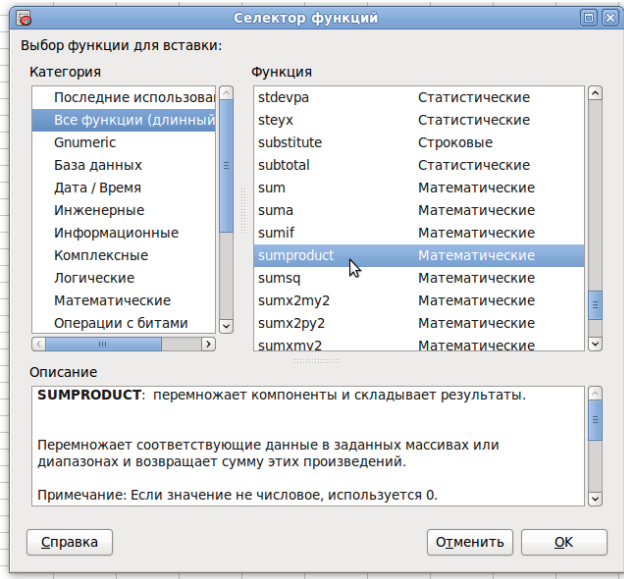


Рис. 2.86. Вибір функції `sumproduct` у вікні **Селектор функции**.

2.3. Скопіювати отриману формулу в чарунці F5 на весь діапазон чарунок F6:F8. Якщо включити режим перегляду формул натиском клавіш *Ctrl+~*, то в результати копіювання, чарунки F5:F8 будуть мати вміст як на рис. 2.88. Отже, ми отримали ліву частину першого обмеження задачі (2.6). Права частина обмежень, тобто вільні члени, знаходяться в діапазоні H5:H8.

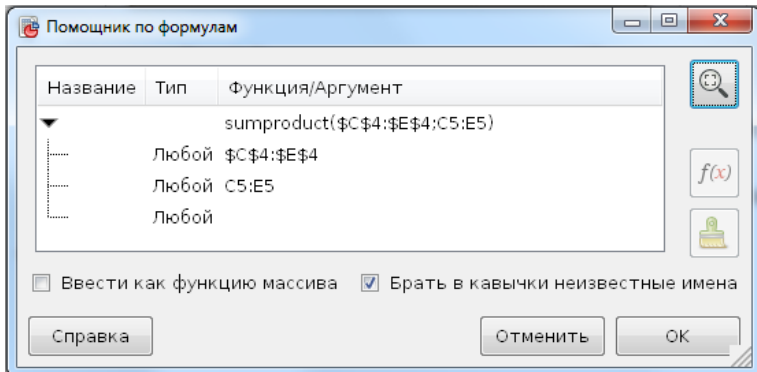


Рис. 2.87. Введення аргументів функції sumproduct у вікні **Помощник по формулам**.

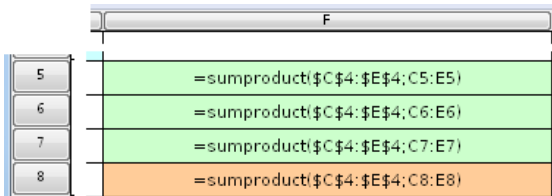


Рис. 2.88. Результат копіювання формули в діапазоні F5:F8.

3. Встановити курсор в чарунку F8 – цільова функція; вибрати команду *Сервис – Решение...*; у вікні **Solver/Поиск решения** на вкладці *Параметры* заповнити поля так, як вказано на рис. 2.89.

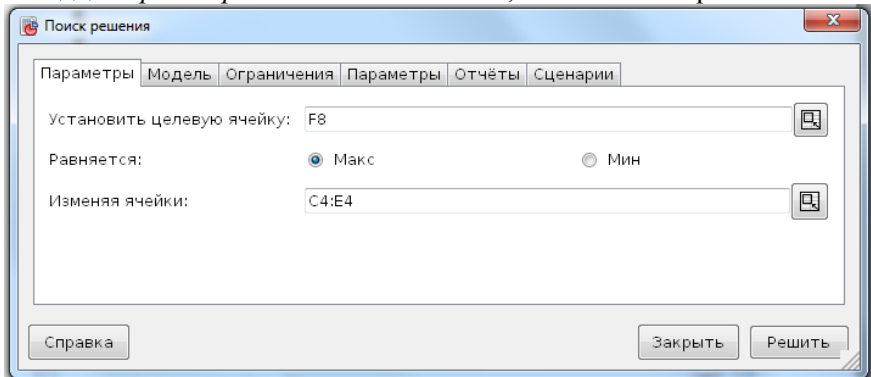


Рис. 2.89. Вікно **Solver/Поиск решения**, вкладка *Параметры*.

4. Заповнити обмеження так, як вказано на рис. 2.90. Після вводу кожного обмеження потрібно натиснути кнопку *Добавить*.

5. Активувати вкладку *Отчеты*. поставити прапорці для формування звітів: *ответ, чувствительность, пределы, производительность и программа*.

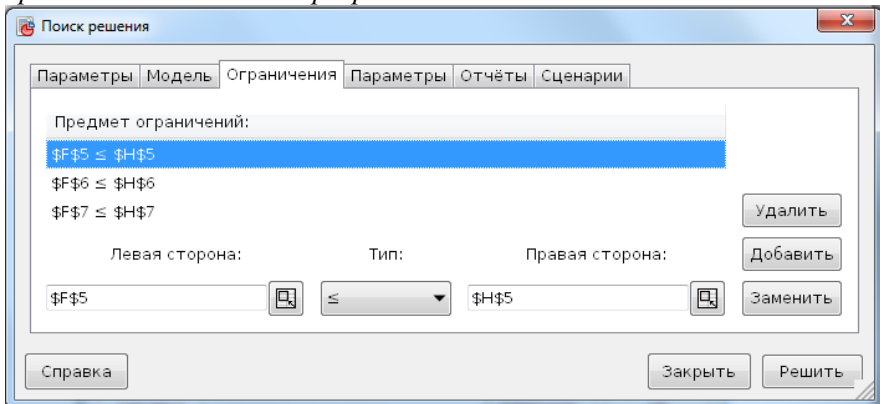


Рис. 2.90. Введення обмежень.

2.5. У вікні **Solver / Поиск решения** натиснути кнопку *Решить*. Якщо результати Вас задовольняють, у вікні **Running Solver** (рис. 2.91) натиснути кнопку *OK*.

На рис. 2.92 бачимо результати виконання завдання. Відповідно до отриманого оптимального рішення площа озимої пшениці становить 1 125 га, площа кукурудзи – 0 га, площа цукрових буряків – 475 га, прибуток – 290 500 грош. од. Посівна площа дорівнює 1 600 га і знайдена по верхній межі. вона використовується повністю. Те ж можна сказати і про виконання обмежень по мінеральних добривах і трудових ресурсів, які за оптимальним розв’язком дорівнюватимуть 4 600 ц д. р. і 21 000 чол.-днів відповідно.

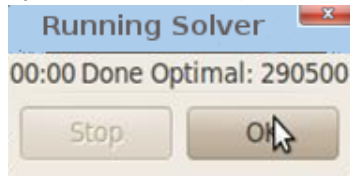


Рис. 2.91. Результати Поиска решения у вікні **Running Solve**.

Проаналізуємо звіти, що згенеровані модулем **Solver / Поиск решения**. *Итоговый отчет* (рис. 2.93) виводить оптимальні значення цільової функції (рис. 2.93, 1) змінних (рис. 2.93, 2), формули за якими обчислюється права частина обмежень (рис. 2.93, 3) і їх значення (рис. 2.93, 4).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Параметри		Культури			Лві частини обмежень і цільової функції (=11*x1+12*x2+a13*x3)	Знак відношення	Праві частини обмежень (ресурси підприємства)
2			озима пшениця	кукурудза	сахарний буряк			
3			x1	x2	x3			
4	Шукані площі посівів		1125,00		475,00	=sumproduct(C\$3:E\$3; C4:E4)		
5	Коефіцієнти при шуканих невідомих в лівих частинах обмежень і цільової функції	Посівна площа	1	1	1	1600	<=	1600
6		Добрива	2,4	3	4	4600	<=	4600
7		Трудові ресурси	6	12	30	21000	<=	21000
8		Прибуток	140	104	280	290500	→	max

Рис. 2.92. Результати Поиска решения.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Gnumeric Solver 1.8.2 Итоговый отчет						
2	Книга: [file:///Optim.gnumeric]Оптимизационная задача'						
3	Отчёт создан: Thu Mar 7 14:29:03 2016						
4							
5							
6	Целевая ячейка (Максимизировать)						
7	Ячейка	Название		Исходное значение	Итоговое значение		
8	F8	Прибуток =sumproduct(C\$3:E\$3; C4:E4)		0	290500		
9							
10	Настраиваемые ячейки						
11	Ячейка	Название		Исходное значение	Итоговое значение		
12	C4	Шукані площі посівів x1		0	1125		
13	D4	Шукані площі посівів x2		0	0		
14	E4	Шукані площі посівів x3		0	475		
15							
16							
17							
18	Ограничения						
19	Ячейка	Название		Значение ячейки	Формула	Состояние	Допуск
20	F5	Посівна площа =sumproduct(C\$3:E\$3; C4:E4)		1600	F5 ≤ H5	Связывание	4,5E-13
21	F6	Добрива =sumproduct(C\$3:E\$3; C4:E4)		4600	F6 ≤ H6	Связывание	9,1E-13
22	F7	Трудові ресурси =sumproduct(C\$3:E\$3; C4:E4)		21000	F7 ≤ H7	Связывание	0

Рис. 2.93. Фрагмент вікна Итоговый отчёт.

У звіті про чутливість виведені фінальні значення змінних в оптимальному розв'язку: $x_1 = 1125$, $x_2 = 0$, $x_3 = 475$ (рис. 2.94, 1) і їх коефіцієнти в цільовій функції (див. рис. 2.94, 2). Так, змінна x_2 – площа під кукурудзу отримала нульове значення ($x_2 = 0$, чарунка D10 див. рис. 2.94), причиною цього стало найменше значення прибутку з 1 га ($c_2 = 104$). При цьому озима пшениця дає прибуток 140 грош. од. ($c_1 = 140$), а цукрові буряки – 280 грош. од. з одного га ($c_2 = 280$), тому і їх площа в га відмінна від нуля: $x_1 = 1125$, а $x_2 = 280$.

Фінальні значення (див. рис. 2.94, 3) обсягів обмежень становлять 1600, 4600 і 21000 відповідно у діапазоні (D16: D18). Це означає, що посівна площа під дані культури буде дорівнювати 1600 га., Обсяг внесених мінеральних добрив буде дорівнювати 4600 ц д. р., а обсяг трудових ресурсів – 21000 чол.-днів.

Гnumeric Solver 1.8.2 Отчет о чувствительности					
Книга: [file:///Optim.gnumeric] 'Оптимізаційна задача'					
Отчёт создан: Thu Mar 7 14:29:03 2016					
Настраиваемые ячейки					
Ячейк. Название	Финальные Значения	Уменьшенный Коэффициент	Целевой Коэффициент		
C4 Шукані площі посівів x1	1125	0	140		
D4 Шукані площі посівів x2	0	0	104		
E4 Шукані площі посівів x3	475	0	280		
Ограничения					
Ячейк. Название	Финальные Значения	Тень Цена	Огранич. Права	Позволи Увелич	Позволи Уменьшит
F5 Посівна площа =sumproduct(C\$3:E\$3; C4:E4)	1600	105	1600	0	0
F6 Добрива =sumproduct(C\$3:E\$3; C4:E4)	4600	0	4600	0	0
F7 Трудові ресурси =sumproduct(C\$3:E\$3; C4:E4)	21000	5.83333333333333	21000	0	0

Рис. 2.94. Фрагмент вікна **Отчет о чувствительности**.

Тень/Цена (див. рис. 2.94, 4) показує значення двоїстих оцінок за даними обмеженням. Двоїсті оцінки обмежень показують, як зміниться функціонал при змінюванні обсягу відповідного обмеження b_i на одиницю. Нульова двоїста оцінка для обмеження свідчить про те, що останнє не впливає на значення функціоналу.

У процесі аналізу необхідно зосередити увагу на ненульових двоїстих оцінках. Зокрема, в першому обмеження (по загальній посівній площі) значення двоїстої оцінки (*Тени*) дорівнює 105 (чарунка E16 на рис. 2.94). Це означає, що якщо збільшити площу посіву на 1 га, і загальна площа стане рівною $1600 + 1 = 1601$ га, то значення цільової функції збільшиться на 105 грош. од. і складе $290\,500 + 105 = 290\,605$ грош. од.

Далі розглянемо *отчет о пределах* (рис. 2.95) і *отчет о производительности* (рис. 2.96). У них вказані параметри оптимального розв'язку і можливості їх варіювання. В *отчете программы* (рис. 2.97) для зручності користувача складається аналог запису математичної моделі (2.6) при завданні максимізувати цільову функцію при заданих обмеженнях (*Subject to*).

