МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

О. Є. Поморцева

ПРОГРАМУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ЗАДАЧ.

ПОСІБНИК ДЛЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

**Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2021**

УДК 004.42:004.451.86](075.8)
П55

Автор

Поморцева Олена Євгенівна*,* кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем ХНУМГ ім. О. М. Бекетова

Рецензенти:

К. А. Мамонов, доктор економічних наук, професор кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем ХНУМГ ім. О. М. Бекетова;

О. Б. Костенко, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій ХНУМГ ім. О. М. Бекетова

Рекомендовано на засіданні
Вченої ради ХНУМГ ім. О. М. Бекетова,
протокол № 1 від 1 жовтня 2021 р.

Поморцева О. Є.

П55 Програмування геоінформаційних задач. Посібник для практичних занять : навч. посібник / О. Є. Поморцева ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 132 с.

ISBN 978-966-695-566-4

Матеріал посібника викладено на прикладі завдань геоінформаційного спрямування, які вирішуються за допомогою програмування, що дозволяє істотно автоматизувати роботу користувачів геоінформаційних систем. Засвоєння матеріалу спрямоване на оволодіння інструментальними засобами, які дають можливість розробляти самостійні проєкти у середовищі ArcMap. Досягнутий рівень компетентності дозволить ефективно використовувати можливості мови програмування Visual Basic for Applications під час розв'язання завдань професійної діяльності для студентів спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій, створить основу для самостійного освоєння нових мов програмування.

УДК 004.42:004.451.86](075.8)

ISBN 978-966-695-566-4

ЗМІСТ

ВСТУП

Навчальний посібник підготовлено згідно з програмою вибіркової навчальної дисципліни **«Програмування геоінформаційних задач»**, яка має професійне спрямування для підготовки бакалаврів за напрямом «Геодезія, картографія та землеустрій».

До лабораторного практикуму входять такі роботи:

– Знайомство з інтегрованим середовищем редактора **VBA**.

– Лінійний обчислювальний процес. Створення власних кнопок.

– Налаштування інтерфейсу користувача.

– Програмування об’єктів форми. Розгалужені обчислювальні процеси.

– Циклічні обчислювальні процеси.

– Використання підпрограм та функцій.

– Розробка власних об’єктів.

– Автоматизація роботи в **ArcMap**.

– Розробка програми для обробки матриць з використанням процедур обробки двомірного масиву.

– Находження найкоротшого шляху.

У цьому навчальному посібнику розглянуто основні теоретичні поняття та терміни, які допомагають оволодіти основними принципами програмування за допомогою мови **Visual Basic for Applications** (**VBA**) – спрощеної версії Visual Basic, прийоми й засоби створення форм та програмування їхніх об’єктів у програмному забезпеченні **ArcMap**.

Кожна практична робота передбачає попередню підготовку до неї. Перед виконанням вправи необхідно спочатку відповісти на низку питань, для цього кінці кожної практичної роботи наведено завдання для самостійного виконання та контрольні питання, що значно покращує засвоєння викладеного матеріалу. Варто також підкреслити, що завдання для самостійного виконання поділено на дві категорії – загального та ускладеного рівня, що стимулює учнів до отримання додаткових балів.

Професійні компетентності, що формуються під час вивчення навчальної дисципліни «Програмування геоінформаційних задач».

У процесі навчання студенти отримують необхідні знання під час лекційних занять, закріплюють і поглиблюють їх, набуваючи при цьому

практичні навички та вміння при виконанні лабораторних робіт. Особливе значення має індивідуальна робота студентів, під час виконання якої вони самостійно розробляють проєкт у середовищі **ArcMap** для вирішення прикладних геоінформаційних (ГІС) задач. В процесі роботи над проєктом студенти набувають навичок опрацювання науково-технічної літератури, навчаються самостійно приймати рішення та робити висновки. В результаті засвоєння матеріалу навчального посібника у студентів повинні сформуватися наступні компетентності.

Проєктні, що пов'язані з використанням основ програмування мовою VBA, знанням основних принципів створення додатків.

Технічні, пов'язані із застосуванням засобів програмування у прикладних пакетах для комплексної обробки існуючих даних при розв'язанні прикладних геоінформаційних задач.

Аналітичні, що пов'язані з використанням прикладних пакетів для аналізу даних предметної області у зазначені терміни з використанням програмування засобами персональних комп'ютерів, самостійного вибору й освоєння нових програмних продуктів.

Принципи, які покладено в основу побудови навчального посібника.

В основу побудови посібника покладено принципи системності та практичної спрямованості з використанням сучасної мови програмування – Visual Basic.

Принцип практичної спрямованості передбачає фундаментальну наукову підготовку й активне практичне навчання студентів. Посібник створює умови для формування навичок і вмінь за допомогою практичної форми навчання.

У роботі розглядається англомовна версія MS Visual Basic, тому назви елементів управління, меню, команди й відповідні їм діалогові вікна наводяться англійською мовою.

У посібнику зміст практичного навчання реалізовано на базі методу активної рефлексії. Застосування цього методу припускає вивчення й обмірковане повторення студентами операцій, які необхідні для досягнення поставленої мети.

Під час викладення матеріалу дається короткий опис теоретичних основ, аналіз засобів застосування отриманих знань та детально розглядається процес розробки додатків засобами Visual Basic for

Applications. Завдяки цьому студенти навчаються створювати форми з подальшим програмуванням цих об’єктів самостійно з використанням матеріалу посібника.

Важливим є те, що у практичній частині посібника використовуються завдання, які мають практичну спрямованість за напрямом підготовки. Формування навичок може здійснюватися як під керівництвом викладача в аудиторії, так і вдома шляхом самостійного створення індивідуальних проєктів на основі розглянутої методики.

Під час вибору матеріалу враховувалися обмеження, які накладає на навчальний процес час навчання. До посібника включено мінімальний набір засобів **VBA**, які необхідні для створення власних форм з подальшим програмуванням цих об’єктів.

У процесі викладення матеріалу використовуються **навігаційні підказки** у вигляді позначок, які допоможуть зорієнтуватися в структурі навчального посібника:

- **напівжирне написання** – терміни програми Visual Basic;
- ***курсивне напівжирне написання*** – назви, які вводить студент.
- **ПРИМІТКА** – роз’яснення, за допомогою якого можна виконати поставлене завдання;
- 1* – питання підвищеної складності (у завданнях для самостійного виконання).

Для визначення рівня засвоєння матеріалу кожного підрозділу пропонуються контрольні питання. Паралельно зі всіма лабораторними роботами студенти мають працювати над своїм індивідуальним завданням згідно зі своїм варіантом. Варіанти індивідуальних завдань наведені у відповідному розділі навчального посібника.

Засвоєння у повному обсязі матеріалу цього навчального посібника допоможе розвинути здатність до подальшого навчання, самостійного розвитку та оволодіння інструментальними засобами для розв’язання завдань за допомогою програмування під час розв’язання прикладних задач геоінформаційного спрямування.

Посібник апробований під час викладання дисципліни «Програмування геоінформаційних задач» студентам Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова.

РОЗДІЛ 1
ЗАВДАННЯ НА ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

1.1 Практичне заняття.
Знайомство з інтегрованим середовищем редактора VBA

Мета: виробити уміння й навички роботи з компонентами інтегрованого середовища розробки додатків.

Призначення: виконавши роботу, ви навчитеся створювати додатки за допомогою об'єктно-орієнтованої мови програмування **Visual Basic**, яка вбудована в **ArcMap Desktop**.

Ключові слова

Об'єктно-орієнтована мова програмування, код, процедура, подія, оператор, коментар, макрос.

Теоретичні відомості

Visual Basic for Applications – спрощена версія Visual Basic, однієї з безліч об'єктно-орієнтованих мов програмування. Також ви можете використовувати інші мови для програмування ArcObjects (наприклад C++ або VisualBasic), але **VBA** є вбудованою в ArcGis Desktop і завантажується разом з **ArcMap** або **ArcCatalog**.

Головна відмінність між **VBA** та іншими об'єктно-орієнтованими мовами програмування полягає в тому, що **VBA** створена спеціально для роботи з додатками, до складу яких вона входить. Програмісти, які працюють з такими мовами програмування, як C++, як правило, будують додатки на порожньому місці, працюючи з низкою об'єктів, тоді як програмісти **VBA** набудовують додатки, такі як **ArcMap**, до складу яких входить **VBA**. Програмісти **VBA** можуть використовувати вбудовану функціональність додатка, в якому вони працюють.

У **VBA** є свій власний набір засобів розробки. Наприклад, у цій мові є вікна для організації та зберігання коду, який ви пишете; інструменти для того, щоб створити діалогові вікна та їхні компоненти (кнопки, випадаючі списки, тощо); інструменти для налаштування коду.

Код організований в процедури. **Процедура** включає усі інструкції, у разі додержання яких виконується деяке завдання, таке як, наприклад, друк карти чи якесь інше. Процедури можуть бути пов'язані між собою так,

щоб коли одна з них закінчується, повинна починатися наступна.

У вас може іноді бути ланцюжок процедур, які виконуються одна за одною, але перша процедура в ланцюгу вимагає людського втручання. Такі дії, як відкриття додатка, клацання кнопкою, або переміщення покажчика миші називають «подіями». **Подія** – це те, що запускає процедуру на виконання.

Хід роботи

Вправа 1

Знайомство з інтегрованим середовищем редактора VBA

– Відкрийте додаток **ArcGis / ArcMap**.

– Відкрийте вікно інтегрованого середовища розробки додатків редактора Visual Basic натисненням комбінації клавіш **Alt + F11** або за допомогою меню **Tools / Macros / Visual Basic Editor**.

– Ознайомтеся зі структурою головного вікна середовища редактора Visual Basic (рис. 1.1).

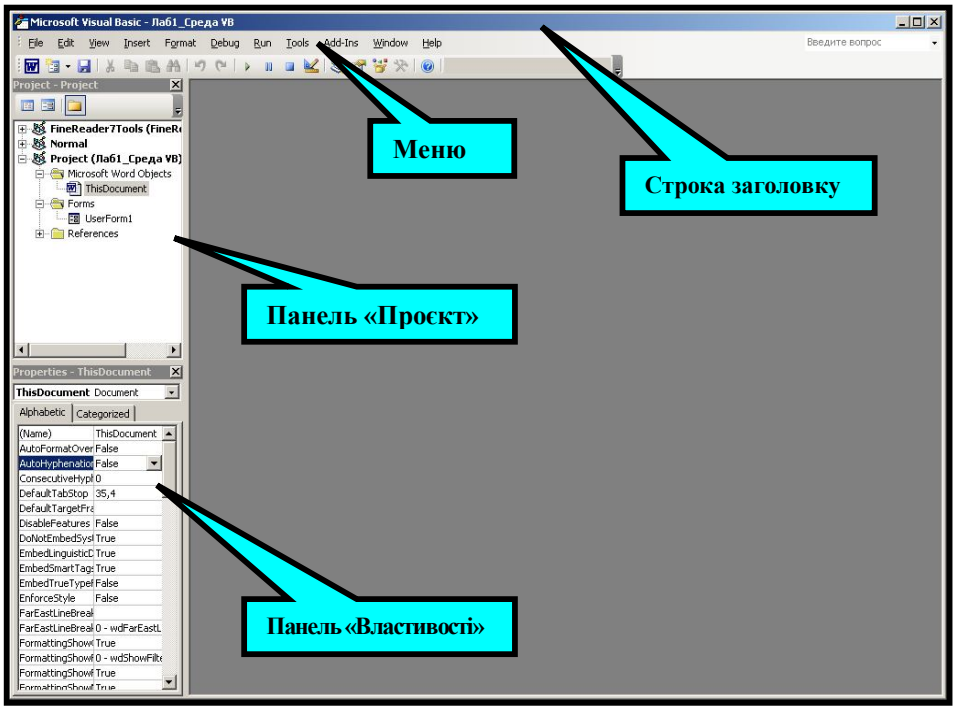


Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд вікна редактора Visual Basic

– Видаліть, а потім відновіть вікно **Проєкт** (меню **View** команда **Project Explorer** ) і **Властивості** (меню **View** команда **Properties Window** ) .

– Додайте до проєкту вікно форми, клацнувши кнопку **Insert UserForm**, яка розташована на стандартній панелі інструментів (рис. 1.2).

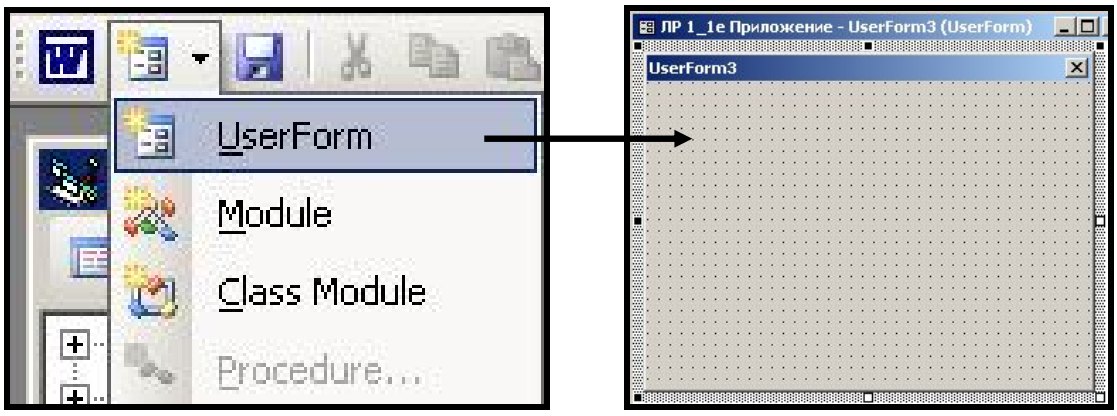


Рисунок 1.2 – Додавання до проєкту форми

– Дізнайтеся значення властивостей форми **Name** та **Caption** (дивіться на панель **Properties**).

– Знайдіть на панелі елементів управління кнопки наступних елементів: **Label** та **CommandButton** і додайте їх на форму перетягнувши лівою кнопкою миші (рис. 1.3).

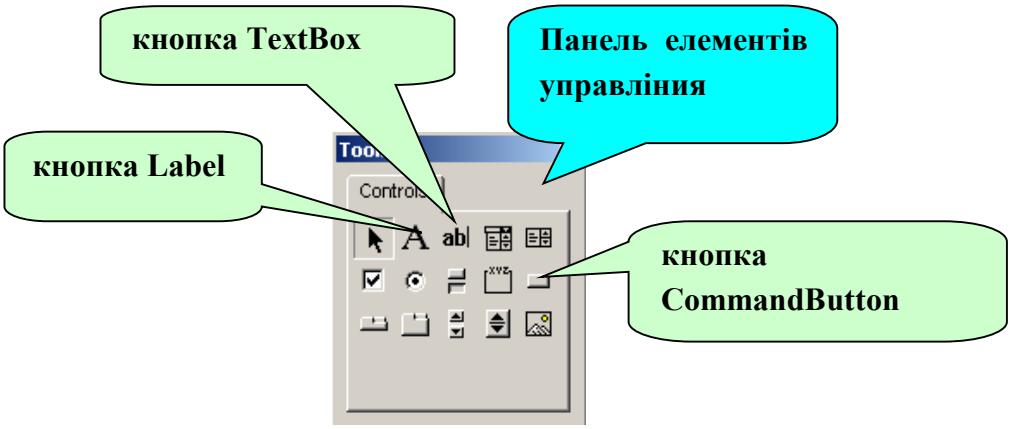


Рисунок 1.3 – Панель елементів управління (Toolbox)

– Подвійним клацанням миші на формі викличте вікно коду (рис. 1.4).

– За допомогою команд **View Code**  та **View Object**  вікна проєкту перейдіть з вікна коду у вікно форми й назад (рис. 1.5).

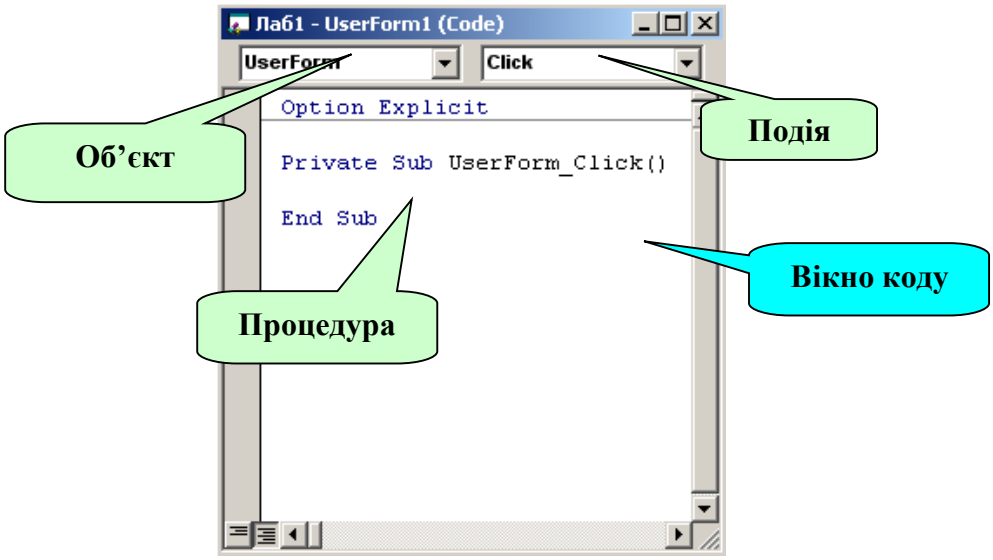


Рисунок 1.4 – Вікно коду

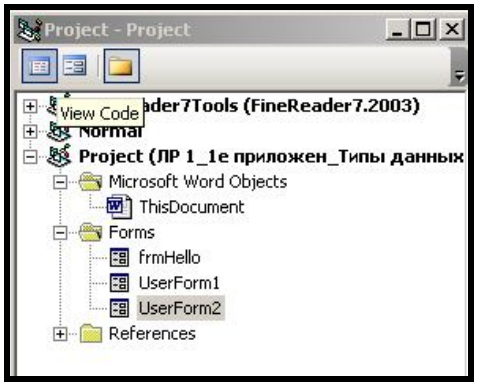


Рисунок 1.5 – Вікно проєкту

– Запустіть програму на виконання, виконавши команду **Run Sub / UserForm**  , а потім завершіть її роботу. Як змінився зовнішній вигляд форми?

– Збережіть документ **ArcMap** разом із програмою **VBA** (ім'я файлу ***Середовище VB.mxd***) і закрийте вікно **ArcMap**.

– Подвійним клацанням миші на значку документа ***Середовище VB.mxd*** відкрийте його, перейдіть у вікно інтегрованого середовища розробки додатків редактора Visual Basic і переконайтеся, що в ньому є форма UserForm.

Вправа 2

Ваш перший додаток

Після короткого знайомства з інтегрованим середовищем та його можливостями, настав час застосувати отримані знання на практиці і створити найпростіший додаток.

Додаток «**Привіт геоінформаційникам!**» створюється в такий спосіб:

– Змініть розміри вже створеної форми, перетягнувши її край маркером за допомогою миші. В остаточному варіанті вона повинна мати розміри близько 7 см завширшки та 5 см заввишки.

ПРИМІТКА. Форму можна переміщувати, перетягуючи її мишею у вікні макета.

– Виділіть форму, клацнувши на ній мишею. Про те, що виділена саме форма, а не один із розміщених на ній елементів, можна судити по змісту вікна властивостей. Якщо це вікно відсутнє на екрані, натисніть F4.

Задайте значення двох властивостей форми (табл. 1.1):

– **Caption** – ***Мій перший додаток. Автор: Петров*** (після слова «Автор» вкажіть своє прізвище);

– **Name** - ***frmHello***.

Текст, написаний як властивість **Caption**, буде виведений у заголовку форми. За допомогою дуже важливої властивості **Name** ми будемо посилатися на форму у програмі. Ім'я ***frmHello*** набагато краще за ім'я **Form1**, яке присвоює **VBA** властивості **Name** за замовчуванням. Те саме стосується властивості **Caption** цього додатку, яка змінена на ***Мій перший додаток. Автор: Петров***.