Гnumeric Solver 1.8.2 Отчёт о пределах						
Книга: [file:///Optim.gnumeric] 'Оптимізаційна задача'						
Отчёт создан: Thu Mar 7 14:29:03 2016						
Цель						
Ячейка	Название	Значения				
F8	Прибуток =sumproduct(C\$3:E\$3; C4:E4)	290500				
Настраиваемый						
Ячейка	Название	Значения	Ниже Преде	Цель Результат	Выше Предел	Цель Результат
C4	Шукані площі посівів x1	1125	1125	290500	1125	290500
D4	Шукані площі посівів x2	0	0	290500	3.03E-13	290500
E4	Шукані площі посівів x3	475	475	290500	475	290500

Рис. 2.95. Фрагмент вікна **Отчёт о пределах**.

	A	B	C	D	E
1	Gnumeric Solver 1.8.2 Отчёт о производительности				
2	Книга: [file:///Optim.gnumeric]'Оптимізаційна задача'				
3	Отчёт создан: Thu Mar 7 14:29:03 2016				
4	Общие сведения				
5	Тип	Максимизация			
6	Состояние	Найдено оптимальное решение			
7	Число итераций	2			
8	Problem Size				
9		Переменные	Ограничения	Целочисленные ogr	
10	Число	3	3	0	
11		Матрица	Ненулевые	Ненулевые	
12		Элементы	Ограничения	Obj. fn	
13			9	9	3
14	Число		100,00%	100,00%	100,00%
15	Отношение				
16	Время расчёта				
17		Пользователь	Система	Действительное	
18	Время (сек.)	-1,98799910346942E-15	1,066855E-16	0,01	
19					
20					
21	Информация о системе				
22		Модель ЦПУ	ЦПУ МГц	ОС	
23	Название	Неизвестно	Неизвестно	Linux (2.6.24-32-generic)	
24					
25					
26	Параметры				
27	Алгоритм:	LP Solve			
28	Допущения модели:	Неотрицательные			

Рис. 2.96. Фрагмент вікна **Отчёт о производительности**.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Gnumeric Solver 1.8.2 Отчёт программы												
2	Книга: [file:///Optim.gnumeric]'Оптимізаційна задача'												
3	Отчёт создан: Thu Mar 7 14:29:03 2016												
4													
5	Максимизировать												
6	140 x1 + 104 x2 + 280 x3												
7													
8	Subject to												
9	x1 + x2 + x3 ≤ 1600												
10	2,4 x1 + 3 x2 + 4 x3 ≤ 4600												
11	6 x1 + 12 x2 + 30 x3 ≤ 21000												
12													
13	Предполагать, что все переменные принимают												
14	только положительные значения.												

Рис. 2.97. Фрагмент вікна **Отчёт программы**.

2.3.2. Завдання 4 для самостійної роботи

Для обробітку трьох с/г культур господарство може виділити 1600 га ріллі, 45000 чол.-днів праці і 2300 ц д. р. добрив. Визначити поєднання посівів цих культур, максимізуючи прибуток. Нормативні витрати праці, добрив і розмір прибутку в розрахунку на 1 га посівів наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3. Нормативи витрат праці, добрив і розмір прибутку в розрахунку на 1 га посівів за варіантами.

Варіант	Культури	Показники		
		Затрати труда, чод.-дні	Затрати добрив, ц д. р.	Прибуток грн
1	Озима пшениця	23,1	1,7	161,5
	Озиме жито	20,4	1,2	144,4
	Ячмінь	18,6	1,1	109,8
2	Озима пшениця	23,7	1,4	136,2
	Цукровий буряк	152,4	4,8	412,6
	Кукурудза	33,2	2,9	267,9
3	Озима пшениця	29,2	1,2	151,2
	Озиме жито	29,6	0,7	118,4
	Ячмінь	17,4	0,6	110,5
4	Озима пшениця	31,2	2,3	124,4
	Цукровий буряк	186,8	3,8	372
	Кукурудза	34,1	3,9	270,6
5	Озима пшениця	27,2	1,2	150,2
	Озиме жито	22,8	0,9	120
	Ячмінь	19,3	0,9	117,5
6	Озима пшениця	26,4	1,3	106,9
	Цукровий буряк	149,2	5,7	321,6
	Кукурудза	31,5	3,2	241,2
7	Озима пшениця	23,6	1,4	105,6
	Озиме жито	17,5	0,5	114,1
	Ячмінь	16,5	1,1	75,9
8	Озима пшениця	26,8	1,8	106,1
	Цукровий буряк	120,6	6,9	513,2
	Кукурудза	34,4	2,1	246,4
9	Озима пшениця	28,7	0,8	108,1
	Озиме жито	21,6	1	116,3
	Ячмінь	19,3	0,9	114
10	Озима пшениця	25,5	1,6	110,3
	Цукровий буряк	148,6	5,5	505,2
	Кукурудза	26	2,8	270,1

2.3.3. Лінійна оптимізація. Транспортна задача

Постановка задачі: У господарстві силосна маса заготовлена в трьох траншеях в такому обсязі. У траншеї 1 – 100 т, 2 – 200 т, 3 – 150 т. Цю масу потрібно розвести по чотирьом різним фермам в таких розмірах: фермі 1 потрібно 50 т., фермі 2 – 100 т, фермі 3 – 250 т, фермі 4 – 50 т. Загальна потреба збігається з кількістю силосної маси. Відстань від траншей до ферми вказані в таб. 2.4.

Таблиця 2.4. Відстань від траншей до ферми, км

Номер траншеї \ Номер ферми	1	2	3	4
1	3	4	6	3
2	4	2	3	4
3	5	6	7	4

Собівартість 1 т / км при перевезенні силосу в середньому по господарству становить 2 гош. од. Потрібно визначити такий маршрут і обсяги перевезень (або скласти такий варіант транспортування силосу), при якому загальні витрати на транспортування вантажу були б мінімальні. Перевезення вантажу повинно здійснюватися тільки від постачальника до споживача.

Розв'язок: Загальний вид оптимізаційної задачі, яка носить назву транспортної задачі наступний. Вартість перевезень z можна стисло записати у вигляді подвійної суми:

$$z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min, \quad (2.9)$$

де число x_{ij} означає кількість вантажу, який потрібно доставити з i -го пункту відправлення в j -й пункт призначення ($i=1, 2, 3, 4; j=1, 2, 3$); c_{ij} – вартість перевезення однієї одиниці вантажу за відповідним маршрутом.

Матриця $X = \|x_{ij}\|_{m \times n}$ називається *матрицею перевезень*, а матриця $C = \|c_{ij}\|_{m \times n}$ – *матрицею тарифів (транспортних витрат)*.

Обмеження задачі:

1) умови вивезення всіх вантажів з пунктів відправлення (m рівнянь):

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, \quad i = \overline{1, m}, \quad (2.10)$$

2) умови доставки споживачам необхідної кількості вантажу у пункти призначення (n рівнянь):

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, \quad j = \overline{1, n}; \quad (2.11)$$

3) умови невід'ємності змінних, що виключають зворотні перевезення:

$$x_{ij} \geq 0, \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n}. \quad (2.12)$$

Необхідною умовою існування розв'язку задачі є умова:

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j. \quad (2.13)$$

Транспортна задача, у якій виконана вказана умова, називається *закритою*. Якщо умова не виконана і запаси не рівні потребам: або $\sum a_i > \sum b_j$, тобто запаси перевищують потреби, або ж $\sum a_i < \sum b_j$ – запаси не забезпечують потреби, то така модель транспортної задачі називається *відкритою*.

Складемо математичну модель даної задачі.

$$z = 3x_{11} + 4x_{12} + 6x_{13} + 3x_{14} + 4x_{21} + 2x_{22} + 3x_{23} + 4x_{24} + 5x_{31} + 6x_{32} + 7x_{33} + 4x_{34} \rightarrow \min; \quad (2.14)$$

$$\begin{cases} x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} = 100, \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} = 200, \\ x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} = 150, \\ x_{11} + x_{21} + x_{31} = 50, \end{cases} \quad (2.15)$$

$$\begin{cases} x_{12} + x_{22} + x_{32} = 100, \\ x_{13} + x_{23} + x_{33} = 250, \\ x_{14} + x_{24} + x_{34} = 50 \\ x_{ij} \geq 0, \quad i = \overline{1, 3}, \quad j = \overline{1, 4}. \end{cases} \quad (2.16)$$

Визначимо, до якого типу (відкритого або до закритого) відоситься ця задача. Так як в нашому прикладі умова (2.13) виконується, $\sum_{i=1}^3 a_i = 450$ і $\sum_{j=1}^4 b_j = 450$, тоді можна зробити висновок, що задача закритого типу.

Як постачальники в даній задачі виступають траншеї з силосом, а як споживачі – ферми. Для розв’язку задачі скористаємося командою *Сервис – Решение...* (*Поиск решения* или *Solver*). Для створення моделі необхідно побудувати п’ять таблиць з початковими даними задачі, як показано на рис. 2.98. У діапазон E2 введена вартість перевезень (2.14), а нижче, в діапазон B16: E18 – відстані від постачальників до споживачів, тобто коефіцієнти матриці *C* (2.9). Праворуч від діапазону B16: E18 для невідомих (це – обсяги перевезень) в діапазон F16: F18 введемо формули, які обчислюють сумарні обсяги продукції, які вивозяться з кожної траншеї, а внизу від цього діапазону, в осередку B19: E19 - формули, які визначають сумарні обсяги продукції, що ввозяться на кожну ферму (рис. 2.99). Таким чином, ці формули задають ліві частини обмежень (2.15 і 2.16).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	Тариф на перевезення вантажа, грн./т-км				2						
2	Загальна вартість грузоперевезень, грн.				0	Цільова чарунка					
3	Відстань від постачальників до споживачів, км										
4	Постачальники	Споживачі									
5		1	2	3	4						
6		1	3	4	6	3					
7		2	4	2	3	4					
8	3	5	6	7	4						
9	Обсяг грузоперевезень, т										
10	Постачальники	Споживачі				Разом					
11		1	2	3	4						
12		1				0					
13		2				0					
14	3				0						
15	Разом	0	0	0	0						
16	Потреби споживачів										
17		1	2	3	4	Разом					
18		50	100	250	50	450					
19											
20											
21											

	1	100
1	1	100
2	2	200
3	3	150
Разом		450

Рис. 2.98. Первісні таблиці умов моделі транспортної задачі.

Примітка. 1. Двокрапка «:» в діапазоні формули означає, що в ній будуть використані всі осередки, розташовані між чарунками, зазначеними зліва і праворуч від двокрапки (наприклад, запис B8: E9 вказує на осередки B8, C8, D8, E8, B9, C9, D9, E9).

2. Для того, щоб перейти в режим перегляду формул, слід натиснути **Ctrl+~**. Символ «~», званий тильда, можна знайти на клавіатурі в її верхній лівій частині (рис. 2.100)

solver_opt =sumproduct(B12:E14;B6:E8)*E1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	Тариф на перевезення вантажа, грн./т-км					2					
2	Загальна вартість грузоперевезень, грн.					=sumproduct					
3	Відстань від постачальників до споживачів, км										
4	Постачальники	Споживачі									
5		1	2	3	4						
6	1	3	4	6	3						
7	2	4	2	3	4						
8	3	5	6	7	4						
9	Обсяг грузоперевезень, т										
10	Постачальники	Споживачі				Разом					
11		1	2	3	4						
12	1					=sum(B12:E12)					
13	2					=sum(B13:E13)					
14	3					=sum(B14:E14)					
15	Разом	=sum(B12:B14)	=sum(C12:C14)	=sum(D12:D14)	=sum(E12:E14)						
16	Потреби споживачів										
17		1	2	3	4	Разом					
18		50	100	250	50	=sum(B18:E18)					

Можливості постачальників	
1	100
2	200
3	150
Разом	=sum(I2:I4)

Рис. 2.99. Вхідні дані та модель транспортної задачі в режимі перегляду формул.

У чарунки J16:J18 введені задані обсяги силосної маси в траншеях, а в чарунки B23:E23 – задані потреби в цій продукції на фермах. В результаті ці значення задають праві частини обмежень (2.15, 2.16).

У чарунку E2 введемо цільову функцію z (2.9), яка фактично отримана множенням матриці тарифів, тобто матриці відстані від поставників до споживачів (B8:E10) на матрицю перевезень (B16:E18). В Gnumeric суми добутку матриць або будь яких інших масивів можна здійснити за допомогою функції суми добутків.



Рис. 2.100. Росташування тильди «~»

$$=SUMPRODUCT(B\$8:E\$10;B16:E18) \quad (2.17)$$

За сутністю це еквівалентно виразу:

$$=B8*B16+C8*C16+D8*D16+E8*E16+B9*B17+C9*C17+D9*D17+E9*E17+B10*B18+C10*C18+D10*D18+E10*E18$$

Для упрощення формули суми добутку (2.17) необхідно в клітинку E2 встановити курсор і виконати команду *Вставка – Функція...* (або натиснути іконку $f(x)$ на панелі інструментів), де вибрати: *Категорія – математические – SUMPRODUCT* і вставити (можна за допомогою прямого виділення) два необхідних аргументи (рис. 2.101). Перший аргумент B8: E10 – відстань від постачальників до споживачів (дані за умовою – постійні величини матриці тарифів), а другий B16: E18 – обсяг вантажопере-

везень (це розрахункові величини шуканої матриці перевезень). На завершення натиснути ОК.

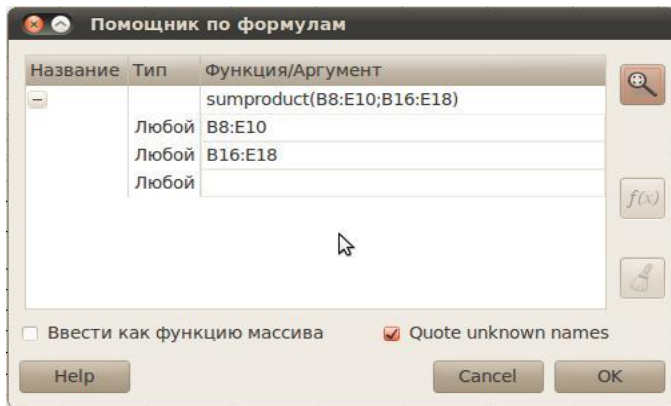


Рис. 2.101. Вікно **Помощник по формулам** функція суми добутку **SUMPRODUCT**.

Оскільки цільова функція – це загальна вартість вантажоперевезень, то отриману суму добутку відстані на обсяг вантажоперевезень в E2 слід помножити на тариф, який зазначений в чарунці E1, тобто в чарунці E2 має знаходитися:

$$= \text{SUMPRODUCT}(B8:E10;B16:E18)*E1.$$

Примітка 3. Приховати нулі можна за допомогою команди *Формат – Лист*, в наданому меню вибрати *Hide Zeros*. (Приховати нулі).

Далі потрібно скористатися командою *Сервіс – Решение...* В діалоговому вікні **Solver** у вкладці *Параметры* (рис. 2.102) встановимо *целевую ячейку E2, равняется – Мин, изменяя ячейки B16:E18* (осередки бірюзового відтінку на рис. 2.98).

Далі необхідно активізувати вкладку *Модель*. У наступному вікні (рис. 2.103), поставити прапорці:

✓ *Линейная модель* – адже цільова функція лінійна,

✓ *Предполагать НЕ отрицательность* – обсяг вантажоперевезень – величина або додатна, або нуль (2.12).

Надалі треба перейти на вкладку *Ограничения*. У відкритому вікні, при введенні обмежень потрібно урахувати, що обсяги силосу, що перевозиться, повинні співпадати з обсягами постачальників (осередки виділені жовтим кольором на рис. 2.98) і перевезення до споживачів зобов'язані співпадати з попитом спо-

живачів (осередки виділені зеленим кольором на рис. 2.98) і потребам ферм (рис. 2.104).

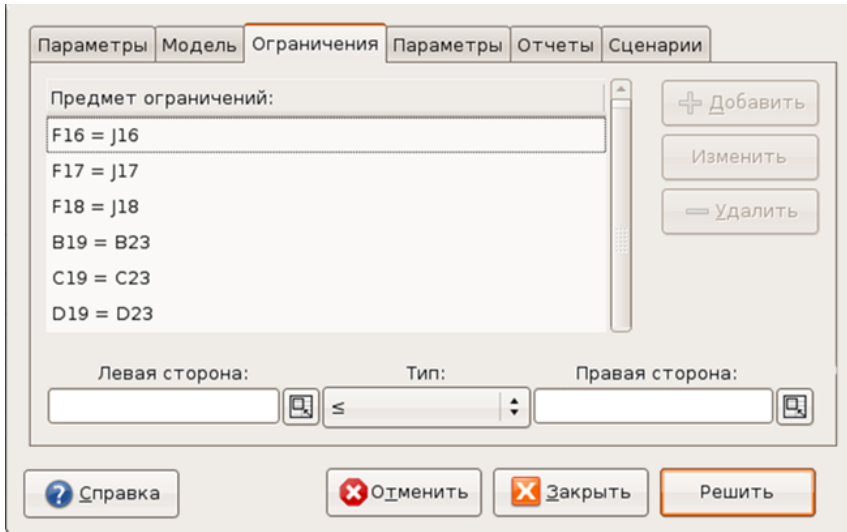


Рис. 2.102. Вкладка *Параметры* у вікні **Solver**.

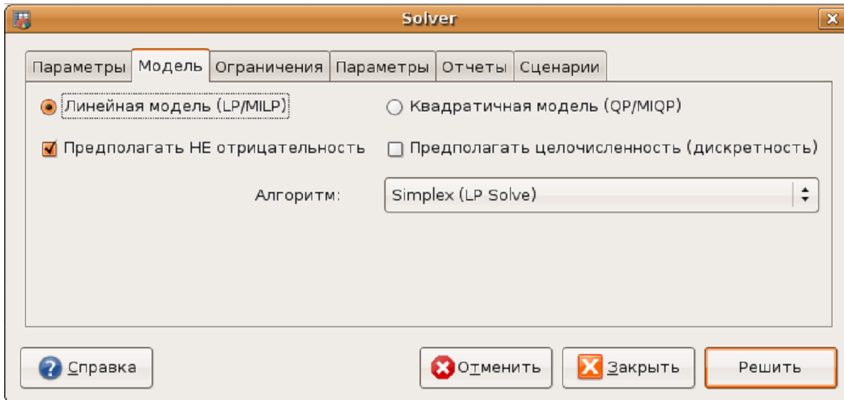


Рис. 2.103. Вибір лінійної моделі в вікні **Solver**.

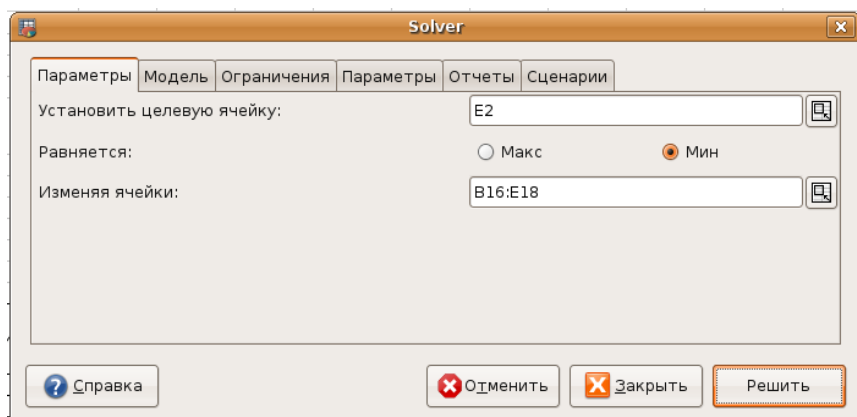


Рис. 2.104. Введення обмежень у вікні **Solver**.

Далі необхідно активізувати вкладку *Отчеты*. Виникне вікно (рис. 2.105), у якому поставити прапорці для формування звітів: *ответ*, *чувствительность*, *пределы*, *производительность* и *программа*.

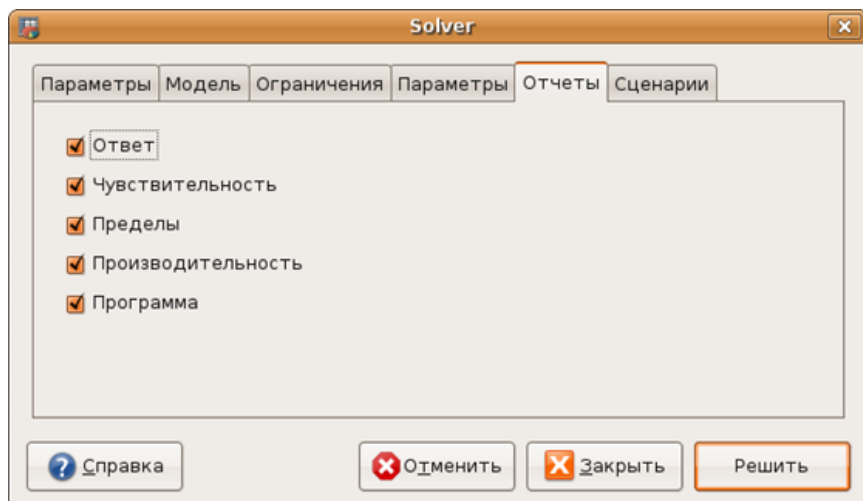


Рис. 2.105. Вибір звітів у вікні **Solver**.

Потім на вкладці *Сценарии* (рис. 2.106) обрати параметр *Не создавать сценариев*.

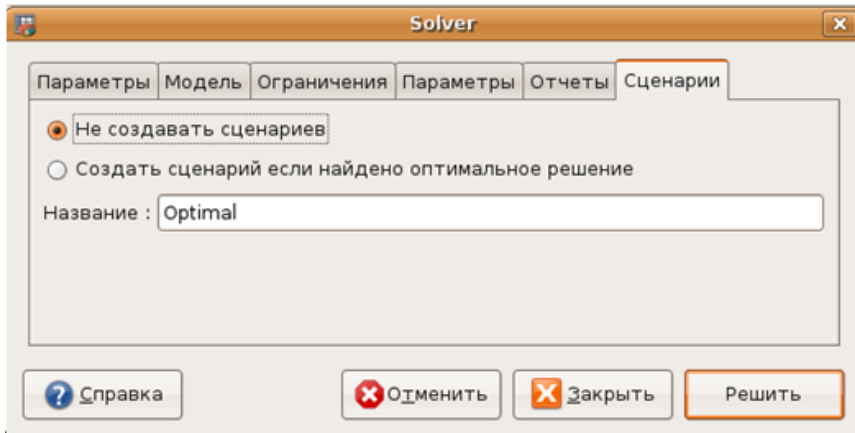


Рис. 2.106. Параметры выбора сценарию у вікні **Solver**.

Після цього необхідно натиснути кнопку *Решить* та проаналізувати результат розв'язку (рис. 2.107).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	Тариф на перевезення вантажа, грн./т-км				2						
2	Загальна вартість грузоперевезень, грн.				3600	Цільова чарунка					
3	Відстань від постачальників до споживачів, км										
4	Постачальники	Споживачі									
5		1	2	3	4						
6	1	3	4	6	3	Чарунки, що змінюються					
7	2	4	2	3	4						
8	3	5	6	7	4						
9	Обсяг грузоперевезень, т										
10	Постачальники	Споживачі				Разом					
11		1	2	3	4						
12	1	50,0	50,0		100	Можливості постачальників					
13	2		50,0	150,0	200						
14	3			100,0	50,0		150				
15	Разом	50	100	250	50	450	Обсяги повинні збігатися				
16	Потреби споживачів										
17		1	2	3	4	Разом					
18		50	100	250	50	450					
19											
20											
21											

Рис. 2.107. Результат оптимального розв'язку.

Загальні витрати на транспортування вантажу мінімізовані і дорівнюють 3 600 грош. од., це можливо при наступних перевезеннях:

- від 1-го постачальника до 1-го споживача потрібно перевести 50 т і до другого – 50 т;

– від 2-го постачальника до 2-го і 3-го споживача потрібно перевести 50 т і 150 т відповідно;

– від 3-го постачальника до 3-його споживача потрібно перевести 100 т, а до 4-го – 50 т;

В результаті розв'язку **Solver** сформував **Итоговый отчет** (рис. 2.108), у якому вказані назва та значення цільової функції (див. рис. 2.108, 1), первинні та підсумкові значення обсягів перевезеного вантажу (рис. 2.108, 2), формули для обмежень, на основі яких знаходився оптимальний розв'язок (див. рис. 2.108, 3).

Gnumeric Solver 1.8.2 Итоговый отчет					
Книга: [file:///home/stud/Документы/Демина/Opt_transp.gnumeric]'модель тр задачи'					
Отчёт создан: Fri Mar 25 14:06:16 2016					
Целевая ячейка (Минимизировать)					
Ячейк.	Название	Исходное зн	Итоговое значение		
E2	Общая стоимость гр	0	3600	1	
Настраиваемые ячейки					
Ячейк.	Название	Исходное зн	Итоговое значение		
B16	Споживачі	0	50	2	
C16	C16	0	50		
D16	D16	0	0		
E16	E16	0	0		
B17	Споживачі	0	0		
C17	C17	0	50		
D17	D17	0	100		
E17	E17	0	50		
B18	Споживачі	0	0		
C18	C18	0	0		
D18	D18	0	100		
E18	E18	0	50		
Ограничения					
Ячейк.	Название	Значение яч	Формула	Состояние	Допуск
F16	Разом	100	F16 = J16	Связывание	0
F17	Разом	200	F17 = J17	Без связывания	200
F18	Разом	150	F18 = J18	Без связывания	150
B19	Разом споживачі	50	B19 = B23	Связывание	0
C19	Разом	100	C19 = C23	Без связывания	50
D19	Разом	250	D19 = D23	Без связывания	250

Рис. 2.108. Фрагмент вікна підсумкового звіту **Итоговый отчет**.