Таблиця 1.1 – Загальноприйняті префікси елементів управляння

Тип об'єкта	Призначення	Префікс
Label	напис	lbl
TextBox	текстове поле	txt
CommandButton	кнопка	cmd
ChekBox	прапорець	chk
OptionButton	перемикач	opt
Frame	група (рамка)	fra
ListBox	список	lst
ComboBox	поле зі списком	cbo
Image	рисунок	img
PictureBox	графічний фрейм (вікно з рисунком)	pic
OLE Container	об'єкт OLE	ole
Form	форма	frm
Shape	фігура	shp
ShipButton	лічильник	spb
ScrollBar	полоса прокрутки	slb

Клацніть один раз на елементі управління **Label** (напис) у вікні **Toolbox** і перемістіть курсор миші на форму. Курсор миші змінить свій вигляд на (+). Встановіть хрестик у тому місці, де буде знаходитись верхній кут елемента. Натисніть ліву кнопку миші та утримуючи її, перетягніть курсор до того місця, де буде знаходитись правий нижній кут створюваного елемента. При цьому буде видно прямокутний контур. Відпустіть кнопку миші. На формі з'явиться прямокутна область, для якої задайте у **властивості Name** значення **lblHello**, а у властивість **Caption** введіть: ***Привіт геоінформаційникам!***

У властивості **ForeColor** на вкладці **Palette** встановіть колір так, щоб у формі, яка проектується, текст напису ***Привіт геоінформаційникам!*** відображався синім кольором на бірюзовому полі. Використайте для цього властивості **ForeColor** та **BackColor** у вікні **Properties** (рис. 1.6).

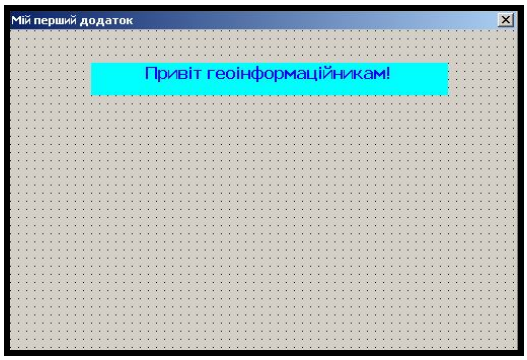


Рисунок 1.6 – Напис на формі

Потрібно передбачити, щоб під час виконання програми при клацанні на написі ***Привіт геоінформаційникам!*** колір змінювався на червоний.

Для цього двічі клацніть в області напису ***Привіт геоінформаційникам!*** Подвійне клацання на елементі (або формі) відкриває вікно програми зі стандартною подією. У цьому випадку стандартна подія – **Click** (клацання мишею). На екрані повинен з'явитися шаблон процедури (або заготовка).

```
Private Sub lblHello_Click()

End Sub
```

Не звертайте уваги на префікс **Private Sub**; зараз важливо лише ім'я процедури, **lblHello Click()** – воно означає, що після того, як користувач

клацне мишею по вказаній області, буде виконаний код, що знаходиться в цій процедурі. Введіть у вільне поле цієї процедури:

lblHello.ForeColor = vbRed

Отже, ви встановили червоний колір напису (рис. 1.7). Закрийте вікно діалогу з кодом програми.

ПРИМІТКА. Зверніть увагу на те, що при написанні коду після того, як ви поставили крапку після назви елемента форми – текстового напису **lblHello** з'явився випадаючий список з усіма діями, які можна застосувати до цього елемента.

Рисунок 1.7 – Процедура зміни кольору напису на червоний

Створіть ще один елемент управління **Label**, для якого задайте у властивості **Name** ім'я **lblName**, а у властивість **Caption** введіть ***Ваш Вася*** (своє ім'я).

У властивості **ForeColor** у випадаючому списку на вкладці **Palette** вікна **Properties** встановіть такий колір, щоб у запроєктованій формі текст напису ***Ваш Вася*** відображався зеленим кольором, а у властивості **BackColor** задайте фон – світло-жовтий (рис. 1.8).

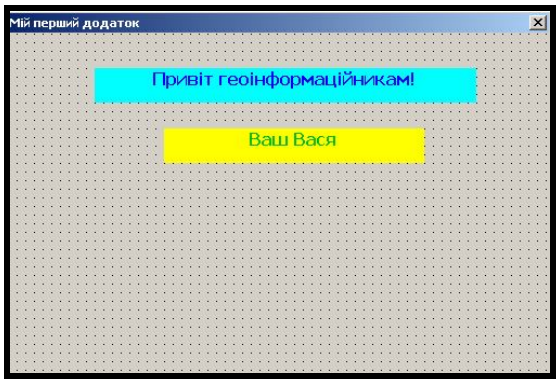


Рисунок 1.8 – Форма з двома написами

Потрібно передбачити, щоб під час виконання програми при клацанні по напису ***Ваш Вася*** колір змінювався на синій. Для цього виконайте дії,

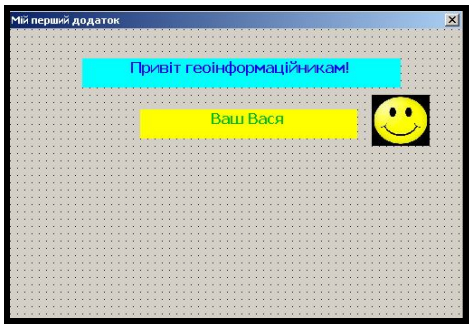
аналогічно до описаних вище, але у вікні коду вкажіть – **lblName.ForeColor** =
= **vbBlue** (рис. 1.9).

```
Private Sub lblName_Click()
lblName.ForeColor = vbBlue
End Sub
```

Рисунок 1.9 – Процедура зміни кольору напису на синій

Додайте рисунок до форми – елемент управління **Image**. Потім за допомогою властивості **Picture** вкажіть місце розташування бажаного рисунка. Розташуйте рисунок праворуч від напису ***Ваш Вася***.

Передбачте, щоб під час виконання програми при клацанні по рисунку він зникав – у коді укажіть зміну властивості **Visible** (**True** або **False**) (рис. 1.10).




```
Private Sub ImgSmile_Click()
ImgSmile.Visible = False
End Sub
```

Рисунок 1.10 – Форма з рисунком та код

Додайте до форми елемент-кнопку (**Command Button**) (рис. 1.11), перемістіть її в нижню центральну частину вікна форми та задайте такі властивості:

- властивість **Name** – **cmdEXIT**;
- властивість **Caption** – **Вихід**.

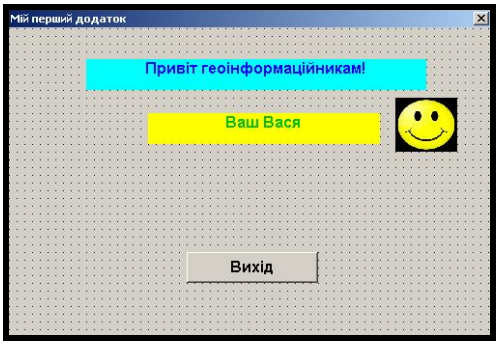


Рисунок 1.11 – Форма з кнопкою «Вихід»

Тепер двічі клацніть на кнопці **cmdEXIT / Вихід**. Подвійне клацання на елементі (або формі) відкриває вікно програми зі стандартною подією. Для кнопки стандартною є подія **Click**. На екрані повинен з'явитися шаблон процедури (або заготовка) введіть між рядками **Private Sub** та **End Sub** такий фрагмент програми (рис. 1.12):

```
Private Sub cmdEXIT_Click()
Unload Me
Set frmHello = Nothing
End Sub
```

Рисунок 1.12 – Процедура завершення додатка

Коли користувач натискає («клацає») кнопку **cmdEXIT**, відбувається подія **cmdEXIT_Click**. У цому випадку вона повідомляє форму про те, що вона повинна вивантажити себе. Оскільки в нашому додатку немає інших форм, вивантаження форми призводить до завершення додатка (формі повинно бути привласнено ім'я **frmHello**).

Збережіть зміни натиснувши кнопку стандартної панелі інструментів **Save** (Зберегти)  . При збереженні файлу зберігаються усі його форми. У нашому додатку є всього одна форма, якій відповідає один файл.

ПРИМІТКА. Зверніть увагу – наша форма описується трьома атрибутами: властивістю **Name** (**FrmHello**), властивістю **Caption** (**Мій перший додаток**) та ім'ям файлу (**Середовище VB**). Ви повинні чітко розуміти, чим відрізняються ці атрибути.

ПРИМІТКА. Властивість **Caption** виводиться в заголовку форми, властивість **Name** слугує для роботи з формою у програмі, а ім'я файлу використовується операційною системою.

Виконайте команду **Run / Start**  . Якщо все було зроблено правильно, на екрані з'являється форма з повідомленням ***Привіт геоінформаційникам!*** (рис. 1.13).

Завершіть роботу додатку натиснувши на кнопку **Вихід**. Якщо у вас щось не вийшло, повторіть описані дії та знайдіть помилку.

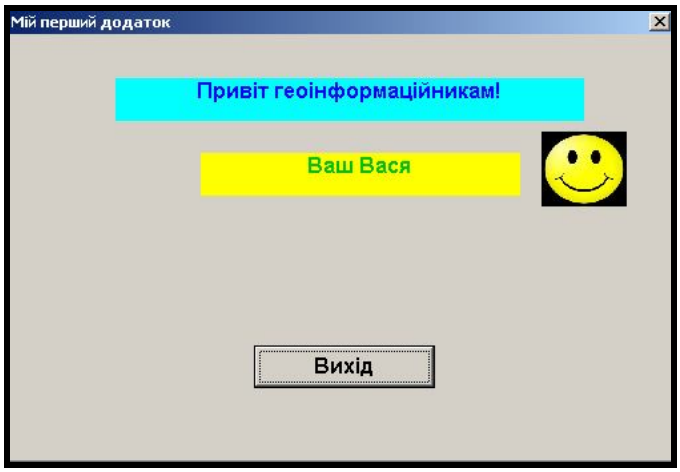


Рисунок 1.13 – Зовнішній вигляд спроєктованої форми «Мій перший додаток» після виконання програми

Ви тільки що створили додаток, зробили перший крок на шляху до своєї професійної майстерності у Visual Basic. На прикладі цієї найпростішої програми ви познайомилися з роботою Visual Basic. Хоча додаток ***Привіт геоінформаційникам!*** був дуже простим, він дає деяке уявлення про те, як працює Visual Basic.

Завдання для самостійного виконання

1. Передбачте, щоб під час виконання програми при повторному клацанні на тому місці, де був рисунок, він знову з'являвся (у коді змінюється значення властивості Visible).
2. Створіть **Label** «**Дата**» і передбачте, щоб при клацанні на тексті, з'являлася поточна дата.
3. * Передбачте, щоб під час відкриття документу з'являлася форма, створена в лабораторній роботі, (в процедурі обробки події **Open** для документа використовуйте метод **Show** форми).
4. Помістіть на кнопці «**Вихід**» рисунок замість напису.
5. Встановіть різні параметри тексту (шрифт, розмір, колір) для різних текстових полів на формі.

6. * Чи можна провести вивантаження форми без кнопки **Вихід**? Змініть для цього код.

7. Встановіть як фон форми, замість сірого кольору, фоновий малюнок.

Контрольні питання

1. У чому полягають особливості мови Visual Basic for Applications?
2. Поясніть, що таке «код» програми.
3. Поясніть, що таке «процедура».
4. Поясніть, що таке «подія».
5. Як відкрити редактор Visual Basic у **ArcMap**?

1.2 Практичне заняття.
Лінійний обчислювальний процес.
Створення власних кнопок

Мета: виробити уміння та навички роботи з панелями користувача і створення лінійних програм з подальшим підключенням їх до кнопок на панелях.

Призначення: виконавши роботу, ви навчитеся створювати панелі інструментів користувача та лінійні програми. А також підключати ці програми до кнопок на панелях інструментів.

Ключові слова

Алгоритм, макрос, програмний код, панель інструментів, зображення (іконка) на кнопці, карта.

Теоретичні відомості

Розв’язання задач на ЕОМ (електронно-обчислювальна машина) – це процес перетворення початкових даних у кінцеві результати. Цей процес є обробкою даних і складається з певної послідовності дій.

Принцип розв’язання задач на ЕОМ полягає в представленні задачі у вигляді програми обробки даних і реалізації її на ЕОМ з метою отримання кінцевих результатів при заданих початкових даних. Розробка програми заснована на можливості представити будь-яку задачу у математичній формі: математичними формулами та іншими співвідношеннями, якими задаються правила обробки даних. Програма визначає послідовність реалізації цих правил на ЕОМ.

Алгоритм – це чітко задана послідовність дій, які повинні бути виконані для розв’язання задачі. Алгоритм – це план роботи комп’ютера. Одну мету можна досягти різними способами (алгоритмами).

Словесний опис алгоритму.

1. Введення.
2. Обчислення.
3. Виведення.

Програма на алгоритмічній мові є формою представлення алгоритму. Вона включає опис алгоритму й даних на алгоритмічній мові. Опис даних

– це вказівки на виділення певного обсягу пам’яті та форму представлення даних для їхнього збереження й обробки.

Алгоритмічна мова – програма для комп’ютера.

Отже, для розв’язання задач на ЕОМ необхідно: розробити математичну модель задачі, визначити початкові дані й кінцеві результати, розробити алгоритм і програму на алгоритмічній мові, виконати переклад програми з алгоритмічної на машинну мову за допомогою транслятора, виконати машинну програму на ЕОМ та отримати результати.

Обчислювальний процес називається лінійним, якщо усі його операції виконуються послідовно в порядку їхнього запису (рис. 2.1).

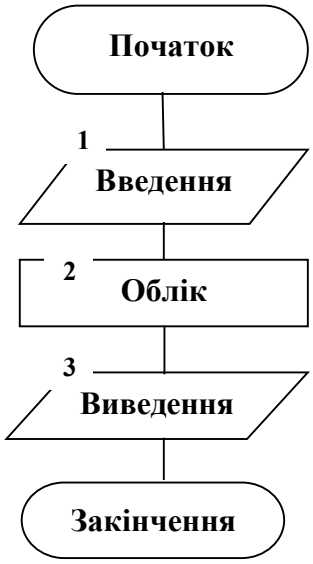


Рисунок 2.1 – Алгоритм лінійного обчислювального процесу

Приклади:

1. Визначити ціну товару в іншій валюті, якщо відомий її курс.

2. Визначити залишок товару на складі у кінці дня, якщо відома його кількість на початку дня, а також надходження та витрати протягом дня.

Хід роботи

Щоб внести зміни в інтерфейс користувача, необхідно викликати діалогове вікно **Customize**, показане нижче, клацнувши правою кнопкою миші (ПКМ) в області панелі інструментів та вибравши у випадаючому меню пункт **Customize** (рис. 2.2).

Використовуйте вкладку **Toolbars**, щоб створювати, видаляти, перейменовувати, відновлювати панелі інструментів, щоб додавати їх до інтерфейсу програми.

ПРИМІТКА. Вкладка **Commands** відображує команди та меню, які ви можете перетягнути з діалогового вікна **Customize** на панель інструментів. Вкладка **Options** містить параметри безпеки та інші установчі параметри.

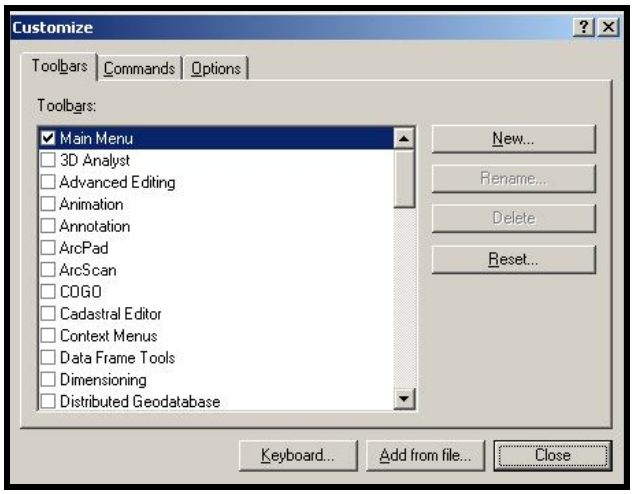


Рисунок 2.2 – Діалогове вікно зміни інтерфейсу Customize

Вправа 1

Постановка задачі

Припустимо що ви – програміст GIS для відділу планування Манхеттена, штату Канзас. Коли люди приходять в офіс відділу планування для отримання карти ділянок, співробітник відділу використовує **ArcMap**, щоб створити необхідні карти.

Для скорочення витрат робочого часу співробітників для цього виду роботи, ви створюєте додаток «Огляд ділянок». Користувачі додатка «Огляд ділянок» повинні знайти ділянки, виділити їх номерами і характеристиками; змінити розмір вікна на них; панорамувати, щоб центрувати ці ділянки та друкувати карту. Користувачу також необхідно змінювати масштаб, щоб бачити відносне розташування ділянки на карі міста. У програмі **ArcMap**, ви створите панель інструментів з командами саме для цих дій.

Запустіть програму **ArcMap** та відкрийте файл **ex02a.mxd** у папці **C:\ArcObjects\Chapter02**. Збережіть документ у своїй папці й лише після цього можна вносити до нього зміни. Карта містить шари для міської межі, ділянок і вулиць.

У меню **Tools** виберіть **Customize**, перейдіть на вкладку **Toolbars**.

Список панелей інструментів буде змінюватися залежно від того, яке розширення **ArcGIS** Ви завантажили на свій коп’ютер.

На вкладці **Toolbars** натисніть на кнопку **New**, для того щоб викликати діалогове вікно для створення нової панелі інструментів. Нова панель інструментів буде збережена в документі карти **ex02a.mxd**.

Змініть назву панелі інструментів на **Parcel Viewer** («Огляд ділянок») та виберіть з випадаючого списку **Save in** назву файлу, в якому ви знаходитесь – **ex02a.mxd** (рис. 2.3). Натисніть кнопку **OK**.

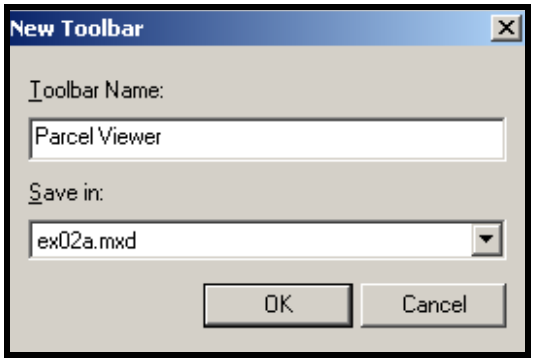


Рисунок 2.3 – Вікно створення нової панелі інструментів

Панель **Parcel Viewer** буде додано до списку панелей інструментів у діалоговому вікні **Customize**. Панель інструментів, до якої не додано жодної команди, буде змінювати свої розміри залежно від її наповнення.

Тепер необхідно перемістити команду **Find** із панелі інструментів **Tools** на створену нами панель інструментів **Parcel Viewer**. Цей інструмент співробітники будуть використовувати для пошуку необхідної ділянки по її номеру – ID.

ПРИМІТКА. Коли діалогове вікно **Customize** відкрите, просто перетягніть інструмент **Find** на панель інструментів **Parcel Viewer**. (Якщо панель інструментів **Tools** не відображається, ви можете викликати її за допомогою діалогового вікна **Customize**).

У діалоговому вікні **Customize** перейдіть на вкладку **Commands**. Це вікно містить два списки: **Categories** (категорії) та **Commands** (команди). У списку **Categories** (категорії), переміщаючись униз виберіть категорію **Pan/Zoom** (рис. 2.4).

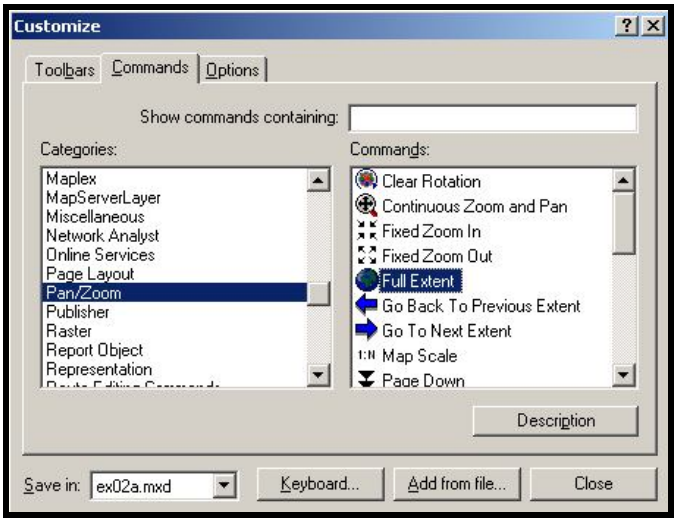


Рисунок 2.4 – Вибір команди для додавання на панель інструментів

Зі списку **Commands** (команди) перемістіть команду **Full Extent** на панель інструментів **Parcel Viewer**, перетягнувши її лівою кнопкою миші (ЛКМ).

Додайте команди **Zoom In** та **Pan** із цієї самої категорії на панель інструментів **Parcel Viewer**, а потім із категорії **View** додайте команди **Data View** та **Layout View**.