Отчет о чувствительности, оригінальна назва *sensitivity* (переклад з англ. – чутливість, на рос. – чувствительность) можливо більш точним за змістом був би переклад *Zвіт по стійкості*. Найбільш цікавий і корисний зі звітів – він визначає чутливість структури отриманого плану до змін вхідних даних і, може вказати розробнику подальші дії з метою поліпшення результатів (рис. 2.109).

Настраиваемые ячейки

Ячейк. Название	Финальные Значения	Уменьшенн. Стоимость	Целевои Коэффи	Позволи Увелич	Позволи Уменьшит
B16 Споживачі	50		6		
C16 C16	50		8		
D16 D16	0		12		
E16 E16	0		6		

Ограничения

Ячейк. Название	Финальны Значения	Тень Цена	Огранич. Правая	Позволи Увелич	Позволи Уменьшит
F16 Разом	100	6	100	0	
F17 Разом	200	0	0	0	0
F18 Разом	150	0	0	0	0
B19 Разом Споживачі	50	0	50	0	
C19 Разом	100	2	50	0	0
D19 Разом	250	0	0	0	0

Рис. 2.109. Фрагмент вікна **Отчет о чувствительности**

1 – оптимальный план задачи;

2 – *уменьшенная стоимость* – описує невідомі плану, це невдалий переклад з оригіналу *reduced cost*, який можна перевести, як «ціна, що зменшує (цільову функцію)», цей показник вказує, наскільки зменшитися оптимальне значення цільової функції, якщо нульові значення змінних оптимального плану змінити, в нашому випадку цільова функція не зміниться;

3 – коефіцієнти цільової функції;

4, 5 – границі змін значень коефіцієнтів цільової функції за умов, що план не зміниться. Їх можна перевірити, якщо запустити програму Solver, після зміни даного коефіцієнта в таблиці.

6 – обсяги обмежень;

7 – тіньова ціна (значення двоїстої оцінки, в нелінійної моделі – множник Лагранжа). Цей показник визначає, як зміниться оптимальне значення цільової функції при зміні обсягів ресурсів на

1 одиницю. Наприклад, якщо збільшити обсяг силосу, що вивозиться від першого споживача на 1 т, тобто до 101 т, вартість перевезення зменшиться на 6 грош. од. і становитиме 3 606 грош. од.

8 – запаси ресурсів;

9, 10 – задають діапазон для 8, в якому діє тіньова ціна 7 (аналогічно 4, 5).

Отчет программы – виводить на екран математичну модель вихідної задачі (2.14)-(2.16), де змінні вказані у вигляді адрес чарунок(рис. 2.110).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P			
1	Gnumeric Solver 1.8.2 Отчёт программы																		
2	Книга: [file:///home/транспортная задача.gnumeric]модель																		
3	Отчёт создан: Fri Mar 25 14:06:16 2016																		
4																			
5																			
6	Максимизировать																		
7		6	Споживачі	+	8	C16			+	12	D16			+	6	E16	+	8	Споживачі
8																			
9																			
10	Subject to																		
11			Споживачі	+		C16			+		D16			+		E16	=		100
12			Споживачі	+		C17			+		D17			+		E17	=		200
13			Споживачі	+		C18			+		D18			+		E18	=		150
14			Споживачі	+		Споживачі	+		Споживачі								=		50
15			C16	+		C17			+		C18						=		100
16			D16	+		D17			+		D18						=		250
17																			
18	Предполагать, что все переменные принимают только положительные значения.																		

Рис. 2.110. Фрагмент вікна **Отчет программы**

2.3.4.Завдання 5 для самостійної роботи

Транспортна задача. Є n пунктів виробництва та m пунктів розподілу продукції. Вартість перевезення одиниці продукції з i -го пункту виробництва в j -й пункт розподілу c_{ij} наведена в таб. 2.5, де рядок вказує на пункт виробництва, а стовпчик – на пункт розподілу. Крім того, в цій таблиці в i -му рядку вказаний обсяг виробництва в j -му стовпчику вказаний обсяг споживання у j -му пункті розподілу. Необхідно скласти план перевезення по доставці продукції в пункти розподілу, що мінімізує сумарні транспортні витрати.

Таблиця 2.5. Вартість перевезення одиниці продукції, обсяги виробництва і споживання за варіантами.

Варіант 1

Вартість перевезення одиниці продукції					Обсяги виробництва
	1	3	4	5	20
	5	2	10	3	30
	3	2	1	4	50
	6	4	2	6	20
Обсяги споживання	30	20	55	15	

Варіант 2

Вартість перевезення одиниці продукції					Обсяги виробництва
	2	7	7	6	20
	1	1	1	2	50
	5	5	3	1	10
	2	8	1	4	20
	3	2	1	5	10
Обсяги споживання	40	30	20	20	

Варіант 3

Вартість перевезення одиниці продукції					Обсяги виробництва
	6	3	4	5	20
	5	2	3	3	60
	3	4	2	4	45
	5	6	2	7	30
Обсяги споживання	15	40	80	20	

Варіант 4

Вартість перевезення одиниці продукції					Обсяги виробництва
	5	1	7	6	30
	1	5	8	1	40
	5	6	3	3	10
	2	5	1	4	18
	3	7	9	1	12
Обсяги споживання	20	40	30	20	

Варіант 5

	Вартість перевезення одиниці продукції				Обсяги виробництва
	3	9	4	5	40
	1	8	5	3	10
	7	2	1	4	30
	2	4	10	6	20
Обсяги споживання	50	10	30	10	

Варіант 6

	Вартість перевезення одиниці продукції				Обсяги виробництва
	6	1	3	1	20
	3	4	5	8	30
	5	9	3	2	20
	2	4	8	4	20
	3	2	1	5	17
Обсяги споживання	35	27	20	25	

Варіант 7

	Вартість перевезення одиниці продукції				Обсяги виробництва
	5	9	4	5	32
	1	5	5	6	23
	2	2	10	4	30
	3	7	2	6	40
	5	7	1	2	10
Обсяги споживання	20	50	20	45	

Варіант 8

	Вартість перевезення одиниці продукції				Обсяги виробництва
	1	5	5	6	22
	5	5	4	10	35
	3	7	2	6	40
	1	2	7	5	10
	2	7	4	3	11
Обсяги споживання	20	40	25	33	

Варіант 9

	Вартість перевезення одиниці продукції				Обсяги виробництва
	3	11	4	5	
	1	5	5	7	20
	6	2	7	5	30
	23	7	2	6	40
	5	7	4	2	20
Обсяги споживання	30	50	20	40	

Варіант 10

	Вартість перевезення одиниці продукції				Обсяги виробництва
	9	5	3	8	
	3	5	5	6	22
	2	4	4	4	30
	3	6	2	7	40
	7	10	5	9	33
Обсяги споживання	50	15	25	45	

Варіант 12*

	Вартість перевезення одиниці продукції				Обсяги виробництва
	9	4	3	12	
	3	8	5	6	43
	12	9	1	2	51
	3	6	12	6	10
	7	11	7	8	30
Обсяги споживання	20	45	55	25	

Варіант 13*

	Вартість перевезення одиниці продукції				Обсяги виробництва
	5	15	3	7	
	2	5	2	5	33
	4	7	8	1	42
Обсяги споживання	20	15	25	15	

2.3.5. Інструменти Gnumeric для статистиків

Інструменти статистичної обробки даних знаходяться в пункті головного меню *Сервис-Статистический анализ* (рис. 2.111). В цьому розділі будуть розглянуті принципи роботи більшості з них, оскільки від версії до версії додаються нові інструменти та можливості.

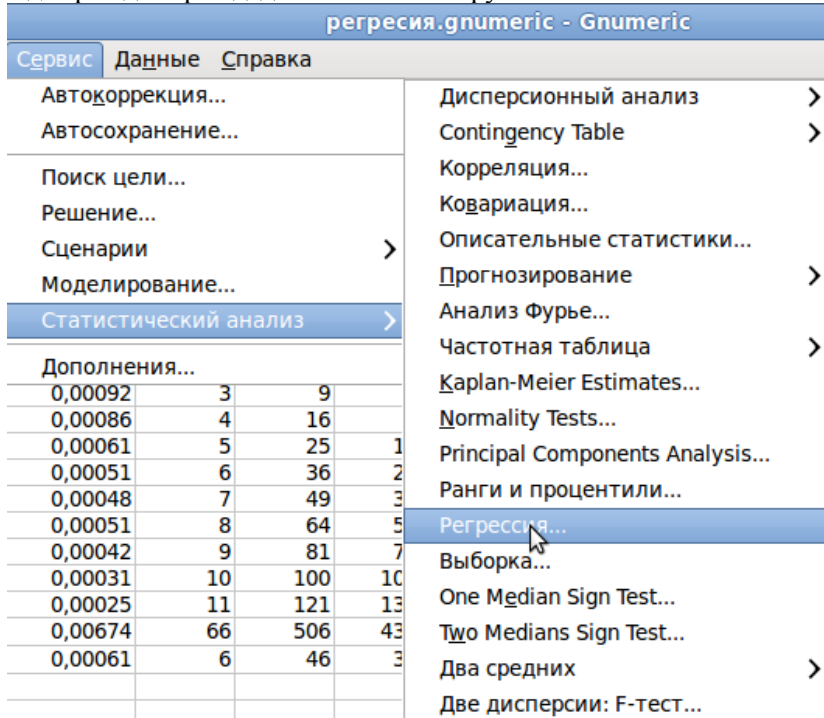


Рис. 2.111. Засоби статистичного аналізу.

Описові статистики

Дослідження можливостей Gnumeric по статистичній обробці даних почнеться з найпростішої задачі – отримання основних статистичних характеристик вибірки. За вихідні дані будуть узяті діапазони чарунок, що заповнені послідовністю випадкових чисел. Наводити приклади даних не має сенсу, тому опис буде охоплювати вид первинного модельного розподілу та його параметрів, а на рисунках будуть наведені діалоги формування первинних даних і результати.

Спочатку необхідно сформувати вибірку з нормальним розподілом, задавши середнє значення 5 і стандартне відхилення 1 за допомогою діалогу **Генерація случайних чисел**, що викликається з головного меню *Правка – Заполнить – Генерація случайных чисел...*, або *Данные – Заполнить – Генерація случайных чисел / Random Generators) – Некоррелированные / Uncorelated...*, або *Данные – Заполнить – Случайные числа – Некоррелированные*.

На вкладці *Случайные числа* вікна **Генерація случайних чисел** потрібно встановити *Вид распределения* – Нормальное, *Среднее значение* – 5 та *Стандартное отклонение* – 1 (рис. 2.212).

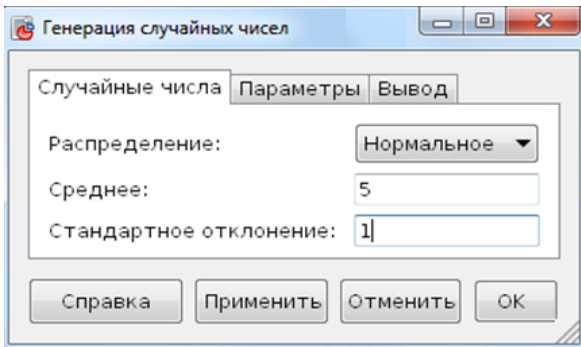


Рис. 2.212. Вибір розподілу для створення вихідних даних.

На вкладці *Параметры* потрібно встановити *Число переменных* – 1 та *Размер выборки* – 25 (рис. 2.213).

Нарешті, на вкладці *Вывод* встановити діапазон виведення – діапазон чарунок, починаючи, наприклад, з A4 на поточному аркуші (рис. 2.214).

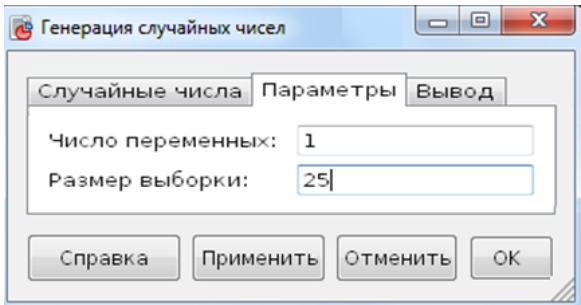


Рис. 2.213. Визначення параметрів вибірки.

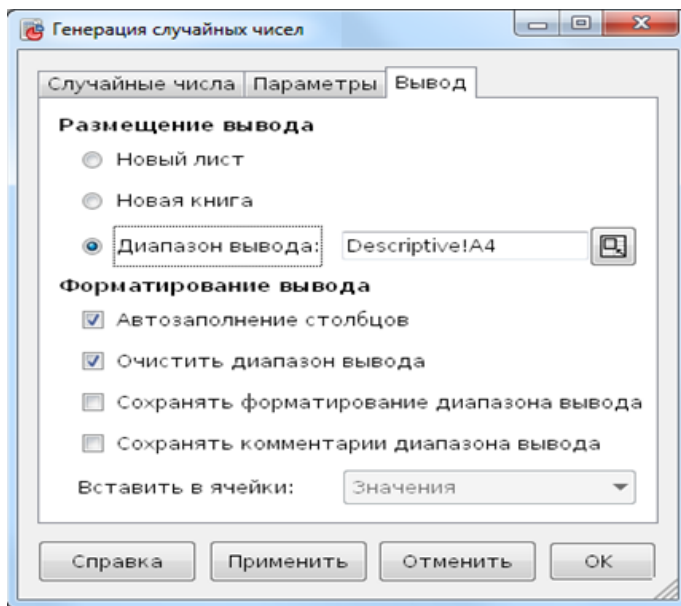


Рис. 2.214. Налаштування розміщення результатів.

Після натискання на кнопки *Применить* та *ОК* буде отримано 25 випадкових чисел з заданим законом розподілу.

Для отримання базових статистичних характеристик цієї вибірки необхідно виділити наші дані і викликати діалог **Описательные статистики**: *Сервис – Статистический анализ – Описательные статистики...* або *Статистика – Описательные статистики – Описательные статистики...* (рис. 2.215).

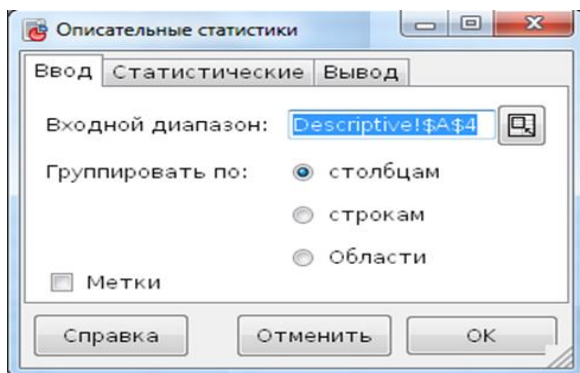


Рис. 2.215. Визначення діапазону даних для обробки.

На вкладці *Ввод* слід перевірити правильність діапазону введення, на вкладці *Статистические* при необхідності потрібно уточнити довірчий інтервал та інші параметри (можна все залишити за умовчанням, як на рис. 2.216).

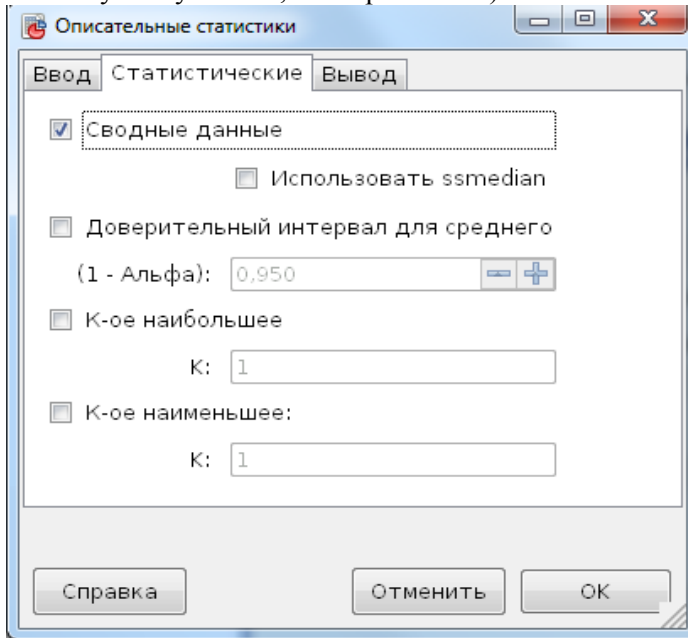


Рис. 2.216. Вкладка *Статистические* у вікні **Описательные статистики**.

Нарешті, на вкладці *Вывод* знову потрібно задати чарунку поточного листа, з якої розпочнеться виведення результатів (рис. 2.217).

Тепер, можна побачити результати обробки вихідних даних – ті самі описові статистики для нормального розподілу (рис. 2.218).

З наведених результатів видно, що згенеровані були саме випадкові числа. Обчислені за вибіркою значення близькі до параметрів, за якими формувалася ця вибірка, але збіг не ідеальний, тобто фактор «випадковості» має місце. Відсутність значення для моди, ймовірно, пов'язано з тим, що вихідна вибірка сприймається як варіативний ряд, в якому немає варіантів з максимальною частотою, оскільки значення не повторюються.

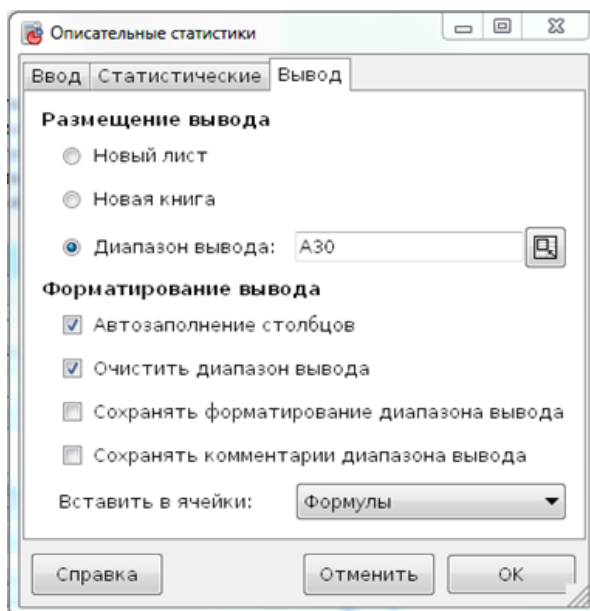


Рис. 2.217. Визначення розміщення результатів обробки.

	Столбец 1
<i>Среднее</i>	5,018552998203992
<i>Стандартная ошибка</i>	0,2222665079574389
<i>Медиана</i>	5,104667301374731
<i>Мода</i>	#N/A
<i>Стандартное отклонение</i>	1,1113325397871947
<i>Выборочная дисперсия</i>	1,2350600139898567
<i>Эксцесс</i>	-0,86019271012713
<i>Асимметрия</i>	-0,238293961935463
<i>Диапазон</i>	3,8439384864632657
<i>Минимум</i>	2,9267799328241724
<i>Максимум</i>	6,770718419287438
<i>Сумма</i>	125,4638249550998
<i>Количество</i>	25

Рис. 2.218. Описові статистики для нормального розподілу.

Ті ж операції потрібно повторити і для рівномірного розподілу в діапазоні $[-2; 2]$ і переглянути результати (рис. 2.219).

Тут стандартне відхилення дуже велике в порівнянні з діапазоном від мінімуму до максимуму, що не дивно для рівномірного розподілу.

	Столбец 1
Среднее	-0,5180142474489048
Стандартная ошибка	0,23786719028709027
Медиана	-0,9584026861487742
Мода	#N/A
Стандартное отклонение	1,1893359514354513
Выборочная дисперсия	1,4145200053768703
Эксцесс	-0,8246959531736071
Асимметрия	0,5791748167334462
Диапазон	3,8086379238510375
Минимум	-1,9872596065614627
Максимум	1,8213783172895746
Сумма	-12,95035618622262
Количество	25

Рис. 2.219. Описові статистики для рівномірного розподілу.

Таким чином, інструмент *Описательные статистики* дозволяє отримати практично всі необхідні статистичні характеристики наявної вибірки.

Прогнозування

Статистичне прогнозування (в англомовних статистичних програмах – *forecasting*) є насправді згладжуванням, яке застосовується для виділення тенденції при сильному розкиді точок вихідних даних. У Gnumeric ця процедура може проводитися двома способами – методом експоненціального згладжування і методом змінного середнього. Відповідно, команди головного меню *Сервис – Статистический анализ – Прогнозирование – Экспоненциальное сглаживание...* (або *Статистика – Зависимые наблюдения – Прогнозирование – Экспоненциальное сглаживание...*) та *Сервис – Статистический анализ – Прогнозирование – Скользящее среднее...* (або *Статистика – Зависимые наблюдения – Прогнозирование – Скользящее среднее...*). При виборі згладжування методом змінного середнього можна вказати кількість точок, за якими буде проводитися усереднення.

Приклад. Дано деякі експериментальні дані. Вектор X являє собою деяку незалежну змінну, вектор Y – вимірювані значення (рис. 2.220).

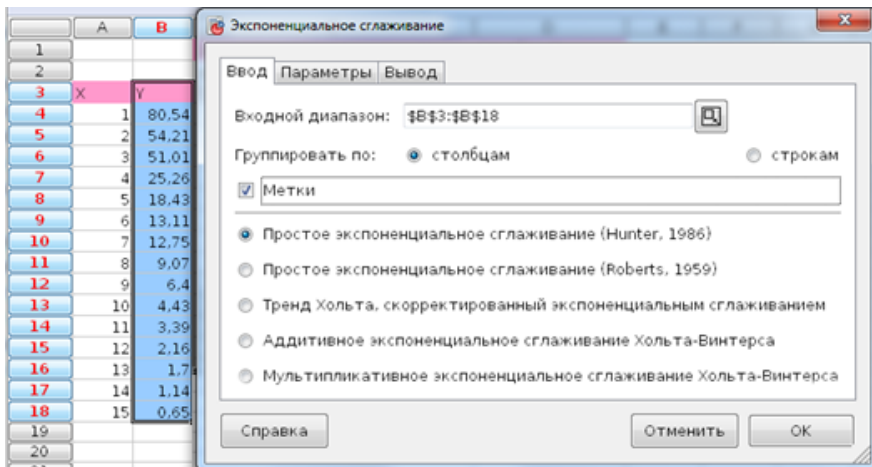


Рис. 2.220. Вкладка *Ввод* вікна **Экспоненциальное сглаживание**.

Після виконання команди *Сервис – Статистический анализ – Прогнозирование – Экспоненциальное сглаживание...* слід вибрати параметри як на рис. 2.220-2.222.

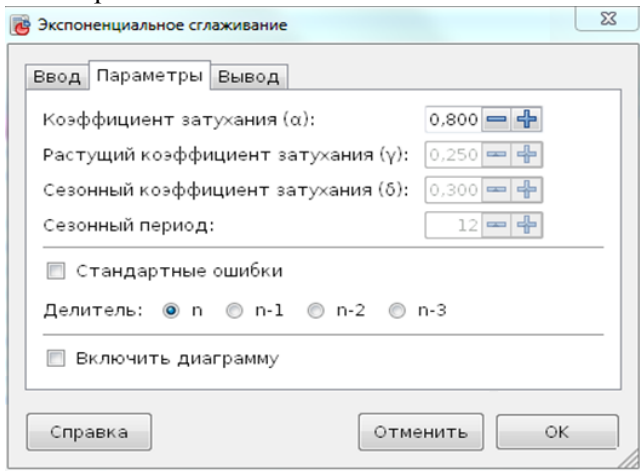


Рис. 2.221. Вкладка *Параметры* вікна **Экспоненциальное сглаживание**.

На рис. 2.223 наведені результати експоненціального згладжування і згладжування методом ковзного середнього по трьом точкам. Оскільки при згладжуванні для даного значення Y виявляються задіяними попередні і подальші значення, то кількість «згладжених»

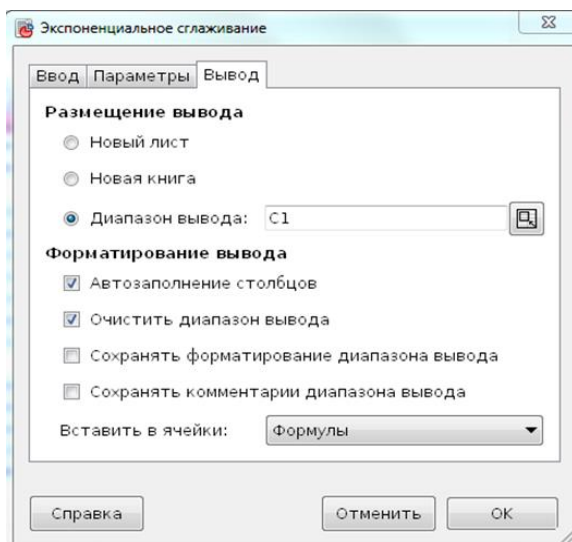


Рис. 2.222. Вкладка *Вывод* вікна *Экспоненциальное сглаживание*.