Оскільки деякі користувачі можуть бути не знайомі зі стандартними зображеннями на кнопках **ArcMap**, далі ви навчитеся замість зображень використовувати текст на прикладі кнопок **Data View** та **Layout View**.

На панелі інструментів **Parcel Viewer**, правою кнопкою миші клацніть по кнопці **Data View** та виберіть **Text only** (тільки текст). Зображення на кнопці зникає та на панелі залишається тільки текст

Повторіть свої дії для кнопки **Layout View**.

Тепер на створеній вами панелі інструментів відображаються дві команди з іменами замість зображень. Щоб назви кнопок не зливалися необхідно додати роздільник.

На створеній панелі інструментів **Parcel Viewer** клацніть правою кнопкою миші на кнопці **Data View** і виберіть у випадаючому меню команду **Begin a Group** (почати групу). Зробіть те саме для команди **Layout View**.

У діалоговому вікні **Customize** перейдіть на вкладку **Commands** та у списку **Categories** виберіть **File** зі списку **Commands** виберіть команду **Print** та перетягніть її ЛКМ на панель інструментів **Parcel Viewer**. Створіть зліва від цієї команди роздільник. Ваша панель інструментів

повинна тепер виглядати як на рисунку 2.5.

Рисунок 2.5 – Створена панель інструментів **Parcel Viewer**

Панель інструментів **Parcel View** тепер містить усі команди, які вам потрібні щоб знайти необхідний пакет і надрукувати карту. Усі інші панелі інструментів можна вимкнути. У діалоговому вікні **Customize** відключіть усі панелі інструментів, окрім **Main Menu** та **Parcel View**. І хоча вам основне меню не потрібне **ArcMap** вимагає, щоб воно було присутнім.

Закрийте діалогове вікно **Customize**. Розташуйте створену панель інструментів **Parcel View** нижче **Main Menu.**

Протестуйте панель інструментів **Parcel View**. На панелі інструментів **Parcel View**, натисніть кнопку **Find**.

– В області випадаючого списку **Find** вікна **Find**, наберіть код ділянки 71400.

– Рядок знайденої ділянки з’явиться у списку знайдених об’єктів (рис. 2.6).

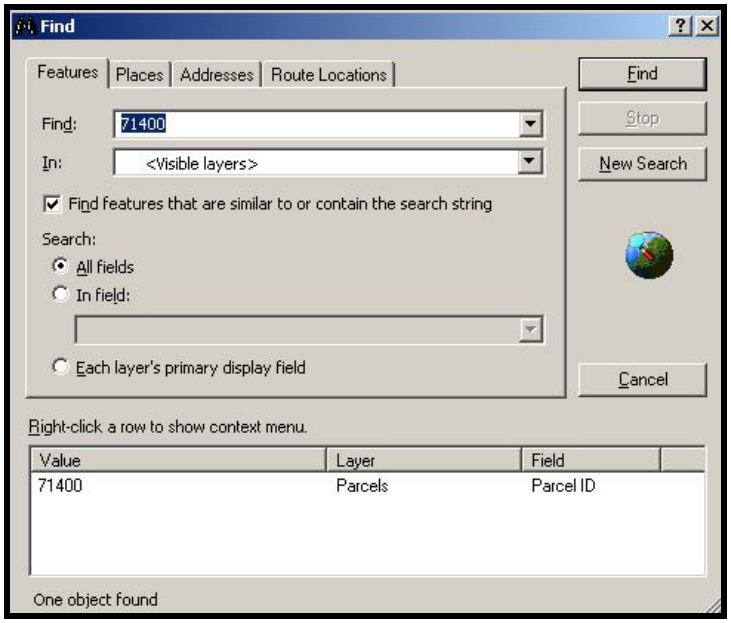


Рисунок 2.6 – Пошук ділянки за допомогою вікна **Find**

У списку знайдених об’єктів правою кнопкою миші клацніть на знайденій ділянці та виберіть команду **Flash**. У результаті ділянка 71400

виділиться на карті зеленим кольором.

У вікні **Find**, клацніть правою кнопкою миші на знайденій ділянці та виберіть команду **Zoom to,** а потім у випадаючому меню виберіть команду **Select**.

Закрийте вікно **Find**.

На панелі інструментів **Parcel View**, натисніть на кнопку команди **Layout View**, щоб побачити який вигляд має карта.

Карта ділянки відобразилася та готова до друку (рис. 2.7).

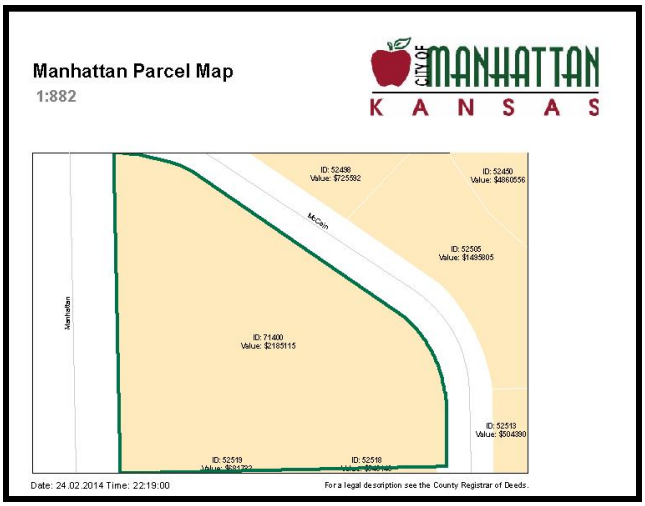


Рисунок 2.7 – Карта знайденої ділянки

ПРИМІТКА. Під час виконання вправи, ви вимкнули усі панелі інструментів окрім **Main Menu** та **Parcel View**. Ви можете включити їх знов у будь-який час, але вони вам не знадобляться в наступній вправі.

Вправа 2

Постановка задачі

Припустимо що співробітники відділу планування використовують ваш додаток «Огляд ділянок» для перегляду та друку карт земельних ділянок. Тепер ім необхідна допомога у знаходженні необхідних ділянок і друку карт. Ви створите користувальницьку панель, яка підкаже користувачу, як себе вести, якщо щось незрозуміло.

У цій вправі ви навчитеся створювати кнопкову панель. Ви напишете програмний код, який буде пов’язаний із кнопкою на панелі, натиснувши на яку користувач отримає необхідну інформацію.

Запустіть **ArcMap** і відкрийте проєкт **ex02b.mxd** за адресою **C:\ArcObjects\Chapter02**.

Коли проєкт відкриється, ви побачите земельні ділянки Манхеттену

та панель інструментів **Parcel Viewer**.

В **ArcMap** відкрийте діалогове вікно **Customize** та перейдіть на вкладку **Commands**. У списку категорій виберіть **UIControls**. Перевірте, що ім'я вашого файлу вибране у випадаючому списку **Save in**. Список команд зараз порожній. Як тільки ви створите команду користувача, назва команди з'явиться у списку **Commands**.

Клацніть на кнопці **New UIControl**.

За допомогою радіо-кнопок виберіть **UIButtonControl** і клацніть на кнопку **Create** (створити) (рис. 2.8).

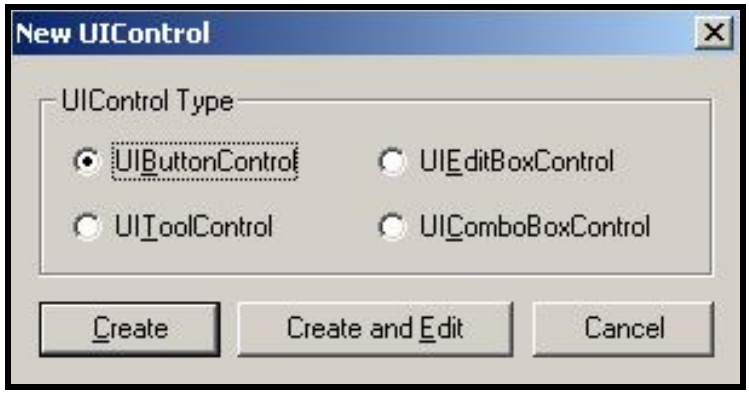


Рисунок 2.8 – Вікно створення нової кнопки

Ви бачите нову кнопку, **Project.UIButtonControl**, у списку команд. Ім'я кнопки має префікс «**Project**», оскільки ви вибрали ім'я файлу **ex02b.mxd** у списку **Save in.**

ПРИМІТКА. Якщо у випадаючому списку **Save in** ви вибрали шаблон **Normal.mxt** ви б отримали назву кнопкової панелі з префіксом «**Normal**». Оскільки, ви зберегли кнопкову панель в проєкті (файлі) **ex02b.mxd**, то ви й ваші користувачі повинні відкрити цей проєкт, щоб скористатися функціями створеної панелі інструментів. А **Normal.mxt** – це файл, який **ArcMap** прочитує кожного разу при запуску. Будь-які збережені вами панелі в шаблон **Normal.mxt** з'являються завжди у бідь-якому відкритому файлі.

У списку команд (**Commands**) діалогового вікна **Customize** натисніть на назву кнопки **Project.UIButtonControl1** і змініть ім'я на **Project.Help** (рис. 2.9).

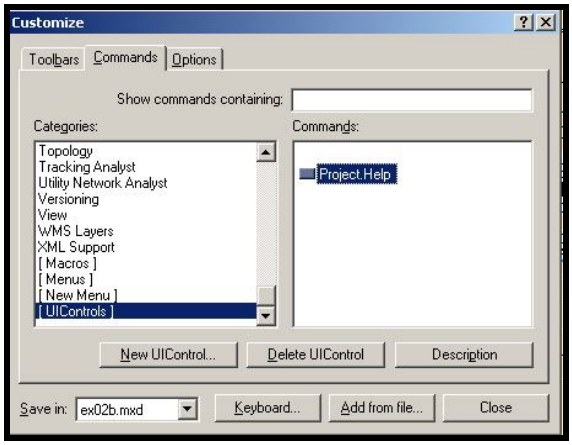


Рисунок 2.9 – Перейменування нової кнопки

Перетягніть створену кнопку **Project.Help** на панель інструментів **Parcel Viewer**.

Тепер ви зміните зображення кнопок так, що будуть показані тільки їхні назви. Не закриваючи діалогове вікно **Customize**, клацніть правою кнопкою миші на панелі й виберіть з випадаючого меню команди **Text Only**, а потім **Begin a Group**, щоб додати розділову лінію.

Тепер ви напишете код **VBA**, щоб ваша кнопка **Help** працювала. Клацніть правою кнопкою миші на кнопці **Help** і виберіть **View Source**.

Відкриється вікно редактора **VBA**. Воно складається з інших вікон, таких як **Project**, **Properties** і вікна для запису коду, яке називається **ThisDocument (Code)**. Відповідно до налаштувань **VBA**, це вікно може мати різні розміри, а його розташування регулюється перетягуванням ЛКМ.

Процедури обробки подій для **UIControls** проєкту збережені в кодовому вікні **ThisDocument**. Після клацання ЛКМ на елементі – кнопці **UIButton** до вікна з кодом додається автоматично процедура обробки події клацання на кнопці, тобто **Click()** (рис 2.10).

Між рядками початку та закінчення процедури, наберіть такий код:

msgbox ‘‘Для отримання допомоги подзвоніть у відділ програмістів 123-45-67’’

Протестуйте отриману вами процедуру. Для цього на стандартній панелі інструментів, клацніть кнопку **Run Sub**  (або клавішу клавіатури **F5**).

Строчка коду працює, **ArcMap** переходить на передній план і з’являється повідомлення про допомогу (рис. 2.11).

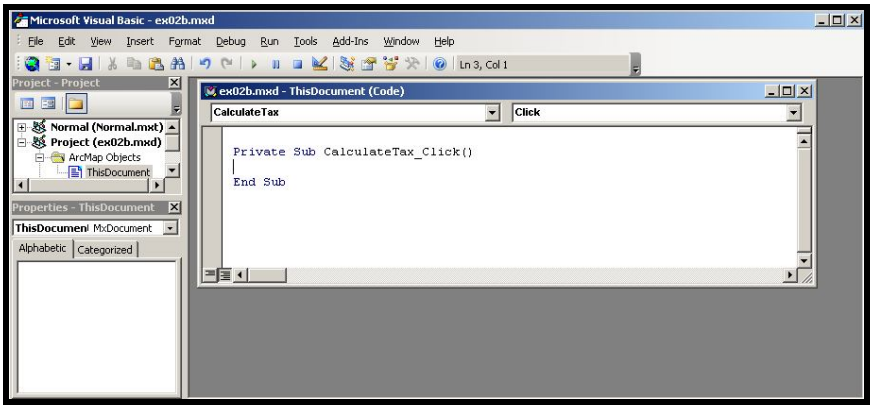


Рисунок 2.10 – Вигляд вікна редактора **VBA**

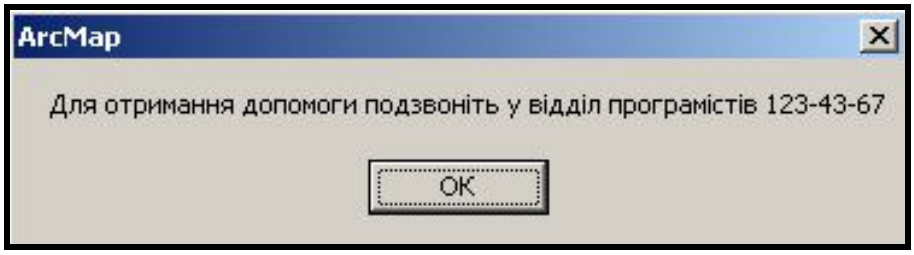


Рисунок 2.11 – Результат роботи процедури з msgbox

Один зі способів тестування процедури не залишаючи редактор Visual Basic – це виділити процедуру та клацнути ЛКМ кнопку **Run** (запустити). Але користувачеві **ArcMap** незручно кожен раз заходити до редактора Visual Basic, тому необхідно спробувати викликати повідомлення по іншому (так як буде це робити користувач).

Клацніть по кнопці **OK** у вікні повідомлення. Закрийте редактор Visual Basic. Клацніть ЛКМ по кнопці **Help** на панелі інструментів **Parcel Viewer**. Повинно відобразитися те саме повідомлення.

У цій вправі ви створили кнопку користувача, помістили її на панель інструментів і написали код **VBA** обробки події – клацання ЛКМ по кнопці.

Якщо ви бажаєте зберегти вашу роботу, у меню **File** в **ArcMap** виберіть команду **Save As**. Вкажіть місцезнаходження та ім’я файлу.

Вправа 3

Постановка задачі

Припустимо що співробітники відділу використовують ваш додаток «Огляд ділянок» для знаходження ділянки та роздруку її карти. Істотним розширенням функціональності сприяло введення в додаток функції розрахунку податку на ділянку, оскільки до цього часу цей розрахунок виконувався за допомогою калькулятора. Таким чином, доцільно створити кнопку для розрахунку податку й написати відповідний код обробки події – клацання ЛКМ по ній.

Запустіть програму **ArcMap** та відкрийте вправу ex02c.mxd або продовжуйте працювати в тому самому документі, який створено після виконання попередньої вправи.

Створіть нову кнопку – **UIControls** типу **UIButtonControl** і назвіть її **CalculateTax** (рис. 2.12).

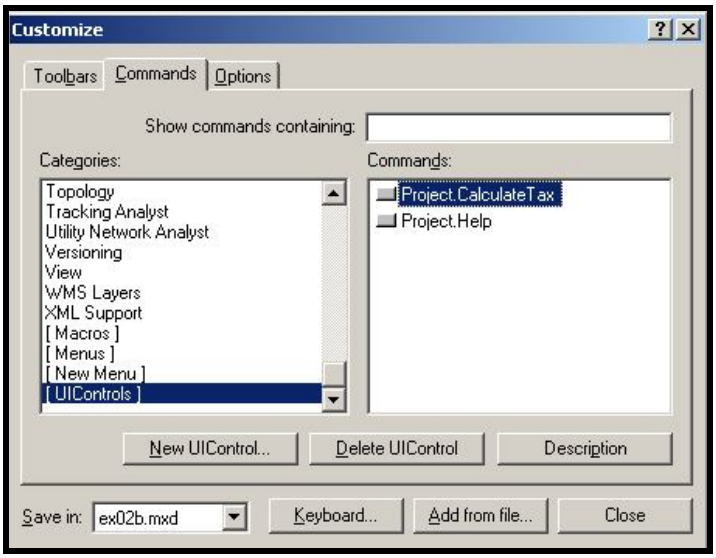


Рисунок 2.12 – Створення нової кнопки

Перетягніть створену кнопку на панель **Parcel Viewer** праворуч від кнопки **Data View**.

Змініть малюнок створеної кнопки на малюнок долара, для цього викличте контекстне меню клацанням ПКМ по створеній кнопці. У випадаючому меню, що з'явилося, виберіть команду **Change Button Image**. В діалозі, що відкрився, виберіть файл **Dollar.bmp** за адресою **C:\ArcObjects\Data** (рис. 2.13).

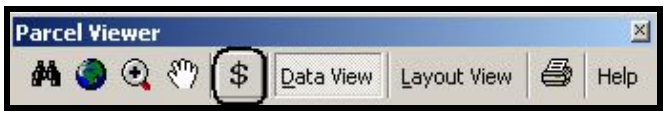


Рисунок 2.13 – Зображення замість назви на кнопці

Перейдіть в редактор коду **VBA** за допомогою контекстного меню на кнопці та команди **View Source**.

Між командами початку та кінця процедури введіть такий код для оголошення необхідних змінних розрахунку:

```
Dim curParcelvalue As Currency
Dim curTaxValue As Currency
Dim datToday As Date
```

Введіть такий код (символ підкреслення використовується для

переходу на новий рядок), або увесь вираз напишіть в один рядок:

curParcelValue = InputBox (_
"Введіть вартість ділянки", _
"Parcel Viewer", 100000)

Введіть такий код для обчислення податку з ділянки:

curTaxValue = (curParcelValue * 0.02) + 8.55 + 11

Ділянки під забудову оподатковуються 2 % від їхньої вартості плюс 8,55 доларів страхового внеску та 11 доларів нотаріального збору .

Введіть такий код для присвоєння значення змінній дати.

datToday = Now

«**Now**» це вбудована функція Visual Basic.

Введіть такий код для виведення повідомлення на екран про розмір податкової ставки на сьогодні:

MsgBox "Податок на ділянку: $" & curTaxValue, _
vblnformation, datToday

Після виконання завдань у вас повинен бути сформований код, який наведено нижче (рис. 2.14).

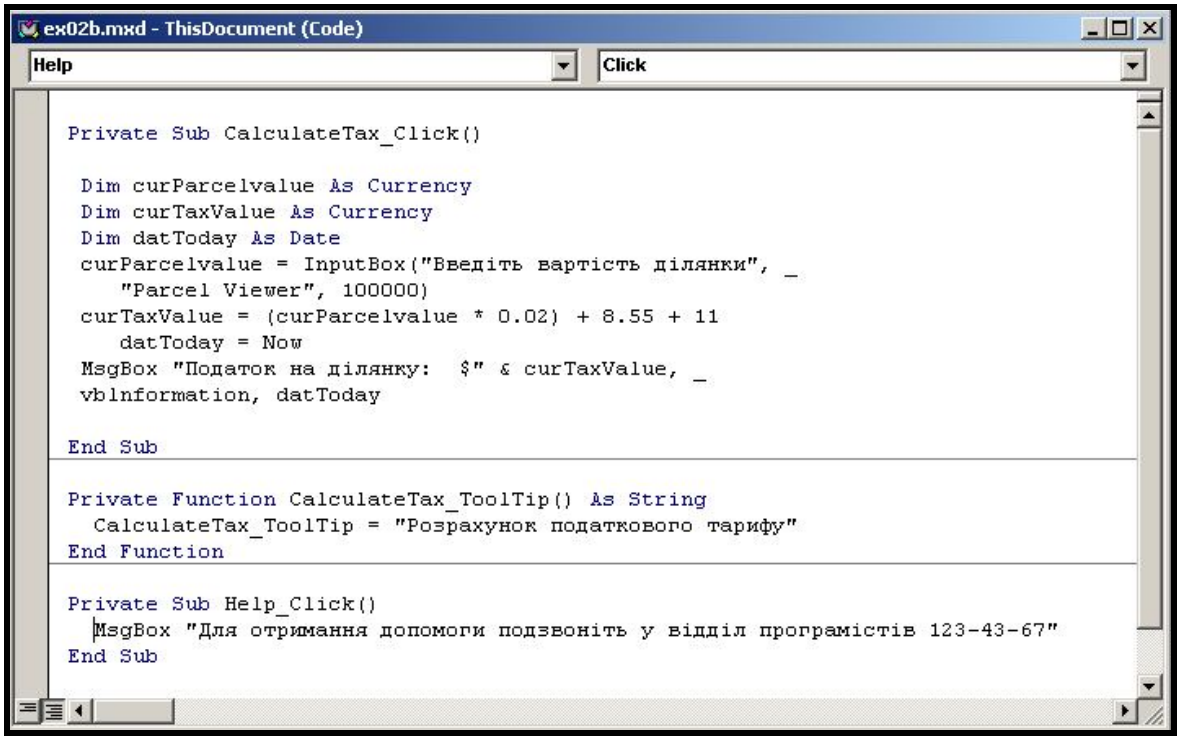


Рисунок 2.14 – Вікно з кодом

Закрийте редактор **Visual Basic.** Протестуйте кнопку **CalculateTax**, дотримуючись інструкцій, які наведені нижче.