	A	B	C	D
1			Экспоненциальное сглаживание	Скользящее среднее (3)
2			$\alpha =$	0,800
3	X	Y	Y	Y
4	1	80,54	80,54000000000001	#N/A
5	2	54,21	80,53999999999999	#N/A
6	3	51,01	59,476	61,919999999999995
7	4	25,26	52,703199999999995	43,493333333333333
8	5	18,43	30,748639999999998	31,566666666666666
9	6	13,11	20,893727999999996	18,933333333333334
10	7	12,75	14,666745599999999	14,763333333333334
11	8	9,07	13,13334912	11,643333333333333
12	9	6,4	9,882669824000001	9,406666666666666
13	10	4,43	7,096533964800001	6,633333333333333
14	11	3,39	4,96330679296	4,74
15	12	2,16	3,704661358592	3,3266666666666667
16	13	1,7	2,4689322717184	2,4166666666666665
17	14	1,14	1,85378645434368	1,6666666666666667
18	15	0,65	1,282757290868736	1,1633333333333333

Рис. 2.223. Вихідні дані і результати згладжування.

точок менше, ніж кількість вихідних. Це видно як по відсутності останнього значення в обох випадках згладжування, так і з повідомлення «# N / A (немає даних)» на початку послідовності.

Для змінного середнього по трьом точкам результат взагалі починається тільки з третьої точки послідовності.

Щоб вивести на графіку функцію і результати згладжування необхідно вказати параметри як на рис. 2.224. Графік вихідних

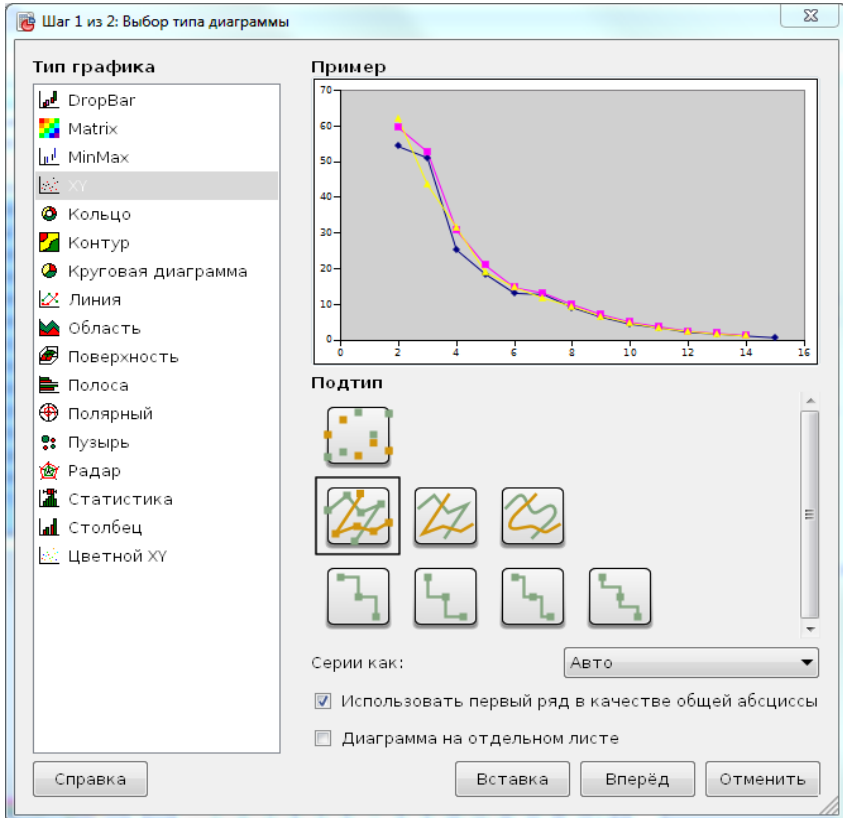


Рис. 2.224. Вибір типу діаграми.

даних і результатів згладжування показаний на рис. 2.225. Потрібно зауважити, що самі операції згладжування («прогнозування») дають тільки числові значення.

З графіка видно, що ковзне середнє (дрібний пунктир) в даному прикладі дає кращий результат, але чим більше точок беруть участь в усередненні (і чим більш плавно виходить крива), тим більше точок на початку і в кінці втрачаються.

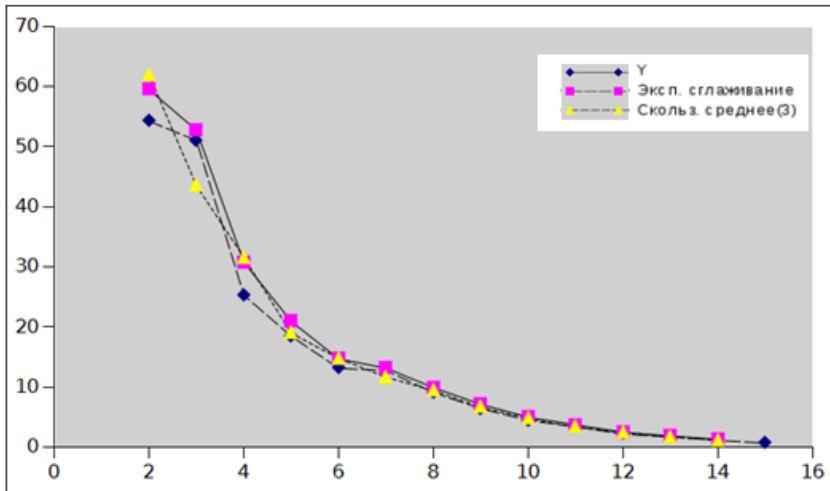


Рис. 2.225. Графічне представлення вихідних даних і результатів згладжування.

Кореляція

Кореляційний аналіз, як відомо, дозволяє виявити взаємозв'язок двох випадкових величин. Чим ближче до 1 абсолютна величина коефіцієнта кореляції, тим сильніше пов'язані досліджувані випадкові величини.

Для прикладу розглянемо кілька вибірок. Нехай в кожній вибірці буде по 25 значень, і починати генерацію вихідних даних будемо з стовпця А. (рис. 2.226). Перша вибірка (назвемо її *Вибірка1*) є нормально розподіленою випадковою величиною з середнім значенням 5 і стандартним відхиленням 1, друга (*Вибірка2*) – також нормально розподілена випадкова величина з середнім значенням 4 і стандартним відхиленням 2, третя (*Вибірка3*) – випадкова величина з рівномірним розподілом в інтервалі $[-2; 2]$. Четверта вибірка (*Вибірка4*) отримана шляхом подвоєння значень *Вибірки1* і додавання до результату значень *Вибірки3* (тобто $Вибірка4 = 2 * Вибірка1 + Вибірка3$) в кожній точці.

Після створення вибірок викликаємо діалог **Корреляция** (*Сервис – Статистический анализ – Корреляция...*, рис. 2.227).

	A	B	C	D
1	Вибірка1	Вибірка2	Вибірка3	Вибірка4
2	6,051413122	2,389428362	-0,53070956	11,57211668
3	5,742798828	3,304740789	0,43561555	11,92121321
4	3,626376004	5,242300063	-1,14676122	6,105990785
5	6,42646593	4,063090306	0,974615352	13,82754721
6	4,901913016	5,913428277	0,367940181	10,17176621
7	4,466820747	0,260205924	-0,10222249	8,831419005
8	4,97148001	6,944789202	-0,16919253	9,773767494
9	5,282864613	2,844744481	1,476151907	12,04188113
10	5,477510315	3,674206742	-1,72174969	9,233270937
11	2,461775777	4,194305309	-0,18678972	4,736761831
12	4,781372776	2,396460623	1,995011068	11,55775662
13	4,666747617	3,220645913	-1,8119146	7,521580631
14	4,115445968	5,147248981	0,220922256	8,451814193
15	3,611711045	4,48433349	0,231345755	7,454767845
16	5,098226219	4,336390929	-0,10807534	10,0883771
17	4,344886307	1,791910689	0,913196907	9,602969522
18	5,759839906	5,045872098	1,934446047	13,45412586
19	4,466422977	2,257251221	1,101006282	10,03385224
20	5,584881377	3,117504122	-1,55479145	9,614971308
21	5,834398577	2,256038506	-1,61012502	10,05867213
22	4,961725378	5,828069271	1,692598614	11,61604937
23	4,715527923	1,778237379	0,688879498	10,11993534
24	4,963409654	3,588696671	1,366272648	11,29309196
25	3,698052198	4,767319588	0,063173612	7,459278009
26	5,66739595	1,506530003	1,055234865	12,39002677

Рис. 2.226. Вхідні дані.

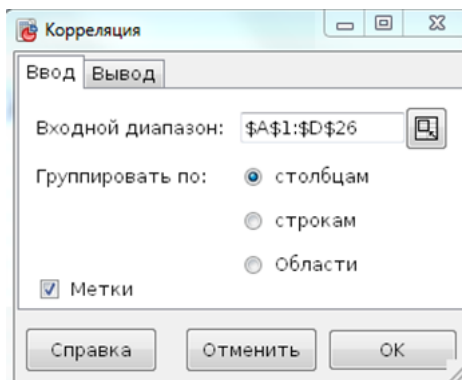


Рис. 2.227. Введення вихідних даних для обчислення кореляції.

Присвоєння імен стовпцями вихідних даних і використання режиму «Метки» в діалозі «Корреляция» дозволяє на виході отримати іменовані результати (рис. 2.228). Видно, що кожна вибірка сама з собою прекрасно корелює (коефіцієнт дорівнює 1), а четверта вибірка з першою має коефіцієнт більше 0,8 (менше 1, оскільки *Вибірка4* спотворена додатковим впливом *Вибірки3*).

	A	B	C	D	E
1	Корреляции	Вибірка1	Вибірка2	Вибірка3	Вибірка4
2	Вибірка1	1			
3	Вибірка2	-0,1809412	1		
4	Вибірка3	0,062396233	-0,0005427	1	

Рис. 2.228. Результати обчислення кореляції вибірок.

Для вправління корисно обчислити коефіцієнт кореляції двох незалежних вибірок випадкових величин з однаковими параметрами розподілу.

Коваріація

Коефіцієнт коваріації також дозволяє визначити взаємозв'язку випадкових величин, але, на відміну від коефіцієнта кореляції, цей параметр не є нормованим, тому його значення не несе ніякої очевидною інформації. Більш інформативним є обчислення коефіцієнта кореляції. Подивимося на результати обчислення коваріації (*Сервис – Статистический анализ – Ковариация...*) для тих же вихідних даних, що і в прикладі обчислення кореляції (див. рис 2.223).

Видно, що без додаткових зусиль якось інтерпретувати результати обчислення коваріації досить складно (рис. 2.229).

	A	B	C	D	E
1	Ковариации	Вибірка1	Вибірка2	Вибірка3	Вибірка4
2	Вибірка1	0,78460781			
3	Вибірка2	-0,251632	2,46492443		
4	Вибірка3	0,06188711	-0,000954	1,25380804	
5	Вибірка4	1,63110274	-0,504218	1,37758226	4,63978774

Рис. 2.229. Результат обчислення коваріації вибірок.

Регресія

Теоретичні основи регресійного аналізу. Лінійний парний регресійний аналіз полягає у визначенні параметрів емпіричної лінійної залежності (2.17), яка описує зв'язок між деякими N числом пар значень x_i та y_i , забезпечуючи при цьому найменшу середньоквадратичну похибку (метод найменших квадратів).

$$y(x) = ax + b. \quad (2.17)$$

Графічно це виглядає як проведення прямої в «хмарі» точок з координатами x_i , y_i так, щоб величина всіх відхилень між значен-

нями у на цій прямій при наявних значеннях x_i і координатами y_i наявних точок відповідала умові (2.18).

$$U = \sum_{i=1}^N (y_i - y(x_i))^2 \rightarrow \min, \quad (2.18)$$

де $y(x_i)$ – теоретична залежність (2.17). Для цього потрібно прирівняти до нуля частинні похідні (2.19) і (2.20):

$$\frac{\partial U}{\partial b} = \sum_{i=1}^N (y_i - (b + ax_i)), \quad (2.19)$$

$$\frac{\partial U}{\partial a} = \sum_{i=1}^N (y_i - (b + ax_i))x_i. \quad (2.20)$$

Тоді для визначення коефіцієнтів лінійної регресії a і b отримуємо систему рівнянь (2.21).

$$\begin{cases} bN + a \sum_{i=1}^N x_i = \sum_{i=1}^N y_i, \\ b \sum_{i=1}^N x_i + a \sum_{i=1}^N x_i^2 = \sum_{i=1}^N x_i y_i. \end{cases} \quad (2.21)$$

Вирішення цієї системи дається співвідношеннями (2.22) і (2.23).

$$a = \frac{\sum_{i=1}^N x_i - \sum_{i=1}^N y_i - N \sum_{i=1}^N x_i y_i}{\frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N x_i - N \sum_{i=1}^N x_i^2 \right)}, \quad (2.22)$$

$$b = \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N y_i - a \sum_{i=1}^N x_i \right). \quad (2.23)$$

Для визначення відхилення зв'язку між x_i та y_i від лінійної використовується коефіцієнт парної кореляції (2.24).

$$R = \frac{\sum_{i=1}^N x_i y_i - \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N x_i \sum_{i=1}^N y_i \right)}{\sqrt{\sum_{i=1}^N x_i^2 - \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N x_i \right)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N y_i^2 - \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N y_i \right)^2}}. \quad (2.24)$$

Якщо експериментальна залежність явно нелінійна, для її інтерполяції (апроксимації) застосовуються різні нелінійні залежності (експоненціальна, степенева з додатними або від'ємними показниками ступеня, поліноміальні різних порядків та ін.). При цьому інтерполяційна функція «лінеаризується», тобто зводиться до вигляду (2.17) шляхом заміни змінних. Відповідно перераховуються значення експериментальних точок і коефіцієнт парної кореляції показує успішність цього перетворення. Оскільки знак коефіцієнта парної кореляції при оцінці якості лінеаризації не є суттєвим, часто використовується значення R^2 .

Реалізація обчислень на моделі. Регресія як елемент статистичного аналізу в Gnumeric проводиться по лінійній моделі, а відхилення розглядаються як нормально розподілені випадкові помилки. В результаті проведення такого регресійного аналізу (*Сервис – Статистический анализ – Регрессия...*) обчислюється безліч параметрів, які можуть багато чого сказати досвідченому фахівцеві. Для прикладу вихідних даних, використаних раніше для згладжування (див. рис. 2.223) результати регресії наведені на рис. 2.230. При створенні даної ілюстрації дані з довгих рядків (параметри F і P) були перенесені вниз, тобто в реальній таблиці чарунки F і *Значимость F* знаходяться в тому ж рядку, що і параметр *степень свободы*, а значення параметрів P , *Ниже 95%* і *Выше 95%* – в тих же рядках, що і значення коефіцієнтів регресії.

В результаті виходить рівняння

$$Y = -4.59 * X + 55.677.$$

Параметр X дає коефіцієнт нахилу прямої (осередок B18), а параметр *Пересечение* – точку перетину прямої з віссю Y (чарунка B17).

	A	B	C	D
1	Итоговый вывод		Response Variable	Y
2				
3	Регрессионные статистики			
4	Множественная R	0,8526682068796		
5	R^2	0,72704307102328		
6	Стандартная ошибка	13,0546349301442		
7	Вычисленная R	0,70604638417891		
8	Наблюдения	15		
9				
10	Дисперсионный анализ			
11		степень свободы	сумма квадратов	Квадрат среднего
12	Регрессия	1	5901,179588928571	5901,17958892857
13	Остатки	13	2215,505411071429	170,423493159341
14	Всего	14	8116,685	
15				
16		Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика
17	Пересечение	55,6765714285714	7,093342477576161	7,8491305903499
18	X	-4,590821428571	0,7801636576462218	-5,8844338409996
19				
20		F	Значимость F	
21		34,6265616291009	5,371818505571E-05	
22				
23		p-значение	Ниже 95%	Выше 95%
24		2,752699921E-06	40,352336670459756	71,0008061866831
25		5,371818506E-05	-6,276262541461696	-2,9053803156812

Рис. 2.230. Результаты регрессийного аналізу експериментальних даних.

Цікаво порівняти результати регрессийного аналізу, проведеного таким чином, з рівняннями регресії, які можна отримати на діаграмі XY (рис. 2.231). На ній точками показані вихідні дані, пунктирною лінією – лінійна регресія (верхнє рівняння), параметри якої в точності збігаються з обчисленими за допомогою «статистичного» регрессийного аналізу. Суцільна лінія і нижнє рівняння відповідають експоненційній моделі регресії, яка дає набагато кращий коефіцієнт визначеності (критерій Пірсона).

Розглянемо докладніше процес додавання і налаштування параметрів ліній регресії на графік з експериментальними даними. В якості вихідних даних використовуємо таблицю, яка вже застосовувалася в розділі про статистику при описі інструментів передбачення і регресії (рис. 2.232). На рис. 2.233 показаний графік з вихідними даними (круглі точки).

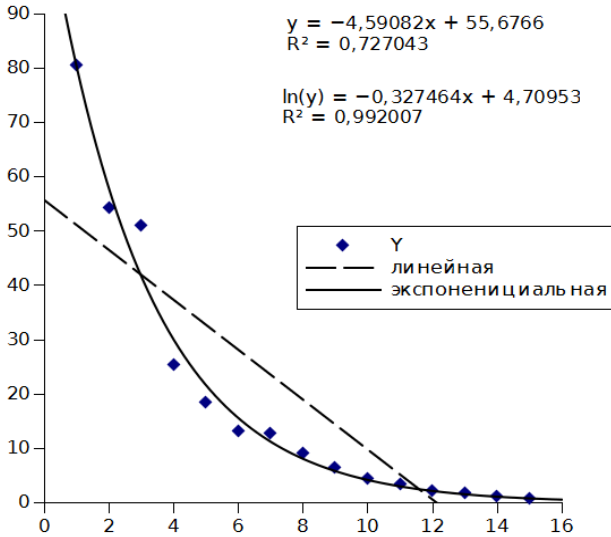


Рис. 2.231. Вихідні дані і криві регресії на діаграмі XY.

Оскільки лінійна регресія для таких даних, очевидно, дає погані результати, будемо намагатися використовувати нелінійні моделі. Тоді цей процес можна буде називати «non-linear fitting» – «нелінійна підгонка».

Для додавання кривих регресії викличемо діалог настройки графіка, потрібно вибрати серію вихідних даних (Y) і використовувати кнопку + Додати для вибору додається об'єкта (рис. 2.234). Зауважимо, що в списку варіантів присутні *Экспоненциальное сглаживание* та *Скользящее среднее*, які вже розглядалися

У якості першої спроби опису експериментальних даних виберемо варіант інтерполяції поліномом (Polynomial) 3-го порядку (див. рис. 2.235). Список Order (Порядок) дозволяє вибрати максимальну ступінь аргументу (порядок) в поліномі, а на вкладці Style (Стиль) можна налаштувати зовнішній вигляд лінії.

X	Y
1	80,54
2	54,21
3	51,01
4	25,26
5	18,43
6	13,11
7	12,75
8	9,07
9	6,4
10	4,43
11	3,39
12	2,16
13	1,7
14	1,14
15	0,65

Рис. 2.232. Вихідні дані.

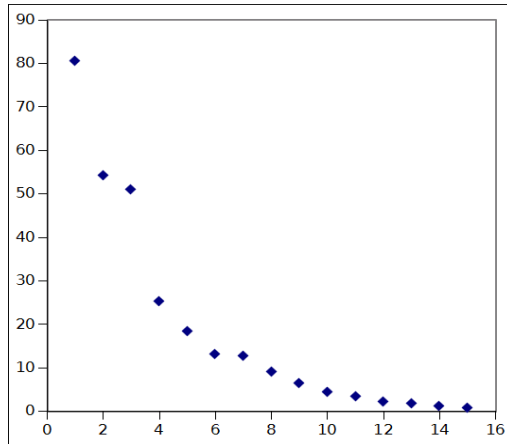


Рис. 2.233. Графік вихідних даних.

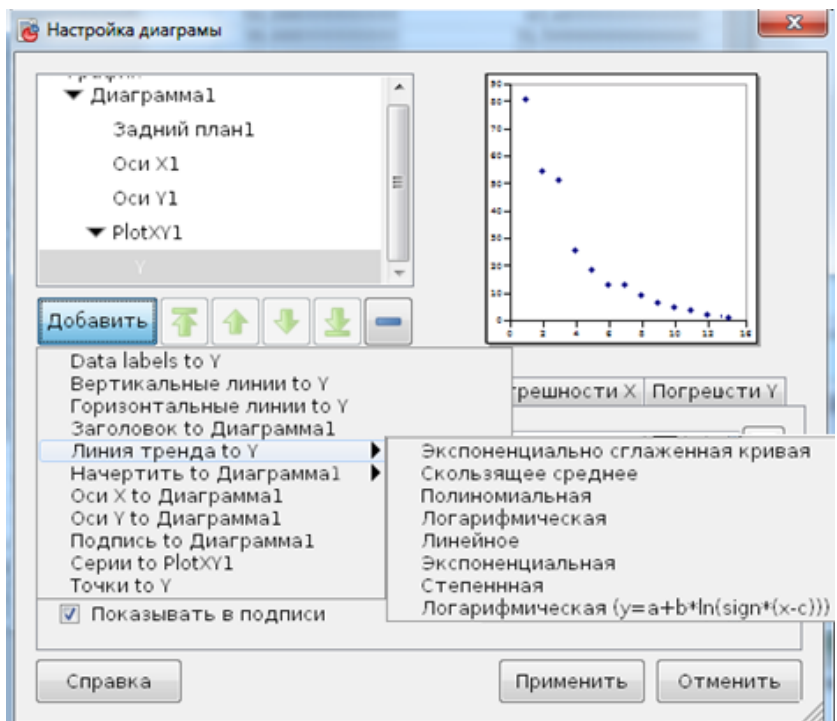


Рис. 2.234. Вибір об'єкта що додається.

Щоб дізнатися коефіцієнти полінома, слід ще раз натиснути кнопку **+Добавить**. У списку об'єктів з'явився об'єкт *Equation* (*Уравнение*), як показано на рис. 2.236. Додається на графік рівняння кривої має власний діалог налаштувань (рис. 2.237).

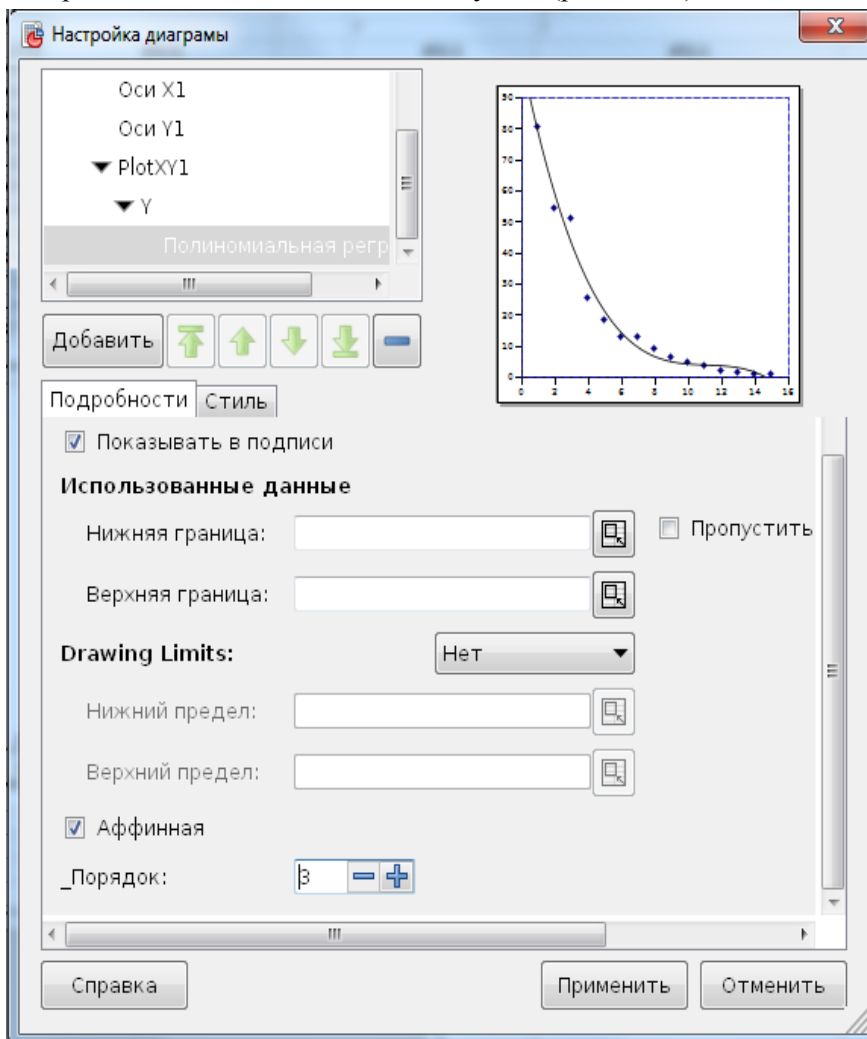


Рис. 2.235. Налаштування поліноміальної регресії і попередній вид графіка.