На панелі інструментів **Parcel Viewer**, клацніть по кнопці **Calculate Tax ($)**. Змініть число 10000 на 15000. У вікні з'явиться результат розрахунку (рис. 2.15). Клацніть по кнопці **ОК**.

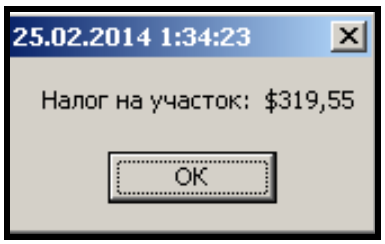


Рисунок 2.15 – Вікно з результатом розрахунку

Ви отримали розрахований податок. Отже, виконуючи вправи, ви створили два власні елементи управління (кнопки) типу **UIButtonsControl** та коди обробників події **Click**. Далі ми створимо код для обробки події **Випливаюча підказка – ToolTip**.

ПРИМІТКА. Виклик обробника події **ToolTip** відбувається тоді, коли користувач наводить ЛКМ на команду, але не клаціє по ній.

Нижче на малюнку показана ситуація, коли користувач наводить ЛКМ на команду **Zoom In** з'являється випливаюча підказка з ім'ям команди (рис. 2.16).

Рисунок 2.16 – Випливаюча підказка для команди **Zoom In**

Клацніть правою кнопкою миші по кнопці **CalculateTax** і виберіть команду **View Source** (вікно **Customize** повинно бути відкрито).

Ви побачите процедуру події **– Click** і код, який ви вже додали. Щоб додати інший обробник подій для кнопки **CalculateTax**, ви повинні вибрати його зі списку події (він знаходиться праворуч) (рис. 2.17).

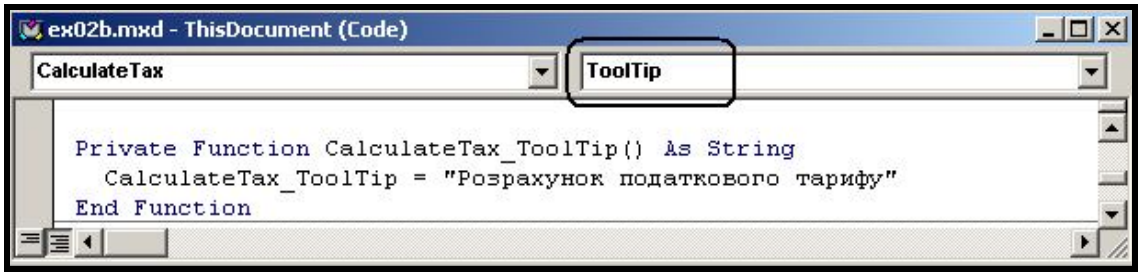


Рисунок 2.17 – Вибір події зі списку

В списку вибору типу події клацніть стрілку вниз і з випадаючого списку виберіть **ToolTip**. Між рядками початку та закінчення процедури введіть відповідний код:

CalculateTax_ToolTip = "Расчет налогового тарифа"

Закрийте редактор Visual Basic. Підведіть ЛКМ до кнопки **CalculateTax**, щоб бачити випадаючу підказку з описом інструменту. Збережіть вашу роботу (файл **ArcMap**).

Завдання для самостійного виконання

1. Створити власну панель інструментів для роботи з картою світу.

Заздалегідь створити необхідний документ *.mxd, включивши до нього шари City, Cntry00. Панель інструментів повинна мати назву: «ПІБ. Варіант № __», наприклад: «Іванов І. І. Варіант № 3».

2. Залежно від вашого варіанта у вашу панель інструментів повинні входити інструменти, перелічені у таблиці 2.1 (інструменти задані номерами, розшифровка приводиться в табл. 2.2).

Таблиця 2.1 – Номери інструментів для створення панелі користувача

Номер варіанта	**Перелік номерів інструментів**					
1	2	3	4	5	6	8
2	3	5	8	9	12	13
3	3	4	7	8	9	10
4	3	4	5	7	8	11
5	3	4	7	9	11	14
6	3	4	5	9	11	12
7	1	2	5	9	12	14
8	2	3	5	8	11	12
9	3	5	7	9	12	15
10	2	4	6	10	11	13
11	2	3	5	9	11	14
12	1	3	5	9	12	15
13	1	3	5	8	10	12
14	3	5	7	8	11	14
15	2	3	6	9	11	12

Таблиця 2.2 – Розшифровка номерів інструментів

Номер інструменту	**Категорія інструменту**	**Команда (назва інструменту)**
1	Selection	Identify
2	Selection	Measure
3	Selection	Find
4	Selection	Select Feature
5	Selection	Select All
6	Selection	Switch Selection
7	Pan/Zoom	Pan
8	Pan/Zoom	Full Extent
9	Pan/Zoom	Zoom In
10	Pan/Zoom	Zoom Out
11	Label	Label
12	Tools	Visual Basic Editor
13	Tools	ArcCatalog
14	View	Data View
15	View	Layout View

3. Додайте до створеної панелі інструментів два роздільники (початок нової групи інструментів) у тому місці, де починаються інструменти з іншої категорії.

4. Замініть зображення одного з інструментів на назву команди.

5. * До створеної панелі інструментів додайте власну кнопку, яка буде виводити довільне повідомлення.

6. Як заголовок для вікна повідомлення використайте ваше прізвище (третій параметр у команді **MsgBox**). Як спливаючу підказку використайте довільний текст. Зображення кнопки замінити текстом «Повідомлення».

7. Додайте ще одну кнопку, яка буде виконувати переведення введеного числа (за допомогою **InputBox**) з одних одиниць виміру в інші.

Одиниці виміру за варіантами наведені в таблиці 2.3. Як спливаючу підказку використовувати текст «Переведення з __ в __». Зображення кнопки замінити відповідним рисунком.

Таблиця 2.3 – Одиниці переведення по варіантах

Номер варіанту	**Вихідні одиниці виміру**	**Кінцеві одиниці виміру**
1	мілі	кілометри
2	кілометри	мілі
3	метри	фути
4	фути	метри
5	дюйми	сантиметри
6	сантиметри	дюйми
7	дюйми	метри
8	метри	дюйми
9	градуси	радіани
10	радіани	градуси
11	гривня	долар
12	долар	гривня
13	гривня	євро
14	євро	гривня
15	градуси Цельсія	градуси Фаренгейта

Контрольні питання

1. З яких вкладок складається вікно налаштування інтерфейсу **Customize**?

2. У який спосіб створювати інтерфейс користувача у програмі **ArcMap**?

3. Які параметри можуть бути встановлені на вкладці **Options** вікна настройки інтерфейсу?

4. Які варіанти збереження власних налаштувань інтерфейсу ви знаєте?

5. Які пункти з’являються у випадаючому меню під час налаштування створених вами **UIButtonControl** кнопок графічного інтерфейсу?

6. Назвіть типи елементів, доступних для створення власних **UIControl**.

7. Ознайомтеся з вікнами редактора **VBA**, використовуючи для їх включення та виключення пункти стандартного меню **View**. Перелічіть ці вікна та вкажіть їхнє призначення.

8. Ознайомтеся з пунктами меню **Run**. Перелічіть різноманітні способи запуску ваших процедур.

9. Які види подій можуть відбуватися зі створеними вами кнопками графічного інтерфейсу?

10. Дайте визначення алгоритму.

11. Що таке алгоритмічна мова? Які мови ви знаєте?

12. Поясніть що таке «код» програми.

13. У який спосіб підключати створений програмний код до кнопки на панелі інструментів у програмі **ArcMap**?

14. Коли відбувається подія **ToolTip Click**?

Оформлення звіту з лабораторної роботи

Звіт із лабораторної роботи повинен бути оформлений на персональному комп'ютері (ПК), роздрукований на аркушах формату А4. Звіт з лабораторної роботи повинен містити:

Титульний аркуш.

Оформлення кожної вправи:

– Постановка задачі.

– Опис розв'язання.

– Необхідний лістинг (код програми), скриншоти та блок-схеми алгоритмів (додаток А).

Індивідуальне завдання виконується відповідно до номера в журналі групи.

Оформлення кожного завдання:

– Постановка задачі.

– Опис розв'язання.

– Необхідний лістинг (код програми), скриншоти і блок-схеми алгоритмів.

– Відповіді на контрольні питання.

До звіту необхідно додати файл, виконаний у програмному забезпеченні **ArcMap** із виконаною роботою.

1.3 Практичне заняття.
Налаштування інтерфейсу користувача

Мета: виробити уміння та навички по створенню інтерфейсу користувача за допомогою вбудованої в програму **ArcMap** мови програмування **VBA.**

Призначення: виконавши роботу, ви навчитеся створювати форми користувача для виконання різноманітних завдань.

Ключові слова

Інтерфейс, форма користувача, функція, аргумент функції, елемент управляння, властивості елементу управляння.

Теоретичні відомості

Інтерфейс – це зовнішня оболонка додатка разом із програмами управління доступом та іншими прихованими від користувача механізмами управління, яка надає можливість працювати з документами, даними й іншою інформацією, яка зберігається в комп'ютері. Головна мета будь-якого додатка – забезпечити максимальну зручність і ефективність роботи з інформацією: базами геоданих, графікою або зображення. Тому інтерфейс є найважливішою частиною будь-якого додатка.

Добре розроблений інтерфейс гарантує зручність роботи користувача з додатком. Проєктування інтерфейсу – процес циклічний. На цьому етапі розробки додатка бажано частіше спілкуватися з користувачами та замовниками додатка для розробки найприйнятніших за ефективністю та зручністю й зовнішнім виглядом інтерфейсного рішення.

Під час роботи в **ArcMap**, як і в більшості інших додатків, доводитися стикатися з такими елементами інтерфейсу, як діалогові вікна. Діалогові вікна використовуються для отримання інформації для введення та виведення повідомлень та даних. Одним з об'єктів візуалізації **VBA** є Userform, який призначений для користувача. Призначені для користувача форми – це діалогові вікна інтерфейсу процедур **VBA**. За допомогою діалогових вікон користувач може ефективно передавати дані в процедури й одержувати результати їхньої роботи. Призначені для користувача форми дають можливість створювати діалогові вікна в додатках, що розробляються, і розміщувати у вікнах елементи управління. У **VBA** є дві функції – **Msgbox** та **Inputbox**, які дозволяють відображати прості

діалогові вікна, не створюючи форму користувача. Ці вікна можна видозмінювати, використовуючи керовані ними параметри, але вони не мають тих широких і ефективних можливостей та опцій, які надають форми користувача.

VBA пропонує великі можливості, які можна використовувати при створенні призначених для користувача діалогових вікон та програмування елементів управління.

Хід роботи

Вправа 1

Постановка задачі

Необхідно створити інтерфейс у вигляді форми користувача для розрахунку ставки оподаткування залежно від зони розташування земельної ділянки та її вартості.

Запустіть **ArcMap**. Виберіть в меню **Tools** пункт **Macros**, а в ньому **VisualBasicEditor**. У вікні редактора **VBA** необхідно створити нову форму. Для цього в меню **Insert** виберіть команду **UserForm**. Потім у вікні **Property** необхідно змінити властивості форми в такий спосіб (табл. 3.1).

З палітри доступних елементів управління **ToolBox** перетягуємо елемент **Image** та налаштовуємо властивості цього елемента за допомогою вікна властивостей **Properties** (табл. 3.2).

Далі додамо текстове поле, поле зі списком та мітку. З палітри **ToolBox** перетягуємо елемент форми – **TextBox**, **ComboBox** та **Label**, і розміщуємо їх у будь-якому місці на формі. Вибираємо кожний елемент по черзі та встановлюємо такі властивості для кожного окремо (табл. 3.3).

Таблиця 3.1 – Значення властивостей форми

Властивість	**Значення**	**Опис властивості**
Name	frmTax	Внутрішнє ім’я об’єкта
BackColor	Виберіть білий колір із випадаючого списку	Колір фону
Caption	Tax Calculator	Заголовок, який бачить користувач
Height	200	Висота об’єкта у пікселях
Width	300	Ширина об’єкта у пікселях

Таблиця 3.2 – Властивості елемента **Image**

Властивість	**Нове значення**	**Опис властивості**
Name	imgLogo	Внутрішнє ім’я об’єкта
BackColor	Виберіть білий колір із випадаючого списку	Колір фону
BorderColor	Виберіть білий колір із випадаючого списку	Колір границі об’єкта
Height	60	Висота об’єкта у пікселях
Left	18	Ліва координата об’єкта
Top	6	Верхня координата об’єкта
Width	216	Ширина об’єкта у пікселях
Picture	Виберіть придатний рисунок	Зображення рисунка (для його підключення вкажіть місце знаходження)
PictureSizeMode	0	Масштабування рисунку під час зміни розміру рамки рисунку

Таблиця 3.3 – Властивості елементів форми

Властивість	**Нове значення**	**Опис властивості**
TextBox (текстове поле)		
Name	txtParcelValue	Внутрішнє ім’я об’єкта
Height	18	Висота об’єкта у пікселях
Left	96	Ліва координата об’єкта
Top	200	Верхня координата об’єкта
Width	150	Ширина об’єкта у пікселях
ComboBox (поле з випадаючим списком)		
Name	cboZoning	Внутрішнє ім’я об’єкта
Height	18	Висота об’єкта у пікселях
Left	96	Ліва координата об’єкта
Top	102	Верхня координата об’єкта
Width	150	Ширина об’єкта у пікселях
Label (мітка)		
Name	lblTaxAmount	Внутрішнє ім’я об’єкта
Height	18	Висота об’єкта у пікселях
Left	96	Ліва координата об’єкта
Top	126	Верхня координата об’єкта
Width	72	Ширина об’єкта у пікселях
Caption	Видалити текст із мітки, щоб не було ніякого напису	Напис, який видно на мітці
Font	FontStyle=Bold	Параметри шрифту

З палітри **ToolBox** додаємо ще три мітки та розміщуємо їх як

зображено на рисунку 3.1.

У вікні **Properties**, встановлюємо властивості для трьох міток у такий спосіб (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Властивості міток форми

Мітка	Властивість Name	Властивість Caption
Label1	lblValue	Введіть віртість ділянки
Label2	lblZoning	Вкажіть зону
Label3	lblTax	Розрахована ставка податку

У результаті одержуємо такий зовнішній вигляд форми (рис. 3.2).

ПРИМІТКА. Виділяємо усі три мітки (клацаємо по черзі ЛКМ утримуючи клавішу **Shift**). Для того щоб вирівняти їх по правому краю у вікні **Properties** обираємо властивість **TextAlign** і з випадного списку обираємо значення **3-fmTextAlignRight**.

Додамо на форму кнопку для розрахунку та кнопку, щоб закрити діалогове вікно. Для цього з палітри **Toolbox** ЛКМ перетягуємо на форму дві **CommnandButtons** (рис. 3.3).

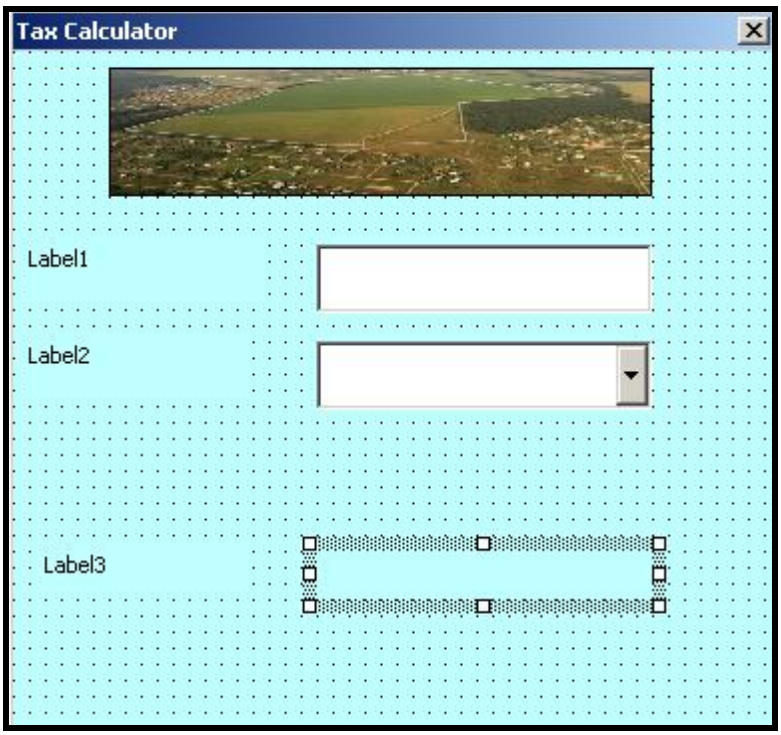


Рисунок 3.1 – Зовнішній вигляд форми **frmTax**

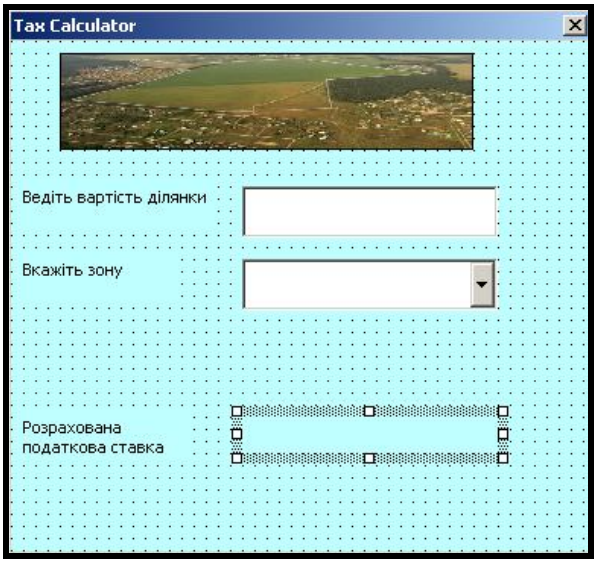


Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд форми **frmTax** після введення властивості **Caption** для міток

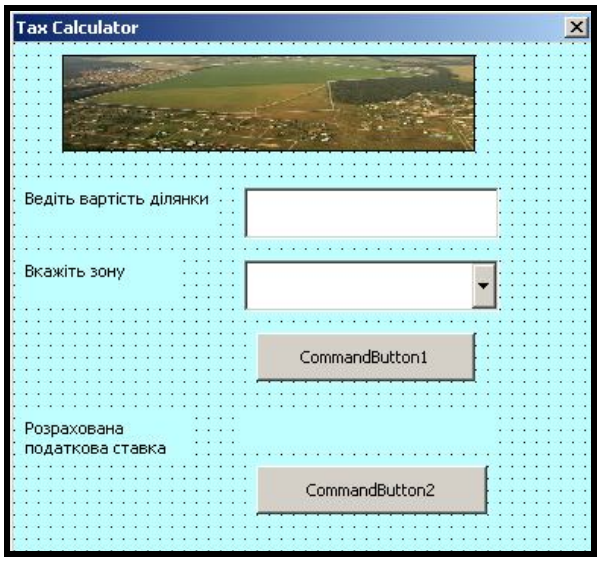


Рисунок 3.3 – Зовнішній вигляд форми **frmTax** після додавання кнопок

Для кожної кнопки **CommandButton**, встановлюємо такі властивості (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Властивості міток форми

Кнопки	**Властивість Name**	**Властивість Caption**
Розрахунок	cmdCalculateTax	Розрахунок податку
Вихід	cmdQuit	Вихід

Для перевірки створеного інтерфейсу форми натискаємо кнопку **Run Sub/User Form**. Форма з’являється як діалогове вікно (рис. 3.4).

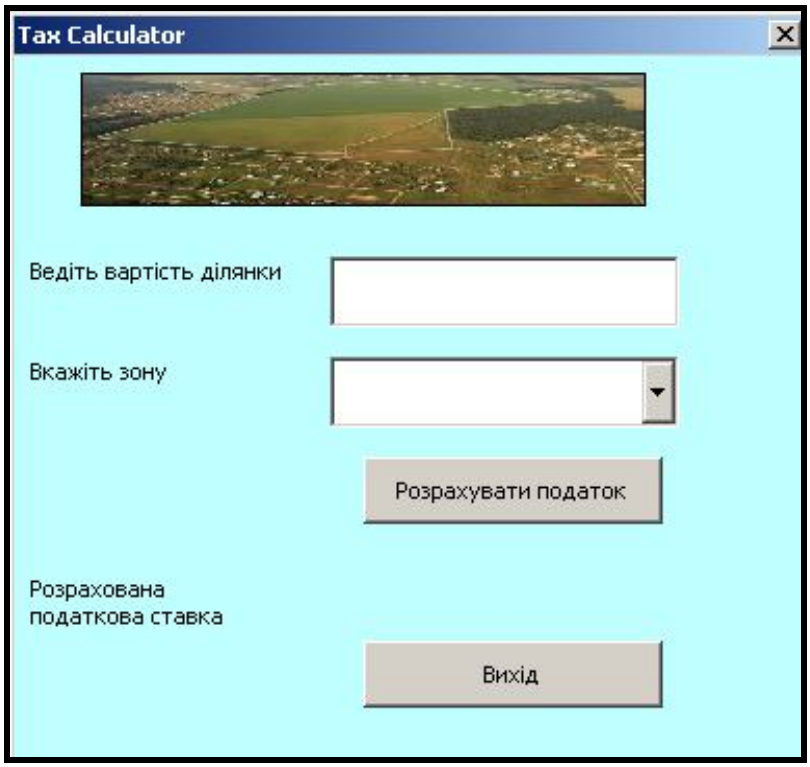


Рисунок 3.4 – Остаточний зовнішній вигляд форми «**frmTax**»

Завдання для самостійного виконання

1. Створіть форму, за допомогою якої буде виконуватися переведення введеного числа з одних одиниць вимірювання в інші. Варіанти наведено у таблиці 3.6. Передбачити, щоб одна одиниця виміру переводилася не менше ніж у три результуючі.

2. Для виклику форми створіть кнопку. Як спливаючу підказку використайте текст «***Переведення з __ в __***». Зображення кнопки замінити відповідним малюнком.

Таблиця 3.6 – Варіанти завдань для створення форми

Номер варіанту	**Тема перерахунку**
1	2
1	Обмін валют: внутрішньоєвропейскі
2	Калькулятор мір маси
3	Калькулятор мір енергії
4	Калькулятор мір сили
5	Калькулятор виміру нафти й газу
6	Калькулятор мір площі
7	Калькулятор мір кутів
8	Калькулятор мір тиску

Продовження таблиці 3.6

1	2
9	Калькулятор мір довжини: метричні – англійський
10	Калькулятор мір довжини: метричні – російські
11	Калькулятор мір потужності
12	Обмін валют: міжконтинентальні
13	Калькулятор мір об’єму
14	Калькулятор мір швидкості
15	Тригонометричний калькулятор

3. На формі передбачити такий набір елементів:

– елемент для введення початкової одиниці виміру;

– елемент для вибору результуючих одиниць або функцій обчислення;

– елемент для представлення результату розрахунку.

4. Крім того, додати на форму дві кнопки:

– кнопку для активізації обчислення;

– кнопку для закриття форми.

5. Додати до форми відповідний малюнок.

6. Оформити форму на свій розсуд.

7. Протестувати створений інтерфейс форми (поки що без обробників подій).

8. Підготувати формули для перекладу заданих по варіанту одиниць виміру.

Контрольні питання

1. Назвіть, які властивості елемента управління відповідають його іменам – зовнішньому та внутрішньому?

2. Для якого елемента управління зовнішнє ім’я є основною властивістю, заради якого цей елемент і використовується?

3. Перелічіть властивості елемента управління, які вказують його місцезнаходження на формі.

4. Запишіть назви усіх доступних на палітрі **ToolBox** елементів управління, скориставшись спливаючими підказками та охарактеризуйте їхнє призначення.

5. У який спосіб створювати елементи управляння на формі користувача?

6. У який спосіб налаштувати настроїти властивості елементів управляння?

7. Призначення функції **MsgBox**. Які аргументи входять до неї? Їхнє призначення?

8. Призначення функції **InputBox**. Які аргументи входять до неї? Їхнє призначення?

9. У чому полягає відмінність функції **MsgBox** від **InputBox**?

Оформлення звіту з лабораторної роботи

Звіт з лабораторної роботи повинен бути оформлений на ПК, роздрукований на аркушах формату А4. Структура і наповнення звіту аналогічно опису, наведеному в практичному занятті 1.2. До звіту необхідно додати файл, виконаний у програмному забезпеченні **ArcMap** з виконаною роботою.

1.4 Практичне заняття.
Програмування об’єктів форми.
Розгалужені обчислювальні процеси

Мета: виробити уміння та навички розробки алгоритмів та програмного коду розгалужених обчислювальних процесів за допомогою вбудованої в програму **ArcMap** мови програмування **VBA.**

Призначення: виконавши роботу, ви навчитеся створювати обчислювальні процеси з розгалуженням, для виконання різноманітних завдань.

Ключові слова

Форма користувача, функція, обчислювальний процес, процес з розгалуженням, оператор.

Теоретичні відомості

Якщо в результаті виконання програми, процес обчислення може пройти тільки по одній з декількох альтернативних колій, то такий обчислювальний процес називається розгалуженим. Наприклад, якщо студент іногородній, то йому надається гуртожиток, якщо ні, то гуртожиток не надається.

На практиці часто зустрічаються задачі, в яких залежно від первинних умов або проміжних результатів необхідно виконати обчислення за однією або іншою формулою. Такі задачі можна описати за допомогою алгоритмів структури, що розгалужуються. У таких алгоритмах вибір напряму продовження обчислення здійснюється за підсумками перевірки заданої умови. Алгоритм, що розгалужується, містить одне або декілька логічних умов і має декілька гілок обробки. Типова структура алгоритму з розгалуженням наведена на рисунку 4.1. Такі процеси описуються оператором IF (умова).

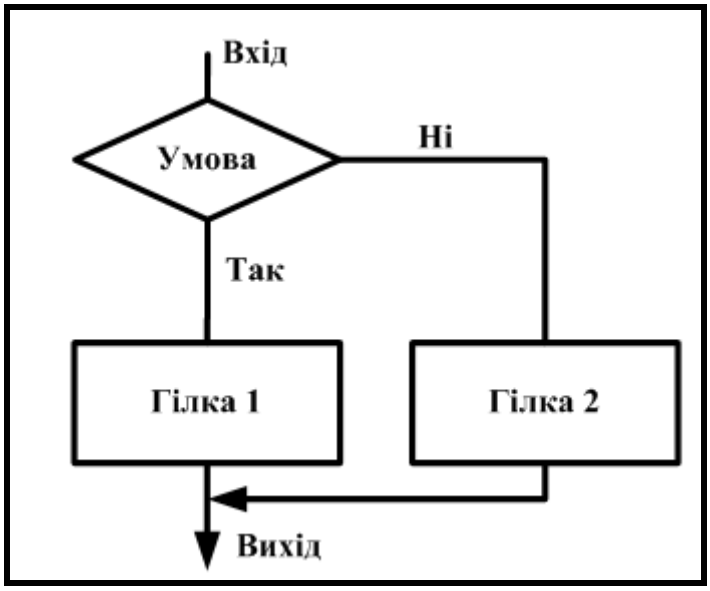


Рисунок 4.1 – Зображення алгоритму з розгалуженням

Умовний оператор – це приклад складного оператора, тобто всередині можуть розташовуватися інші оператори. При застосуванні умовного оператора потрібно пам’ятати такі правила:

– умовний оператор визначається ключовим словом **IF**;

– після цього ключового слова указується умова – вираз, при обчисленні якого виходить логічне значення;

– за умовою йде ключове слово **THEN**.

Умова показує, яка група операторів виконується за ключовим словом **THEN**, якщо значення умови – істина, то виконується одна група операторів, якщо помилкова, то виконується інша група операторів.

Кінець розгалуження визначається спеціальним оператором, який складається з двох ключових слів – **END IF**.

Структури операторів дозволяють управляти послідовністю виконання програми. Без операторів управління усі оператори програми будуть виконуватися зліва направо та зверху вниз. Але іноді потрібно багато разів виконувати деякий набір інструкцій автоматично, або розв’язувати задачу по-іншому залежно від значення змінних або параметрів, заданих користувачем під час виконання. Для цього слугують конструкції управління та цикли.

VBA підтримує такі конструкції умовного оператора:

If . . . Then

If . . . Then . . . Else

Select Case

Конструкція If . . . Then

Конструкція **If . . . Then** застосовується, коли необхідно виконати один або групу операторів залежно від деякої умови. Синтаксис цієї конструкції дозволяє задавати її в одному рядку або в декількох рядках програми:

If умова **Then** вираз

If умова **Then**

вираз

End If

Зазвичай умова є простим порівнянням, але вона може бути будь-яким виразом зі значенням що обчислюється. Це значення інтерпретується як **False** (брехня), якщо воно нульове, а будь-яке ненульове розглядається як **True** (істина). Якщо умова істинна, то виконуються усі вирази, що стоять після ключового слова **Then**. Для умовного виконання одного оператора можна використовувати як синтаксис для одного рядка, так і синтаксис для декількох рядків (блокову конструкцію).

Наступні два оператори еквівалентні:

If anyDate < Now Then anyDate = Now

If anyDate < Now Then

anyDate = Now

End If

Необхідно зазначити, що синтаксис оператора **If** . . . **Then** для одного рядка не використовує оператор **End If**. Щоб виконати послідовність операторів, якщо умова істинна, потрібно використовувати блокову конструкцію **If** . . . **Then** . . . **End If**.

If anyDate < Now Then

anyDate = Now

Timer.Enabled = False

End If

Якщо умова помилкова, то оператори після ключового слова **Then** не виконується, а управління передається на наступний рядок (або рядок після оператора **End If** у блоковій конструкції).

Конструкція If . . . Then . . . Else

Конструкція **If . . . Then . . . Else** визначає декілька блоків операторів,

один із яких буде виконуватися залежно від умови:

If умова 1 **Then**
вираз 1
ElseIf умова 2 **Then**
вираз 2
. . .
Else
вираз-n
End If

Під час виконання спочатку перевіряється умова 1. Якщо вона помилкова, **VBA** перевіряє наступний вираз 2 і т. д., поки не знайде істинної умови. Знайшовши її, **VBA** виконує відповідний блок операторів і потім передає управління конструкції, наступної за оператором **End If**. У цю конструкцію можна включити блок оператора Else, який **VBA** виконує, якщо не виконана жодна з умов.

Конструкція **If** . . . **Then** . . . **ElseIf** насправді всього лише спеціальний випадок конструкції **If** . . . **Then** . . . **Else**. Зазначимо, що в цій конструкції може бути будь-яка кількість блоків **ElseIf**, або навіть жодного. Блок **Else** можна включати незалежно від присутності або, навпаки, відсутність блоків **ElseIf**.

Хід роботи

Вправа 1

Постановка задачі

Необхідно, за допомогою створеного інтерфейсу у попередній роботі, створити програму користувача для розрахунку ставки оподаткування залежно від зони розташування земельної ділянки та її вартості.

Продовжуємо роботу з файлом, створеним у попередній лабораторній роботі (було створено інтерфейс для форми **frmTax**).

Запустіть **ArcMap**, викличте контекстне меню на кнопці **CalculateTax**, із випадаючого меню оберіть команду **ViewSource**. У редакторі **VBA** у вікні програмного коду для події **CalculateTax_Click()** створіть код для виклику форми: **frmTax.Show** (рис. 4.2).

```
Private Sub CalculateTax_Click()
frmTax.Show
End Sub
```

Рисунок 4.2 – Програмний код для події **CalculateTax_Click()**

Викличте форму **frmTax**, використовуючи для цього вікно **Проєкту** (**Projects**). Подвійним натисканням ЛКМ по кнопці **Вихід** (cmdВихід) створіть процедури обробки події, клацання по кнопці **cmdВихіді**. Для цієї події створіть код – **frmTax.Hide**. Потім пропишіть обрамляючи рядки коду (рядки початку та завершення) методу **Initialize** для об'єкта **UserForm**: у списку об'єктів виберіть **UserForm**, у списку методів – **Initialize**.

Додайте між обрамляючими рядками код для внесення у список потрібних позицій випадаючого списку (рис. 4.3):

- **cboZoning.AddItem** «Житлова зона»;
- **cboZoning.AddItem** «Комерційна зона»;
- **cboZoning.AddItem** «Промислова зона».

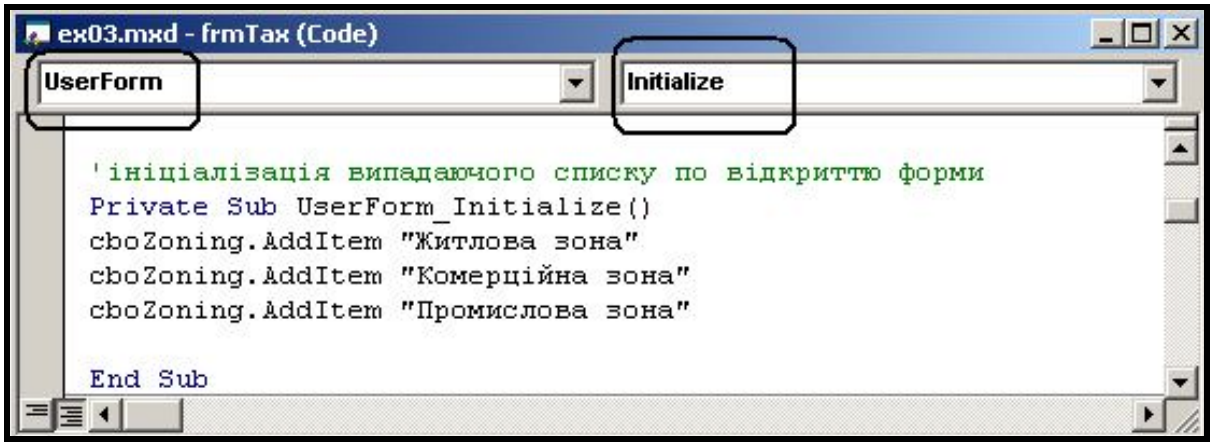


Рисунок 4.3 – Програмний код для створення випадаючого списку

Протестуйте створену форму. Викличте форму натисканням по кнопці **ParcelViewer** на створеній панелі. Перевірте роботу створеного випадаючого списку на формі та закрийте форму натисканням кнопки **Вихід** (рис. 4.4).

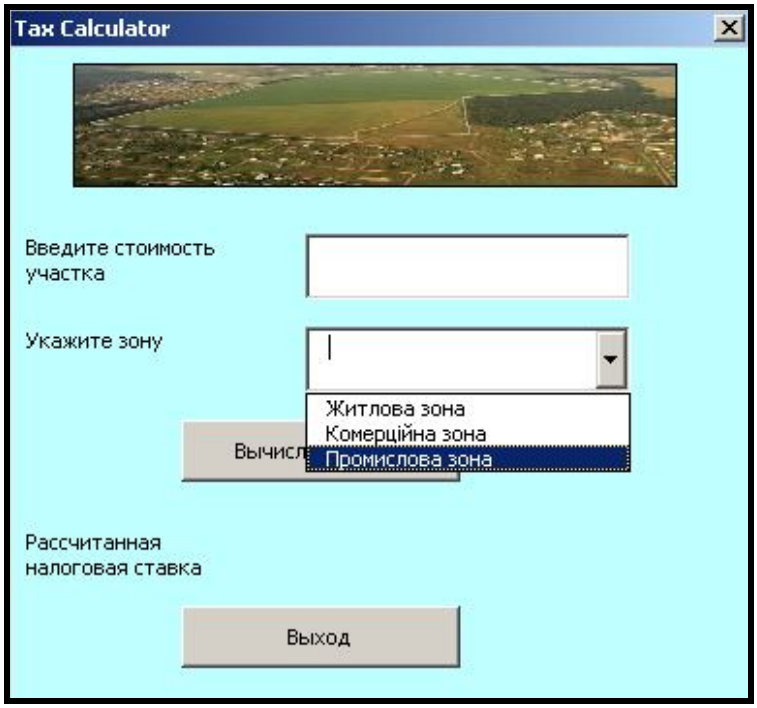


Рисунок 4.4 – Зовнішній вигляд створеної форми

Вправа 2

Постановка задачі

Необхідно створити код для форми **TaxCalculator (frmTax)** для розрахунку значення вартості ділянки, обчислення податку та відображення результату.

Для цього викличте команду **Macros** із меню **Tools** та оберіть команду **VisualBasicEditor**. У вікні редактора **VBA** проєкту повинна відобразитися форма обчислення податку **frmTax**. Подвійним клацанням по кнопці **Облік податку** (**cmdCalculateTax**) викличте відповідний код обробки події.

Між рядками початку та закінчення процедури, що з'явилися, необхідно ввести такий код (рис. 4.5):

```
Private Sub cmdCalculateTax_Click()
Dim userValue As Long
userValue = txtParcelValue.Text
Dim taxAmount As Long
taxAmount = (userValue * 0.02) + 8.55 + 11
lblTaxAmount.Caption = taxAmount
End Sub
```

Рисунок 4.5 – Код для кнопки **cmdCalculateTax**

Тепер необхідно перейти до коду обробника події **cmdQuit_Click()**, щоб додати рядки коду, які будуть очищати елементи управління, розташованого на формі при виході з форми (рис. 4.6).

```
Private Sub cmdQuit_Click()

'обнулення відповідних елементів форми після виходу
cboZoning.Text = ""
txtParcelValue.Text = ""
lblTaxAmount.Caption = ""
End Sub
```

Рисунок 4.6 – Код для кнопки **cmdCalculateTax**

Протестуйте створену форму: введіть вартість ділянки 250000, після натискання кнопки **Облік податку** повинно з'явитися значення податку 5020.

Вправа 3

Постановка задачі

Ділянки міста належать до зон різних типів, і кожна зона має різну ставку податкового тарифу. Необхідно створити оператор **Case** для обробки вибору користувачем певної зони та розрахунку відповідного податку.

Запустіть **ArcMap**, запустіть редактор VisualBasic і відкрийте форму для розрахунків **frmTax**.

Необхідно описати перемінну, яка буде відповідати за відмінність у податкових ставках.

ПРИМІТКА. Подвійним клацанням відкрийте обробник події **Click** для кнопки розрахунку податків **cmdCalculcateTax**. Введіть необхідні рядки коду для реалізації цього завдання.

Виправіть рядок коду, в якому ведеться обчислення ставки податку (рис. 4.7). Замість 0.02 потрібно ввести перемінну **sngTaxRate**, так щоб вийшло:

taxAmount = (userValue * sngTaxRate) + 8.55 + 11

```
Private Sub cmdCalculateTax_Click()

    Dim sngTaxRate As Single
    Select Case cboZoning.Value
        Case "Residential"
            sngTaxRate = 0.02
        Case "Commercial"
            sngTaxRate = 0.023
        Case "Industrial"
            sngTaxRate = 0.0275
    End Select

    Dim userValue As Long
    userValue = txtParcelValue.Text

    Dim taxAmount As Long
    taxAmount = userValue * sngTaxRate + 8.55 + 11

    lblTaxAmount.Caption = taxAmount
End Sub
```

Рисунок 4.7 – Код для кнопки cmdCalculateTax

Протестуйте форму. Для цього введіть вартість ділянки 400000, виберіть зону ***Промислова*** значення податку повинно становити 11020.

Під час вибору ***Комерційна*** зона, значення податку повинно становити 9220.

Під час вибору ***Житлова*** зона значення податку повинно становити 8020.

Вправа 4

Постановка задачі

Необхідно передбачтити помилку користувача під час введення у поле чисел текстових записів.

Якщо користувач введе не числове значення в рядок введення вартості ділянки, це спровокує помилку розбіжності типів під час спроби виконати події клацання по кнопці **Вирахувати податок**. Це відбувається тому, що, під час обчислення податку це значення бере участь у множенні. У заданій вправі необхідно написати код, який передбачає цю ситуацію, обробляючи подію **Change** об’єкта **Textbox**. Подія **Change** відбувається завжди, коли ви щось набираєте у рядку введення. Як тільки користувач вносить зміни в рядок, викликається обробник цієї події. Необхідно буде внести в обробник цієї події перевірку того, що користувач набирає у

рядку: букви або цифри. Якщо букви – необхідно заблокувати кнопку **Вирахувати податок**, використовуючи властивість **Enabled**. Коли кнопка заблокована, вона має сірий колір і її не можна натиснути.