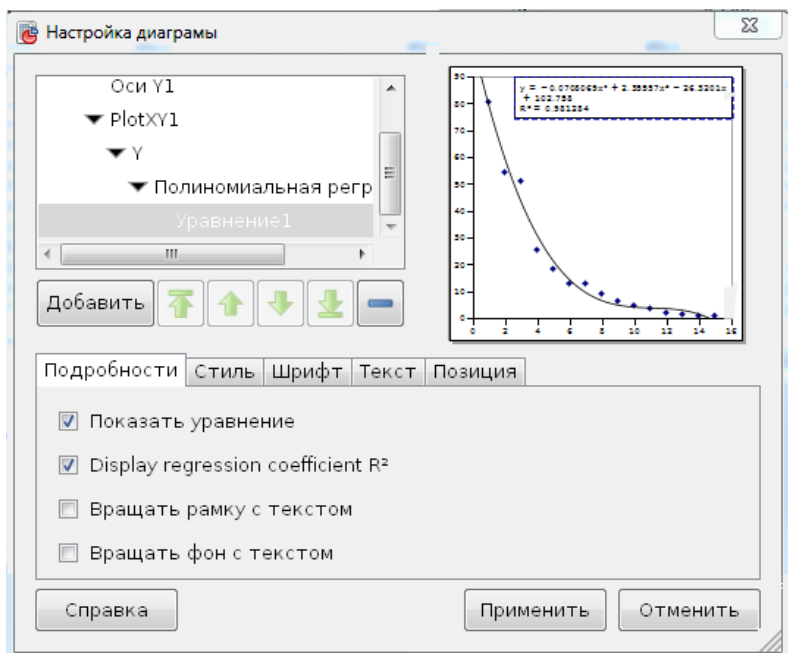


Рис. 2.236. Додавання рівняння кривої на графік.

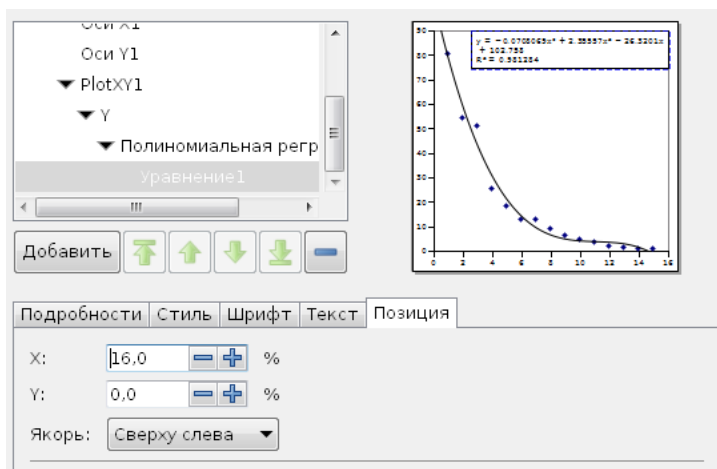


Рис. 2.237. Налаштування розташування рівняння.

Режим *Display regression coefficient R²* (Показувати коефіцієнт регресії R^2) дозволяє вивести під рівнянням значення коефіцієнта

парної кореляції, що характеризує «якість» інтерполяції. Чим ближче це значення до 1, тим рівняння регресії підібрано краще.

На вкладках *Style (Стиль)* та *Font (Шрифт)* задається стиль обрамлення області з рівнянням і шрифт для відображення рівняння.

Для порівняння додамо інтерполяцію ступеневою функцією (Power), встановив *стиль* лінії – *точки* й товщину (*розмір*) у 2 точки екрану (рис. 2.238). У цьому випадку модель має вигляд

$$y(x)=Ax^b,$$

а на графіку (рис. 2.239) відображається лінеаризований варіант рівняння (через натуральний логарифм).

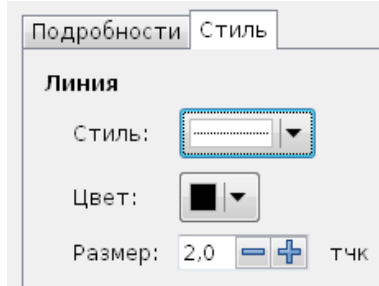


Рис. 2.238. Задання стилю степевої функції.

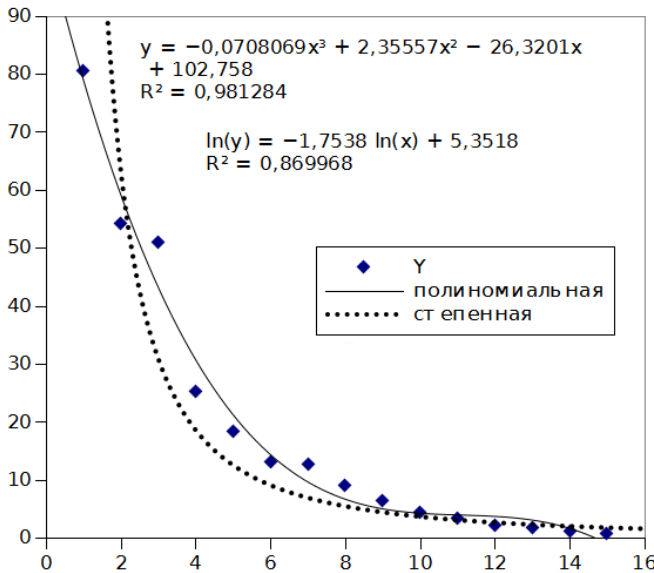


Рис. 2.239. Початкові дані і два варіанти інтерполяції.

Тепер можна пробувати інші варіанти функцій і стежити за значенням критерію R^2 . Найкращим описом буде таке, при якому це значення, як уже згадувалося, буде максимально близько до 1.

Варіант підгонки експоненційної залежності виду

$$y(x) = A * e^{bx}$$

вже був показаний на стор. 131.

Таким чином, використання Gnumeric для підгонки експериментальних даних дає непогані результати для не дуже складних залежностей і дозволяє уникнути використання громіздких і дорогих математичних пакетів програм.

2.3.6. Завдання 6 для самостійної роботи

1. Згенерувати випадкові числа, отримав розміри вибірки, рівний 25. Отримати основні статистичні характеристики вибірки.

2. Дана вибірка, що характеризує врожайність зернових і зернобобових культур аграрного підприємства Харківської області.

Роки	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2000	18,5	18,6	17,8	18,6	17,9	19	18,1	18,3	18,9	18,7
2001	21,5	22	22,9	21,6	20,9	21,1	21,6	21,3	20,8	21,7
2002	23,6	23	21,8	23,7	23,7	24,1	23,2	23,4	24	23,8
2003	21,4	21,5	20,7	21,5	20,8	21,9	21	21,2	21,8	21,6
2004	19,3	19,4	18,6	19,4	18,7	19,8	18,9	19,1	19,7	19,5
2005	18	18,1	17,3	18,1	17,4	18,5	17,6	17,8	18,4	18,2
2006	30,1	30,2	29,4	30,2	29,5	30,6	29,7	29,9	30,5	30,3
2007	32,9	33	32,2	33	32,3	33,4	32,5	32,7	33,3	33,1
2008	17,9	18	17,2	18	17,3	18,4	17,5	17,7	18,3	18,1
2009	27,3	27,4	26,6	27,4	26,7	27,8	26,9	27,1	27,7	27,5
2010	29,7	29,8	29	29,8	29,1	30,2	29,3	29,5	30,1	29,9
2011	20,2	20,3	19,5	20,3	19,6	20,7	19,8	20	20,6	20,4
2012	24	24,1	23,3	24,1	23,4	24,5	23,6	23,8	24,4	24,2
2013	38,8	38,9	38,1	38,9	38,2	39,3	38,4	38,6	39,2	39
2014	26,7	26,8	26	26,8	26,1	27,2	26,3	26,5	27,1	26,9
2015	18,7	18,8	18	18,8	18,1	19,2	18,3	18,5	19,1	18,9
2016	37	37,1	36,3	37,1	36,4	37,5	36,6	36,8	37,4	37,2

Роки	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2017	29	29,1	28,3	29,1	28,4	29,5	28,6	28,8	29,4	29,2
2018	40,3	40,4	21,9	40,4	39,7	40,8	39,9	40,1	40,7	40,5
2019	44,9	45	44,4	44,2	44,3	44,5	45,4	44,7	45,5	45,3
2020	39,6	39,7	38,9	39,7	39	40,1	39,2	39,4	40	39,8
2021	43,9	43,5	43,7	44	43,6	44,4	44	42	44,3	44,1
2022	39,1	38,4	39,2	39,2	38,5	38,7	39,6	38,9	39,2	39,3

Провести регресійний аналіз. Знайти рівняння та побудувати криві лінійної, експоненціальної, степеневі та поліноміальної регресії, вказати коефіцієнт регресії R^2 . Знайти залежність, де R^2 буде максимально наближеним до 1.

Список використаних джерел

1. Guide for writers. *National Endowment for the Arts* URL: <https://www.arts.gov/sites/default/files/OperationHomecomingWorkbook.pdf> (Last accessed: 20.05.2023).
2. OpenOffice.org офісний пакет з відкритим вихідним кодом один, то 2 Calc (Excel): відео-підручник. *Videotutorial.ro*. URL: <http://uk.videotutorial.ro/openoffice-org-o-suita-office-open-source-partea-2-calc-excel-tutorial-video/> (дата звернення: 30.04.2023).
3. Баженов В. А. Інформатика. Комп'ютерна техніка. Комп'ютерні технології: підручник для студентів вищих навчальних закладів / Львівський нац. ун-т ім. І. Франка, Нац. технічн. ун-т України «Київський політехнічний інститут», Київський нац. ун-т будівництва і архітектури. 4-те вид. К.: Каравела, 2012. 496 с.
4. Використання ОС Linux в навчальному процесі. URL: <http://wiki.kspu.kr.ua/> (дата звернення: 30.04.2023).
5. Вимоги до оформлення реферату. Документознавство. URL: <https://zrazok.pp.ua/korisn-poradi/23-vimogi-do-oformlennya-referatu.html> (дата звернення: 20.12.2023).
6. Вимоги до реферату. Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/node/765> (дата звернення: 30.04.2023).
7. Даммер О. М. Підручник з OpenOffice.org 3. Керівництво по Writer URL: http://olgadammer.at.ua/load/pidruchniki/pidruchnik_po_openoffice_3/3-1-0-6 (дата звернення: 30.04.2023).
8. Завадський, І. О., Стеценко І. В., Левченко О. М. Вивчаємо інформатику : електронний підручник. Хмельницький, 2009. URL: <http://informatic-10.at.ua/>. (дата звернення: 30.04.2023).
9. Завдання до лабораторних робіт з курсу «Основи інформаційних технологій» URL: <http://wiki.kspu.kr.ua/index.php/> (дата звернення: 30.04.2023).
10. Звіти у сфері науки та техніки : Структура та правила оформлення ДСТУ 3008:2015. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 26 с. URL: <http://www.uzhnu.edu.ua/uk/infocentre/get/13984> (дата звернення: 30.04.2023).
11. Ліпська В. В., Тверезовська Н. Т. Аналіз використання офісних пакетів openoffice та MS Office: переваги та недоліки URL:

www.nbuiv.gov.ua/old_jrn/ Soc_Gum/ Vchdpu/ped/.../Lipska.pdf (дата звернення: 30.04.2023).

12. Мережеві офісні програми URL: http://stud.com.ua/54469/informatika/merezhevi_ofisni_programi (дата звернення: 30.04.2023).

13. Открытые системы и свободные программы / Под ред. К. Маслинского. URL: <http://heap.altlinux.org/issues/textbooks/schooljunior/index.html> (дата обращения: 12.11.2023).

14. Посібник користувача Linux Mint 12 Lisa Редакція KDE URL: https://www.linuxmint.com/documentation/user/ukrainian_12.0.pdf. – 51 с. (дата звернення: 30.04.2023).

15*. Правила побудови, викладання, оформлення та вимоги до змісту нормативних документів ДСТУ 1.5:2003 URL: <http://tes.kpi.ua/wp-content/uploads/2016/02/ДСТУ-1.5-НАЦІОНАЛЬНА-СТАНДАРТИЗАЦІЯ.pdf> (дата звернення: 20.04.2023).

16. Реферування : Вікіпедія. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D1%84%D0%B5%D1%80%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F> (дата звернення 28.05.2023).

17. Сучасні методичні технології : український науково-практичний журнал *ДСТУ ГОСТ 7.1.2006* URL: http://www.mmt.zmaro.edu.ua/mmt_ukr/bibl_standart.html (дата звернення: 20.05.2023).

18. Форматування і добір даних засобами OpenOffice.org Calc URL: <http://edufuture.biz/> (дата звернення: 30.05.2023).

19. Швиденко М. З., Ткаченко О. М., Глазунова О. Г., Мокрієв М. В., Матус Ю. В., Попов О. Є. Інформатика та комп'ютерна техніка: навч. посіб. К.: Освіта України, 2012. 489 с.

Укладач: **Дьоміна Вікторія Михайлівна**

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА КОМУНІКАЦІЙНІ ЗВ'ЯЗКИ

**Методичні вказівки та завдання
для практичних занять і самостійної роботи
здобувачів першого (бакалаврського) рівня освіти
спеціальності
072 Фінанси, банківська справа та страхування**

Друкується за редакцією автора
Комп'ютерний набір, верстка В. М. Дьоміної
Обкладинка К. Р. Гарєєва

Підп. до друку 12.06.2023. Формат 60×84/16. Гарнітура Таймс.
Друк офсет. Обсяг: ум.-друк. арк. 7,3; обл.-вид. арк. 8,7. Наклад 50 прим.

61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44
e-mail: info@btu.kharkov.ua