Запустіть **ArcMap** і редактор **VisualBasic**, відкрийте форму розрахунку податків **frmTax**. Подвійним клацанням ЛКМ відкрийте обробник події **Change** для елемента редагування **txtParcelValue**.

Усередині рядків початку та завершення процедури (обрамляючих рядків) введіть такий код (рис. 4.8):

```
'заборона введення тексту у текстове поле txtParcelValue
Private Sub txtParcelValue_Change()

If IsNumeric(txtParcelValue.Text) Then
 cmdCalculateTax.Enabled = True
Else
 cmdCalculateTax.Enabled = False
End If

End Sub
```

Рисунок 4.8 – Код для заборони введення тексту

Протестуйте створену форму, для цього введіть в рядок введення вартості ділянки будь-який текст. Зверніть увагу на те, що кнопка **Обчислення податку** стала заблокованою (сірого кольору) (рис. 4.9).

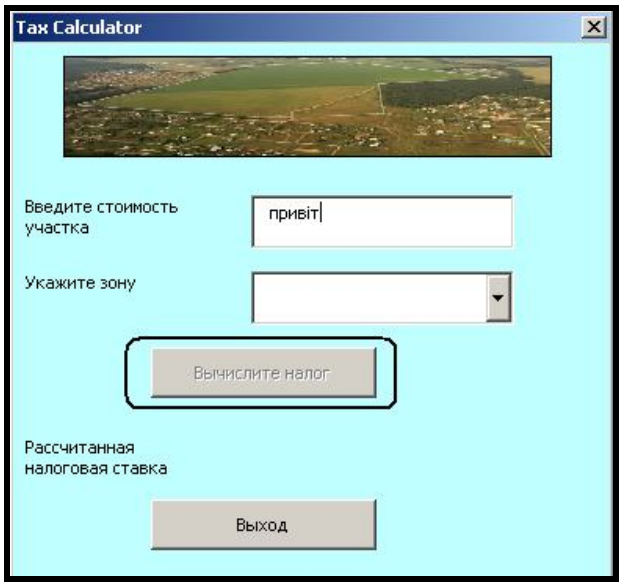


Рисунок 4.9 – Кнопка **Обчислення податку** заблокована

Завдання для самостійного виконання

1. На створеній формі існують тільки три зони земельних ділянок. Змініть код, так щоб обчислення податку провадилось ще й для четвертої зони землекористування.

2. * Поміркуйте над тим, чому під час розрахунку податку з земельної ділянки за допомогою створеного коду, результат не співпадає з розрахунком на звичайному калькуляторі. Які зміни необхідно внести до коду програми, щоб усунути цю невідповідність?

3. Створіть код для форми за допомогою якої буде виконуватися переведення введеного числа з одних одиниць виміру в інші (завдання для самостійного виконання лабораторної роботи № 3).

Контрольні питання

1. Перерахуєте й поясніть призначення подій, які відбуваються, під час відкриття та закриття форми.

2. Навіщо в операторі **Select Case** використовується гілка **Case Else**?

3. Яке призначення та тип результату, який повертається, для функції **IsNumeric()**?

4. Перелічіть усі функції **VBA** з префіксом **Is**, використовуючи довідку **VBA**.

5. Які властивості об’єкта **CommandButton** можуть використовуватися в умовному виразі операторів розгалуження? Перелічіть їх.

6. Чим відрізняється однорядковий оператор **If Then** від багаторядкового?

7. Куди передається управління, якщо умова в операторі **If Then Else** істинна?

8. Куди передається управління, якщо умова в операторі **If Then Else** хибна?

9. Які події використовуються у формі для виконання процедур?

Оформлення звіту з лабораторної роботи

Звіт з лабораторної роботи повинен бути оформлений за допомогою ПК, роздрукований на аркушах формату А4. Структура і наповнення звіту аналогічно опису, наведеному в практичному занятті 1.2. До звіту необхідно додати файл **ArcMap** з виконаною роботою.

1.5 Практичне заняття.
Циклічні обчислювальні процеси

Мета: виробити уміння та навички під час розв'язання прикладних задач із масивами даних за допомогою циклічних обчислювальних процесів у програмі **ArcMap** за допомогою об'єктно-орієнтованої мови **VBA**.

Призначення: виконавши роботу, ви навчитеся створювати циклічні обчислювальні процеси для виконання прикладних завдань.

Ключові слова

Цикл з лічильником, цикл із передумовою, цикл із післяумовою, математична модель, алгоритм.

Теоретичні відомості

Способи організації циклів. Структура циклічних алгоритмів

Основою розв'язання на комп'ютері прикладних задач є принцип повторення: обчислення виконується багато разів за одними формулами, але при різних початкових даних. Такі процеси називаються циклічними, а частини, які повторюються – циклами.

Основу циклічних алгоритмів становлять базові алгоритмічні конструкції **цикл**, а основу циклічних програм – оператори циклу.

У циклічних алгоритмах і програмах можна організувати цикл трьома способами:

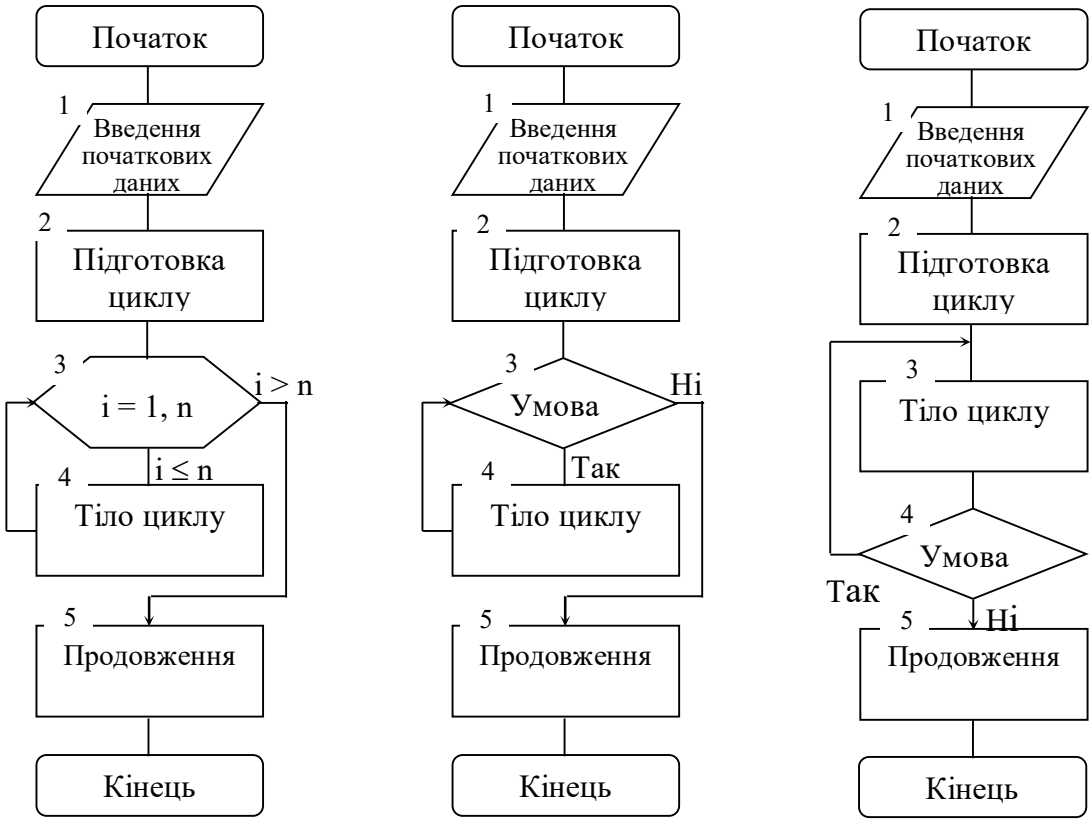
- цикл із лічильником циклів (із параметром) (рис. 5.1, а);
- циклі з передумовою (рис. 5.1, б);
- цикл із післяумовою (рис. 5.1, в).

Кожному способу відповідає своя структура алгоритму. Типові структури циклічних алгоритмів наведені на рисунку 5.1.

У циклічних алгоритмах можна виокремити дві обов'язкової частини: підготовку циклу та цикл. Підготовка циклу (символ 2) включає привласнення початкових значень перемінним, які використовуються для організації циклу та обчислень в циклі. Перемінна, яка використовується для управління циклом, називається параметром циклу.

Цикл включає такі дії: перевірку умови виконання циклу (символ 3) і тіло циклу (символ 4). Тіло циклу – це послідовність дій, які повторюються.

Алгоритми відрізняються тільки способом організації циклу. В алгоритмі з лічильником циклів (рис. 5.1 а) як параметр циклу використовується перемінна цілого типу. Лічильник циклів позначається символом «Модифікація» (символ 3). Наприклад, відомо, що цикл виконується **n** разів. Як лічильник циклів використовується перемінна цілого типу, наприклад, **i**. Під час виконання циклів значення **i** змінюється від **1** до **n** із кроком **1**. При **i > n** цикл завершується. Значення **n** визначається під час підготовки циклу.



а б в

Рисунок 5.1 – Типові структури циклічних алгоритмів

Лічильник циклів застосовується для організації циклів, якщо кількість циклів задано або можна обчислити під час підготовки циклу.

У циклах із предумовою перевірка умови повторення циклу здійснюється перед початком циклу (рис. 5.1, б). В умові порівнюються поточні значення параметра циклу із заданим значенням, наприклад, **x < b**. Як параметр циклу може бути змінна будь-якого типу. Цикл виконується доти, доки справедлива умова (**Так**), інакше (**Ні**) цикл завершується. При підготовці циклу необхідно параметру циклу привласнити початкове

значення, наприклад, **x = a**. У тілі циклу поточні значення параметра циклу потрібно змінювати, наприклад, **x = x + h**, де **h** – крок зміни параметра циклу. Інакше умова буде справедлива завжди й цикл буде повторюватися нескінченно.

У циклах із післяумовою перевірка умови повторення циклу здійснюється після циклу (рис. 5.1, в). В алгоритмах із лічильником циклів і в циклах із передумовою цикл може не виконуватися жодного разу, а в циклах із післяумовою цикл виконується хоча б один раз.

Хід роботи

Вправа 1

Постановка задачі

Геодезична компанія отримала великий заказ на проведення геодезичних вишукувань. Оплата праці кожної геодезичної бригади відома. Визначити чи вистачить наявних коштів на оплату праці усіх геодезичних бригад.

Математична модель

Введемо такі позначення:

- **i** – номер геодезичної бригади;
- **k** – кількість геодезичних бригад, які виділені на проведення геодезичних вишукувань;
- **R**i – витрати на оплату праці на i-ту геодезичну бригаду;
- **S** – фонд заробітної плати.

На початку **S = 0**. Розподіл заробітної плати на геодезичні бригади проводиться в такий спосіб. Перевіряють, чи вистачає грошей на оплату праці першої бригади (i = 1), тобто чи виконується рівняння:

S + R1 <= Z

Якщо вистачає, то ці кошти виплачують (k = 1). Потім ті самі дії повторюють з другою геодезичною бригадою (i = 2) і так далі.

Загальний фонд заробітної плати на k перших бригад визначається за формулою:

S = R1 + R2 + … + Rk

Розрахунок припиняється, якщо розподілена заробітна плата на усі

бригади (k = N) або фонд заробітної плати скінчився (k < i). Останнє рівняння показує, що кількість бригад, на які розподілені гроші, менше ніж кількість бригад, які виконували геодезичні вишукування (на чергову бригаду грошей не вистачило).

Величина k може змінюватися в межах від 0 до N. Випадок k = 0 відповідає тому, що грошей не вистачило навіть на першу геодезичну бригаду.

Алгоритм розв'язування задачі

Розв'язування задачі складається з таких етапів (рис. 5.2):

1. Введення кількості геодезичних бригад і розмір фонду заробітної плати.
2. Установка початкового стану перед розподілом коштів по бригадах.
3. Розподіл заробітної плати по бригадам.
4. Виведення результату.

Структура даних

У задачі використовуються такі дані:

- N – кількість бригад, ціле число;
- Z – фонд заробітної плати, дробове число;
- S – загальна сума виплачених коштів, дробове число;
- i – номер бригади, ціле число;
- k – кількість бригад, які виконують геодезичні вишукування;
- Ri – витрата на заробітну плату і-ї бригади, дробове число.

Початкові дані:

N, Z, Ri

Проміжні дані:

i, k, S

Результат: **текстове повідомлення**.

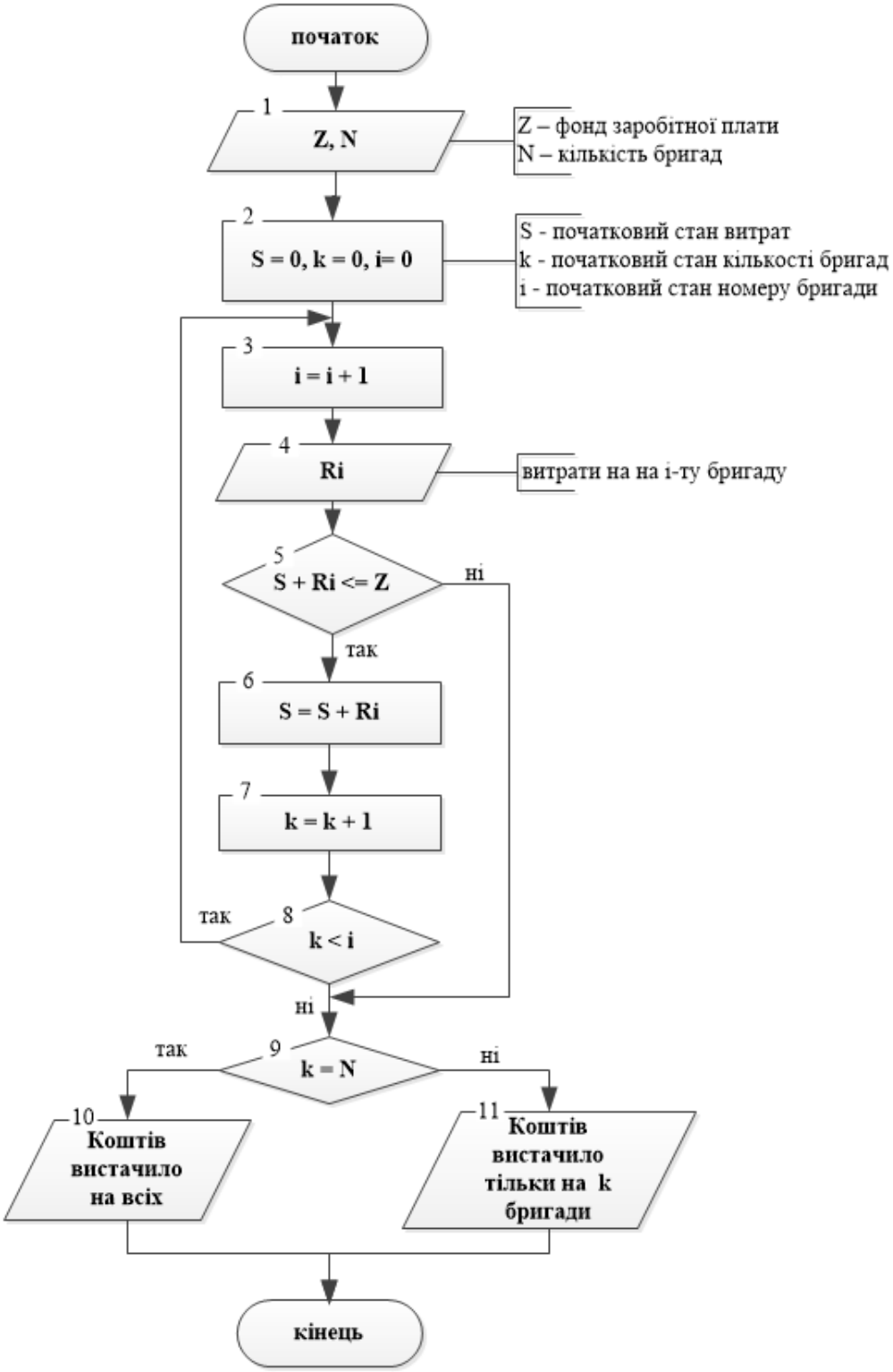


Рисунок 5.2 – Схема алгоритму розв’язання задачі

Інтерфейс із користувачем

Задача розв’язується за допомогою такої форми (рис. 5.3).

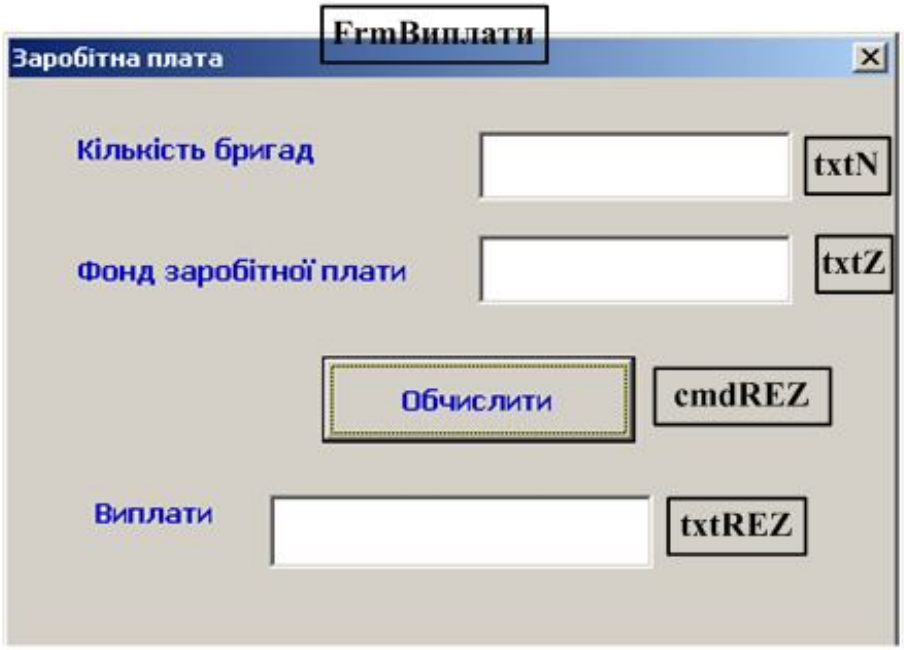


Рисунок 5.3 – Форма користувача

Введення виплати заробітної плати на кожну бригаду проводиться за допомогою вікна введення **InputBox** (рис. 5.4).

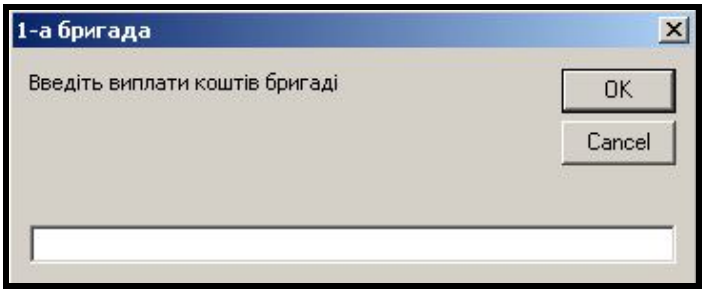


Рисунок 5.4 – Вікно введення заробітної плати

Код програми

Обчислення відбувається після натискання кнопки **Обчислити**. Процедура, яка обробляє цю подію, має такий вигляд.

```
Option Explicit
Private Sub cmdREZ_Click()

Dim i As Integer  ‘номер бригади
Dim k As Integer  ‘кількість бригад, які виконують геодезичні вишукування
Dim Ri As Single  ‘виплати коштів і-й бригаді
Dim S As Single   ‘витрата на заробітну плату і-ї бригади

‘початковий стан
S = 0
i = 0
```

```
k = 0

‘розподіл грошей по бригадах
Do
  i = i + 1
  Ri = CSng(InputBox("Введіть виплати коштів бригаді", i & "-а бригада"))

If  S + Ri <= CSng (txtZ) Then
    S = S + Ri
    k = k + 1
End If

Loop Until (k = CInt(txtN)) Or (k < i)

‘ Вивведення результату
If  k = Cint (txtN) Then
  txtREZ = "Коштів вистачило на всіх"

Else
  txtREZ = "Коштів вистачило тільки на " & k & " бригади"
End If

End Sub
```

Реалізація проєкту

– Запустіть ArcMap і створіть новий файл. Натисніть ALT+ F11, щоб перейти в середовище **VBA**.

– Створіть форму згідно ескізу, який наведено в розділі **Інтерфейс з користувачем**.

– Перейдіть у вікно коду, двічі клацнувши кнопку **Обчислити**, і введіть текст процедури, який представлений у розділі **Код програми**.

– Збережіть документ у своїй папці на жорсткому диску.

Аналіз проєкту

Алгоритм розв’язання задачі реалізований у проєкті в такий спосіб.

Введення вхідних даних проводиться за допомогою текстових полів **txtN** та **txtZ**.

Після клацання по кнопці **Обчислити** починаються обчислення. Вони описані у коді процедури. Спочатку описані перемінні, які потім використовуються в обчисленнях. В іменах цих перемінних не вказані префікси, оскільки вони складаються з 1–2 букв і за змістом зрозумілий їхній тип.

Перед початком введення витрат заробітної плати на кожну геодезичну бригаду обнуляються такі величини:

– i – номер поточної геодезичної бригади;
– k – кількість бригад, на які нараховано заробітну плату;
– S – сума фонду заробітної плати.

Для організації розподілу фонду заробітної плати використаний цикл **Do … Loop**, оскільки кількість повторень наперед не відома. Заробітна плата залежить від розміру фонду заробітної плати, кількості всіх геодезичних бригад та витрат на оплату праці кожної бригади.

Оскільки в розподілі фонду заробітної плати бере участь не менше однієї бригади, то використаний цикл із післяумовою (з нижнім закінченням). Умовою виходу з циклу є або повний розподіл фонду заробітної плати на усі бригади **k = CInt(txtN)**, або, навпаки, на чергову бригаду грошей не вистачило **k < i**. Ці дві умови зв'язано логічною операцією **Or**, оскільки достатньо виконання хоча б однієї з цих умов, щоб припинити розподіл заробітної плати та вийти з циклу.

Розподіл фонду заробітної плати на оплату праці чергової геодезичної бригади проводиться в такий спосіб. Спочатку встановлюється номер цієї бригади **i = i + 1**. Після цього вводиться сума заробітної плати цієї бригади. Введення здійснюється за допомогою діалогового вікна введення (функція **InputBox**). Це значення перетворюється в числовий тип функцією **CSng**, а потім отриманому значенню присвоюється перемінна **Ri**.

```
Ri = CSng(InputBox("Введіть виплати коштів бригаді", i & "-а бригада"))
```

Потім перевіряється, чи вистачить фонду заробітної плати, щоб виплатити гроші наступній бригаді (**S + Ri <= CSng(txtZ)**). Перевірка проводиться в умовному операторі.

```
If S + Ri <= CSng(txtZ) Then
  S = S + Ri
  k = k + 1
End If
```

У ньому вказано, якщо умова виконується, то до заробітної плати бригади додаються витрати на заробітну плату і-ї бригади, а кількість геодезичних бригад, яким виплатили кошти, збільшується на одиницю, тобто **k** стає рівним **i**.

Інакше ці дії не виконуються тому, що в кінці циклу **k < i**. При перевірці умови, записаної після службового слова **Until**, відбудеться вихід із циклу, оскільки виконалася друга умова.

Loop Until (k = CInt(txtN)) Or (k < i)

Після виходу з циклу перевіряється, з якої саме причини було припинено розподіл коштів, щоб залежно від причини вивести відповідний результат. В операторі **If** перевіряється перша умова.

If k = CInt(txtN) Then

Якщо вона виконується, то виводиться повідомлення про те, що коштів вистачило на всіх.

txtREZ = "Коштів вистачило на всіх"

Останній оператор присвоєння необхідний у тому випадку, коли після отримання першого негативного результату ми бажаємо ще раз клацнути кнопку **Обчислити** та ввести нові дані.

Якщо вказана у операторі **If** умова не виконується (тобто фонду заробітної плати на всі бригади не вистачило), виводиться відповідне повідомлення.

txtREZ = "Коштів вистачило тільки на" & k & "бригади"

При виведенні повідомлення перемінна **k** винесена за лапки, оскільки інакше виводився б символ «**k»**, а не значення перемінної.

Виконання програми

Запустіть програму на виконання, клацнувши на вільному місці форми, а потім на кнопці **Run**.

У полі **Кількість бригад** введіть число **3**, а у полі **Фонд заробітної плати** число 10 000 і клацніть кнопку **Обчислити**. У діалоговому вікні, що з'явилося, по черзі введіть числа 2000, 4000, 3000. У полі **Виплати** з'явиться текст «**Коштів вистачило на всіх»**.

Не змінюючи значення в полях **Кількість бригад** та **Фонд заробітної плати**, клацніть кнопку **Обчислити**. У діалоговому вікні, що з'явилося, по черзі введіть числа 7000, 4000, 3000. У полі **Виплати** з'явиться текст «**Коштів вистачило тільки на 1 бригади»**. Невідповідність відмінка в останньому слові свідчить про спрощене ставлення до подання результату. За правилами мови повинно бути написано «**Коштів вистачило тільки на 1 бригаду»**. Спробуйте доопрацювати програму, щоб ліквідувати невідповідність між числівником і відмінком іменника. Якщо вам вдасться виправити цей недолік, то в такий спосіб ви розв'яжете задачу 4 з розділу «Задачі для самостійного розв'язання».

Завдання для самостійного виконання

1. Додайте на форму рисунки, які будуть відповідати випадкам, коли коштів вистачає на виплату заробітної плати бригадам і коли не вистачає.

2. * Виділіть окремо випадок, коли грошей з фонду заробітної плати точно відповідає потребам на всі виплати. (При цьому повинен відображатися третій рисунок).

3. Змініть властивість текстового поля **Виплати**, щоб його розмір змінювався залежно від розміру тексту в ньому.

4. * Змініть код програми, щоб ліквідувати невідповідність між числівником і відмінком іменника у полі **Виплати**.

5. Додайте на форму кнопку, за допомогою якої можна завершити роботу програми.

Вправа 2

Постановка задачі

У штатному розкладі підприємства є така інформація про N співробітників: ПІБ, посада, оклад. Знайти кількість співробітників, які обіймають задану посаду.

Алгоритм розв'язання задачі

Розв'язання задачі складається з таких етапів (рис. 5.5):

1. Введення кількості співробітників та посади.
2. Установка початкового стану перед підрахунком кількості.
3. Виведення результату.

Структура даних

У задачі використовуються такі дані:

- D – масив посад – текстовий рядок;
- F – масив прізвищ – текстовий рядок;
- O – масив окладів – текстовий рядок;
- Dз – задана посада – текстовий рядок;
- N – кількість співробітників – ціле число;
- A – лічильник – ціле число;
- i – номер співробітника – ціле число.

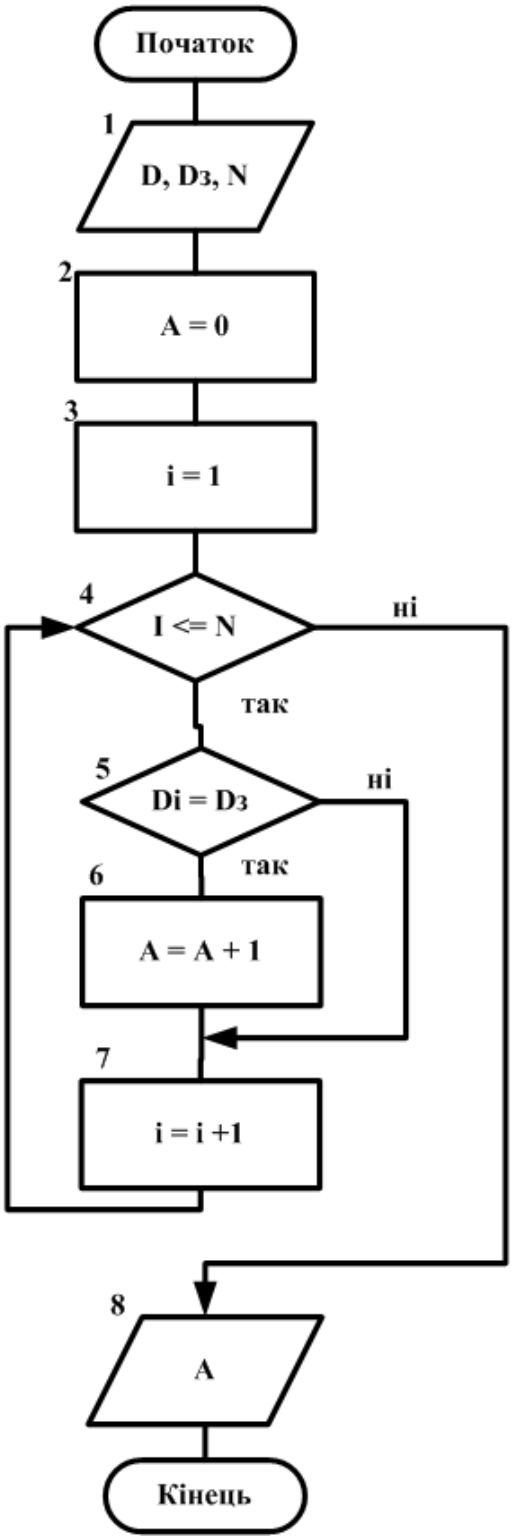


Рисунок 5.5 – Схема алгоритму розв’язання задачі

Інтерфейс з користувачем

Задача розв’язується за допомогою такої форми (рис. 5.6).

Рисунок 5.6 – Форма користувача

Введення прізвища, посади та заробітної плати на кожного співробітника виконується за допомогою вікон введення InputBox (рис. 5.7).

Рисунок 5.7 – Вікно введення прізвища співробітника

Код програми

Обчислення відбувається після клацання на кнопці **Обчислити**. Процедура, яка обробляє цю подію, має такий вигляд.

```
Option Explicit

Private Sub cmdREZ_Click()
‘Опис пермінних
Dim A As Integer
Dim i As Integer
Dim Oi As Single
Dim Fi As String
Dim Di As String
Dim Dz As String
```

```
A = 0
‘Введення прізвищ,посад,заробітних плат
For i = 1 To CInt(txtN)
Fi = CStr(InputBox("Введіть прізвище", i & "-ого співробітника"))
Di = CStr(InputBox("Введіть посаду", i & "-ого співробітника"))
Oi = CSng(InputBox("Введіть заробітну плату", i & "-ого співробітника"))

‘Визначення заданої посади
If Di = CStr(txtDz) Then
A = A + 1
End If

Next i

‘Введення кількості співробітників, які обіймають задану посаду
txtREZ = Format(CStr(A) & " співробітників")

End Sub
```

Реалізація проєкту

1. Запустіть ArcMap і створіть новий файл. Натисніть ALT + F11, щоб перейти до середовища **VBA**.

2. Створіть форму згідно з ескізом, який наведено в розділі **Інтерфейс з користувачем**.

3. Перейдіть до вікна коду, двічі клацнувши кнопку **Обчислити**, введіть текст процедури, який представлений в розділі **Код програми**.

4. Збережіть документ у своїй папці на жорсткому диску.

Аналіз проєкту

Алгоритм розв’язання задачі реалізований у проєкті в такий спосіб.

Введення вхідних даних проводиться за допомогою текстових полів **txtN** та **txtDz**.

Після клацання по кнопці **Обчислити** починаються обчислення. Вони описані в коді процедури. Спочатку описані перемінні, які потім використовуються в обчисленнях. Перед початком введення прізвищ, посад та заробітних плат кожного співробітника обнуляється лічильник.

Виконання програми

Запустіть програму на виконання, клацнувши на вільному місці форми, а потім по кнопці **Run**.

У полі **Кількість співробітників** введіть число **3**, а в полі **Посада** вкажіть бажану посаду та клацніть кнопку **Обчислити**. У діалоговому вікні, що з'явилося, по черзі введіть прізвище, посаду та заробітну плату кожного з трьох співробітників. У полі **txtREZ** з'явиться кількість співробітників, які обіймають вказану посаду.

Завдання для самостійного виконання

1. * Визначіть сумарний фонд заробітної плати усіх співробітників.
2. * Визначіть середній оклад усіх співробітників.
3. Додайте на форму кнопку, за допомогою якої можна завершити роботу програми.

Контрольні питання

1. Які два види циклічних структур ви знаєте? Опишіть їхні відмінності.
2. Що відбувається з циклом, якщо значення кроку буде негативне число?
3. Опишіть як «працює» цикл, якщо кінцеве значення лічильника циклу менше, ніж початкове?
4. Що таке цикл, для чого він потрібен?
5. У чому полягає основна відмінність між циклами з передумовою та післяумовою?
6. У яких випадках доцільно використовувати цикли з передумовою, цикли з післяумовою та цикли по лічильнику?
7. Що таке складний цикл та які основні правила його конструювання?

Оформлення звіту з лабораторної роботи

Звіт з лабораторної роботи повинен бути оформлений на ПК, роздрукований на аркушах формату А4. Структура і наповнення звіту аналогічно опису, наведеному в практичному занятті 1.2. До звіту необхідно додати файл, виконаний у програмному забезпеченні **ArcMap** із виконаною роботою.

1.6 Практичне заняття.
Використання підпрограм та функцій

Мета: виробити уміння та навички розробки процедур та модулів за допомогою об'єктно-орієнтованої мови **VBA** у програмі **ArcMap**.

Призначення: виконавши роботу, ви навчитеся створювати обчислювальні процеси з використанням процедур та модулів для виконання громіздких прикладних завдань.

Ключові слова

Процедура, функція, модуль, клас, аргумент, ім'я процедури, об'єктно-орієнтоване програмування.

Теоретичні відомості

Процедура – це сукупність операторів, що виконують певні дії. Процедури мають стандартне оформлення:

Public {[Private],[Static]} Sub *Name* (Список параметрів)
тіло процедури
End Sub

Public – глобальна процедура, доступна для усіх інших процедур у всіх модулях проекту.

Private – процедура модуля, доступна для усіх інших процедур в даному модулі.

Static – службове слово, яке говорить про те, що локальні змінні процедури зберігаються в проміжках часу між викликами цієї процедури.

Name – ім'я процедури, що задовольняє стандартним правилам написання імен у **VBA**. Ім'я процедури обробки події складається з імені об'єкта й імені події.

Список аргументів – список формальних параметрів (аргументів) процедури **Sub** (імен змінних, які повинні бути передані в процедуру під час звернення до неї).

Синтаксис елемента структури **Список аргументів** такий:

[Optional] [ByVal, ByRef] [ParamArray] Ім'я змінної **As** Тип

Optional – ключове слово, вказує, що аргумент не є обов'язковим.

Усі аргументи, описані як **Optional**, повинні бути типу **Variant**.

ByVal – вказує на те, що цей аргумент передається по значенню.

ByRef – вказує на те, що цей аргумент передається по посиланню на його адресу в пам'яті. Опис **ByRef** використовується за замовчуванням.

ParamArray – використовується тільки як останній елемент у списку аргументів для вказівки на те, що кінцевим аргументом у списку параметрів процедури є масив значень, описаний як тип **Variant**, тобто це слово дозволяє задавати довільну кількість аргументів у процедурі.

Функції багато в чому схожі на процедури. Існує лише одна принципова відмінність – під час виклику вони повертають значення. Функція одержує один або декілька об'єктів даних, званих аргументами, і виконує з ними деякі дії. Їхній результат повертається функцією.

Функції мають вигляд:

Function Ім'я_Функції [(Список аргументів)] **As** тип
тіло функції
End Function

Модулі становлять собою текстові ASCII-файли з програмним кодом. У них зручно групувати взаємопов'язані процедури, які можуть використовуватися в програмі.

Код проєкту може складатися з безлічі програмних модулів. **Класи** становлять основні будівельні блоки об'єктно-орієнтованого програмування – моделі, в якій програма описується у вигляді сукупності об'єктів. Клас не тільки дозволяє виділити частину функціональних засобів програми в окремий об'єкт, але й розширює можливості базових модулів. Ви можете захистити одні із фрагментів програми, а інші надати в розпорядження програми. Цей процес називається ***інкапсуляція***.

Оскільки модулі розміщуються в окремих файлах, їх можна включати відразу в декілька проєктів. Отже, з'являється можливість повторно використовувати написаний код.

Модуль класу – це спеціальний тип модуля, який використовується під час створення класів, що розробляються програмістом для розв'язання своїх задач.

У **VBA** передбачена можливість створення призначених для користувача об'єктів, які є екземплярами класів. Усі об'єкти одного й того самого класу використовують однакові методи у відповідь на однакові

повідомлення. Класи конструюються в модулях класів, які створюються командою **Insert – Class Module** і записуються у вікні, що з'явилося. Натиснувши клавішу **F4**, можна вибрати ім'я класу.

Хід роботи

Вправа 1

Постановка задачі

Для зручності користувачів під час роботи з картою необхідно додати процедуру, за допомогою якої вони зможуть збільшувати потрібний фрагмент карти та роздивлятися його.

– Запустіть **ArcMap** і відкрийте вправу **ex06a.mxd**. Коли карта відкриється, ви побачите необхідні шари та панель інструментів **Crime Analysis** (Аналіз злочинів) (рис. 6.1).

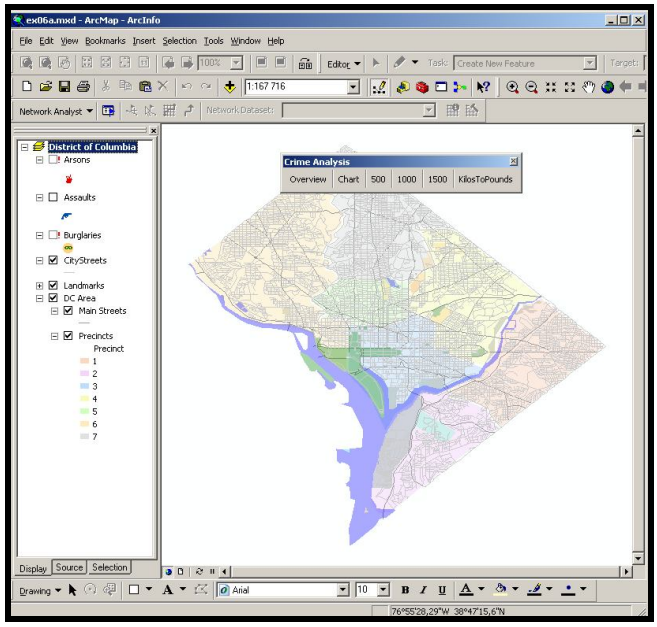


Рисунок 6.1 – Вікно програми **ArcMap** з відкритою вправою

– Додайте до інтерфейсу програми панелі **Draw**, **Standard** та **Tools**. Викличте контекстне меню на кнопці **Overview**, яка розташована на панелі **Crime Analysis**, і виберіть команду **ViewSource**.

У вікні коду **ThisDocument** ви побачите обрамляючі рядки для події клацання ЛКМ: **Overview click ()** (рис. 6.2).

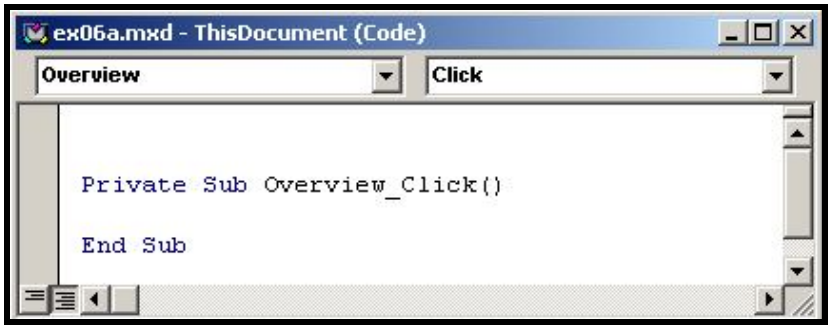


Рисунок 6.2 – Процедура для кнопки **Overview**

– Між рядками початку та закінчення процедури необхідно вписати код, за допомогою якого буде викликана процедура **CreateOverviewWindow**. Для цього процедуру потрібно імпортувати.

– За допомогою контекстного меню у вікні **Project** викличте пункт **Import File**. Вкажіть у списку типів файлів (**Files of type**) «Всі файли» (**All files**). Потім перейдіть до папки **…\ArcObjects\Data\ Samples\ExploringArcObjects** і виберіть файл **CreateOverviewWindow.txt** (рис. 6.3).

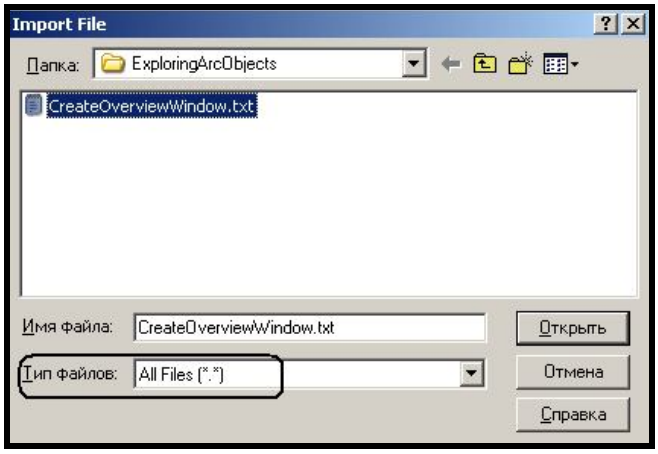


Рисунок 6.3 – Вибір файлу з процедурою

Новий код буде доданий у ваш проєкт у вигляді нового модуля – **Module1**, який ви можете відкрити. У цьому модулі містититься процедура, в якій ви за бажанням можете розібратися. Цей код складається з трьох частин:

– Перша частина становить оголошення перемінних за допомогою оператора **Dim**. Зверніть увагу, що перемінні, які тут описуються, мають об’єктні типи. Тут ви зустрінетеся з об’єктами бібліотеки **ArcObjects**.

– У другій частині цим перемінним присвоюються щойно створені об’єкти за допомогою оператора **Set**. Із цим оператором докладніше ми

познайомимося пізніше.

– У третій частині коду змінюються деякі властивості створених об’єктів, щоб задовольнити естетичним й ергономічним вимогам додатка.

У вікні властивостей (**Properties**) змініть ім’я модуля **Module1** на ім’я **CrimeAnalysisTasks** (рис. 6.4).

В інших вправах цієї лабораторної роботи ви додасте ще декілька процедур у цей модуль.

ПРИМІТКА. Узагалі можна кожну процедуру зберігати в її власному модулі. Але логічніше якщо процедури, які вирішують подібні задачі зберігати в одному модулі.

Процедури обробника подій елементів управління **UIControls** (таких як кнопка **Overview**) зберігаються у модулі **ThisDocument**. Це означає, що процедура з одного модуля повинна бути викликана в іншому модулі. Отже, ключове слово, яке впливає на область видимості (розміщується перед ключовим словом початку процедури – **Sub**), повинне бути **Public**, що означає відкритий доступ. Обмежений доступ означає слово **Private**. Процедури з обмеженим доступом можуть викликатися тільки всередині свого модуля.

– Активізуйте вікно модуля **ThisDocument**. Додайте в процедуру обробника події – клацання ЛКМ на кнопці **Overview** наступний рядок (рис. 6.5):

Call CreateOverviewWindow

– Закрийте редактор **VBA**.

Перевірка роботи імпортованої процедури

Існує декілька точок недавніх крадіжок зі зломом недалеко від коледжу **Holy Name**. Ви можете тестувати вашу процедуру для перевірки області навколо коледжу.

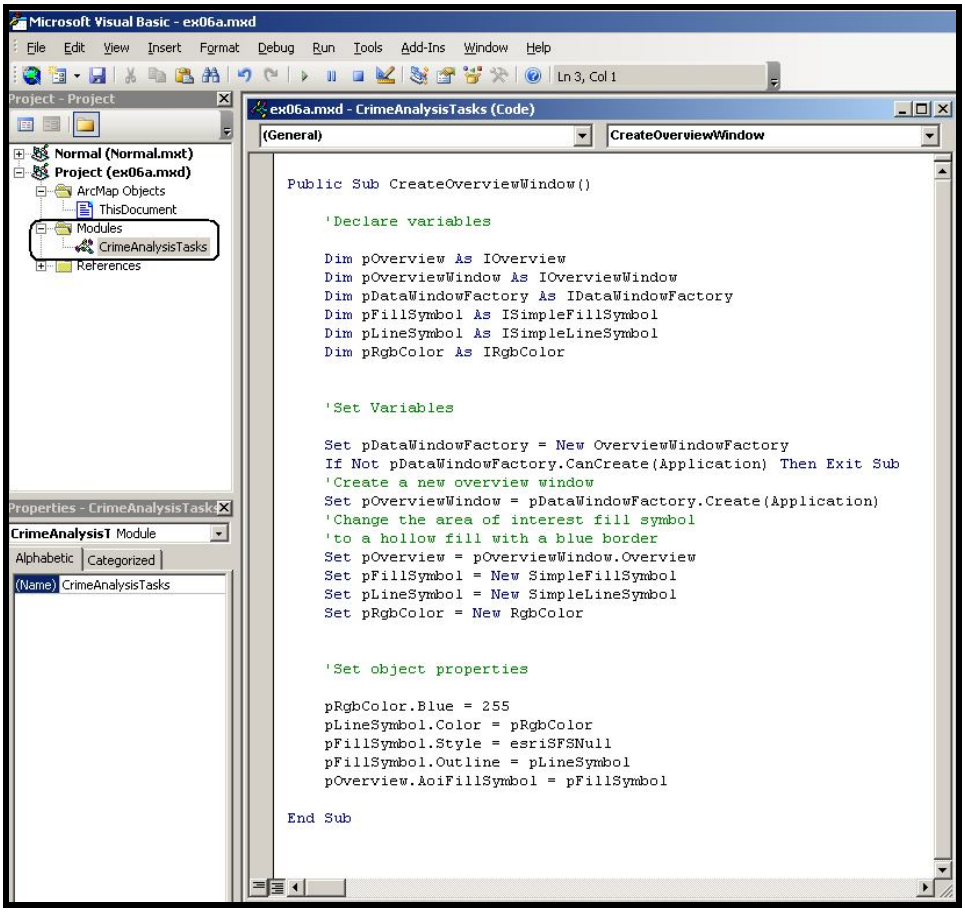


Рисунок 6.4 – Вигляд процедури **CrimeAnalysisTasks**

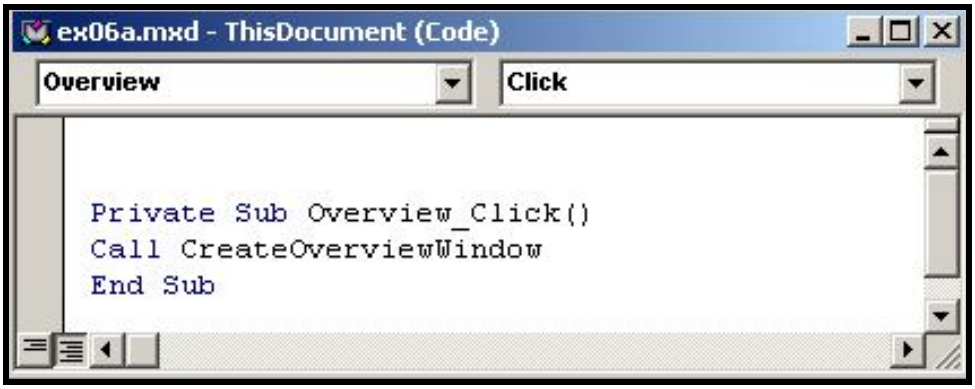


Рисунок 6.5 – Процедура для кнопки **Overview**

Включіть шари **LandMarks** та **Burglaries**. Виберіть з меню **Bookmarks** команду **Holy Name College**. Оскільки ми збільшили масштаб, важко сказати, в якому місці округу знаходитися вибраний об’єкт.

За допомогою кнопки **Overview** панелі інструментів **Crime Analysis** можна переміщати або змінювати розміри вікна **Overview**. У цьому вікні ви побачите синій прямокутник, який відображує те, що збільшена в масштабі ділянка знаходиться на північному сході округа. Щоб

переглянути злочини в інших частинах міста, необхідно переміщати або змінювати розміри синього прямокутника у вікні **Overview**. Усі ці зміни будуть відображатися в головному вікні **ArcMap** (рис. 6.6). Проекспериментуйте. Закрийте вікно обзору та збережіть свою роботу.

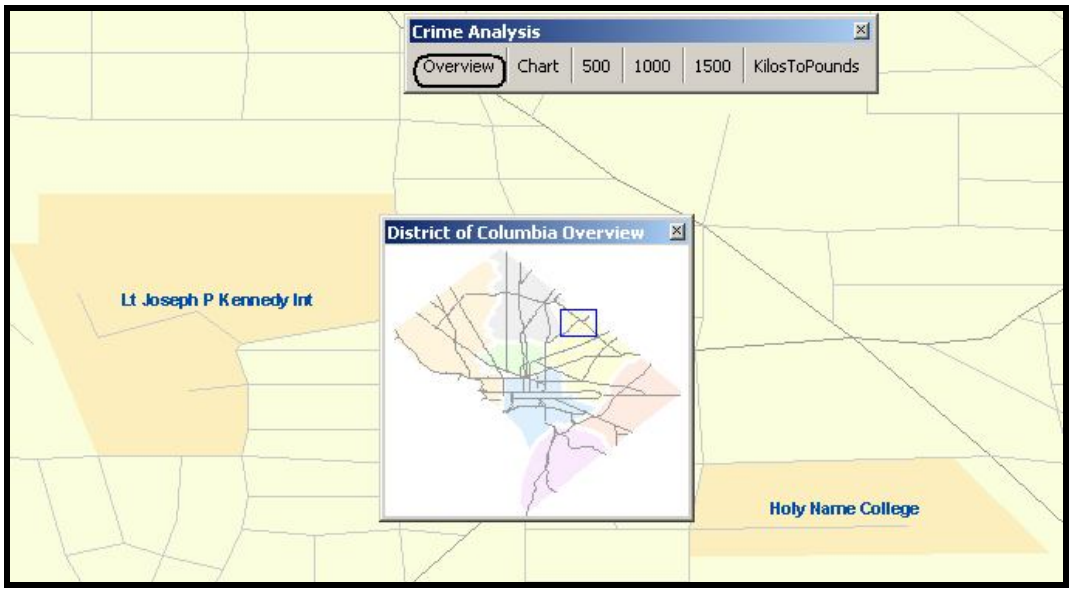


Рисунок 6.6 – Перегляд карти за допомогою вікна **Overview**

Вправа 2

Постановка задачі

Для зручності користувачів під час аналізу карти необхідно додати процедуру, за допомогою якої вони зможуть візуалізувати за допомогою показу на карті буферних зон навколо місць загоряння під час дослідження цих випадків.

– Запустіть **ArcMap** і відкрийте вправу **ex06c.mxd**. Коли карта відкриється, ви побачите необхідні шари та панель інструментів **Crime Analysis** (Аналіз злочинів). Включіть шар **Arsons**.

– За допомогою контекстного меню на кнопці **500** викличте команду **ViewSource**.

– У вікні **ThisDocument** ви побачите обрамляючі рядки для події клацання: **Buffer500 click ()**. Як і в попередній вправі необхідно імпортувати процедуру за адресою **…\ArcObjects\Data\Samples \ArcObjectsDeveloperHelp\BufferFeatures.txt.**

– Новий код буде доданий до вашого проєкту у вигляді нового модуля **Module1**.

– Відкрийте щойно імпортований модуль і скопіюйте процедуру

BufferFeatures із нього в модуль, створений в попередній вправі **CrimeAnalysisTasks**.

– Видаліть **Module1**, використовуючи контекстне меню та команду **Remove**. На запитання про експортування модуля відповідайте **NO**.

– У модулі **CrimeAnalysisTasks** переробіть додану процедуру так, щоб у неї був аргумент.

– Додайте аргумент **strBufferDistance** всередину круглих дужок після імені процедури, так щоб перший рядок процедури мав такий вигляд:

Public Sub BufferFeatures (strBufferDistance As String)

– Знайдіть рядок коду, в якому оголошується перемінна, і видаліть її:

Dim strBufferDistance As String

– Нижче у програмному коді знайдіть такий рядок:

strBufferDistance = InputBox("Enter Distance:", "Buffer")

Цей рядок запрошує значення розміру буфера у користувача. У вас ця процедура буде викликатися з тими значеннями, які вже задані. Тому цей рядок не потрібен. Видаліть цей рядок коду.

– Активізуйте вікно **ThisDocument**.

Далі потрібно створити обробники для подій клацання ЛКМ по трьох кнопках: 500, 1000 і 1500, щоб викликати цю процедуру з наперед зарезервованими значеннями величинами буфера.

– Між обрамляючими рядками події **Buffer500_click()** вставте рядок виклику процедури, що створює буфер зі значенням величини 500.

Call BufferFeatures ("500")

Тут 500 передається як текстовий рядок і тому береться в лапки.

– З лівого випадаючого списку вікна **ThisDocument** виберіть об’єкт **Buffer1000**. В обрамляючих рядках для події Buffer1000_click() вставте рядок виклику тієї самої процедури але зі значенням 1000:

Call BufferFeatures (“1000”)

– Аналогічно зробіть обробник події для кнопки 1500.

– Закрийте вікно редактора **VBA**.

– Протестуйте кнопки **1500**, **1000**, **500** на панелі **Crime Analysis**.

Використаємо кнопки для створення буферів та дослідження випадків підпалів поблизу університету **Howard**.

– Виберіть з меню **Bookmarks** команду **Holy Name College**. Переведіть карту у режим редагування. Потім виділіть університет **Howard** (рис. 6.7).

– На панелі інструментів **Crime Analysis** клацніть послідовно на кнопках 1500, 1000, 500.

– Ви побачите побудовані буфери. За допомогою команди **Select All Elements** меню **Edit** виділіть усі буферні зони (рис. 6.8).

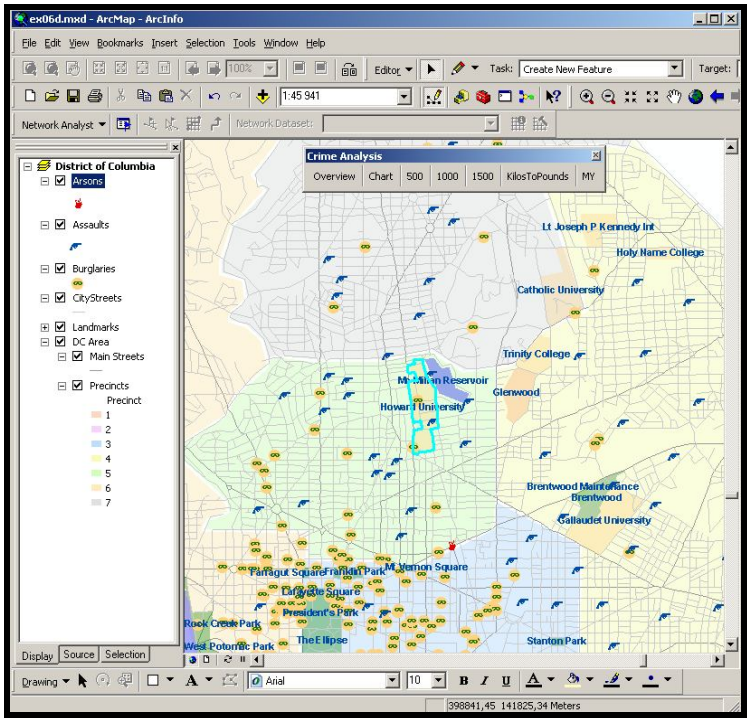


Рисунок 6.7 – Карта з виділеною територією університету **Howard**

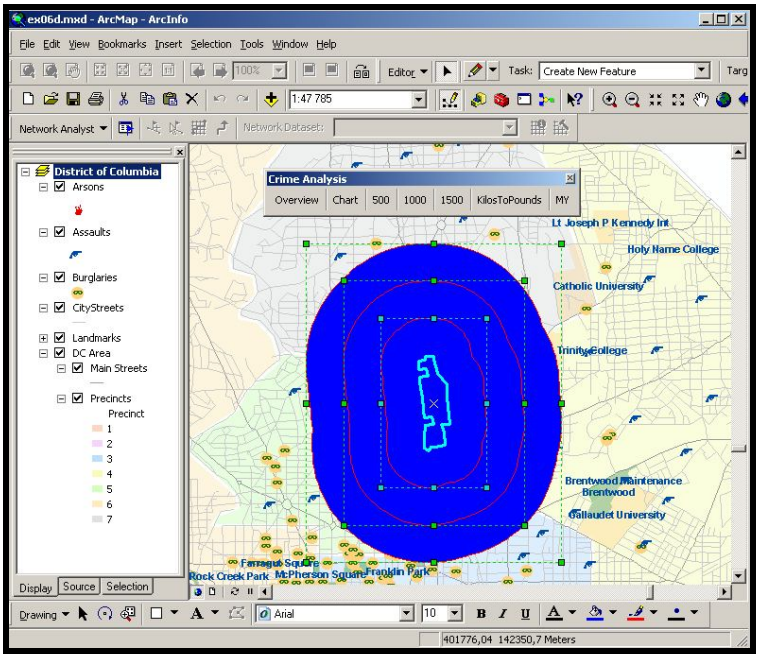


Рисунок 6.8 – Виділені буферні зони

Викличте контекстне меню на будь-якій буферній зоні та виберіть команду **Properties**. У діалоговому вікні **Selected elements** на вкладці **Symbol** клацніть по кнопці **Change Symbol** (рис. 6.9).

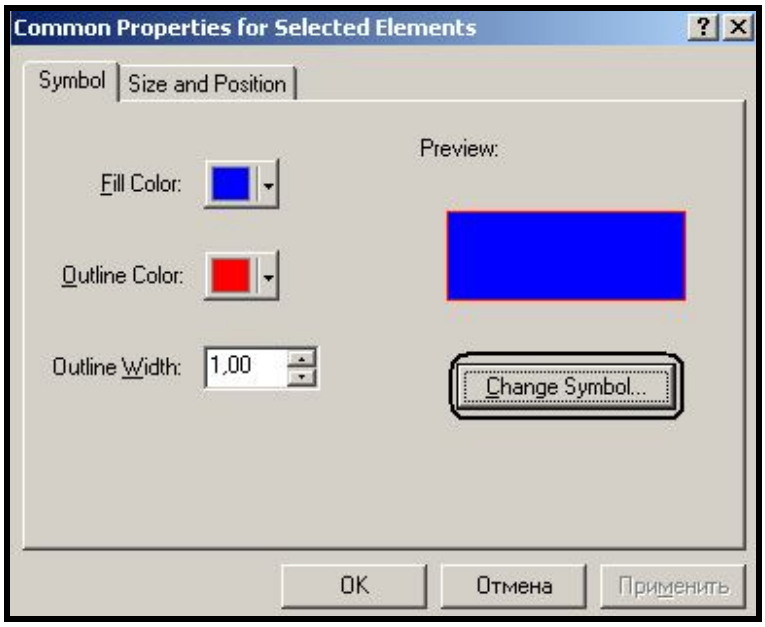


Рисунок 6.9 – Вікно властивостей вибраних буферних зон

– У вікні вибору символів за допомогою полоси прокрутки перейдіть вниз та двічі клацніть на символі, який називається **Crime Reporting Sector**. Натисніть кнопку **OK** (рис. 6.10).

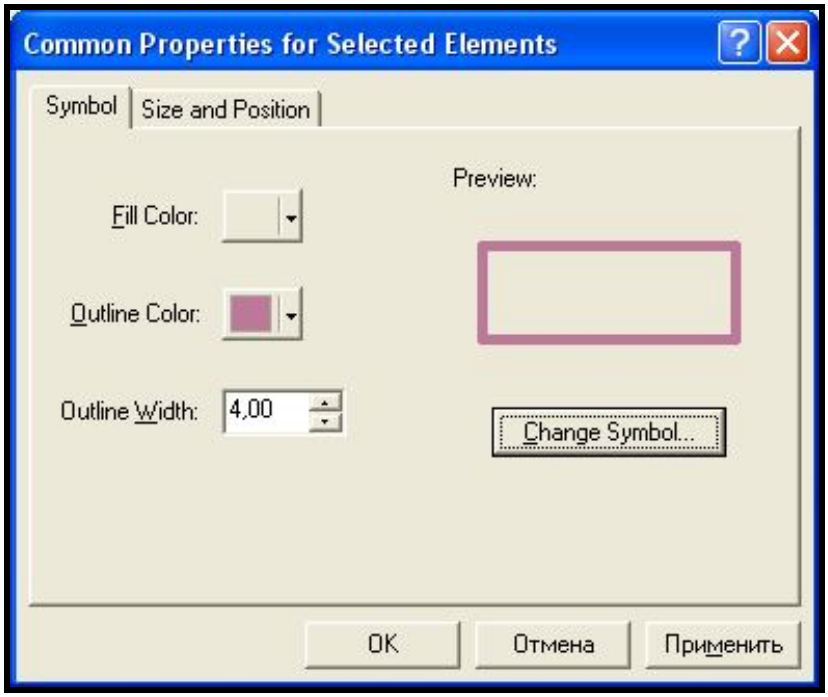


Рисунок 6.10 – Вигляд процедури CrimeAnalysisTasks

Декілька підпалів дійсно трапилося всередині виділених буферних зон (рис. 6.11). Збережіть свою роботу.

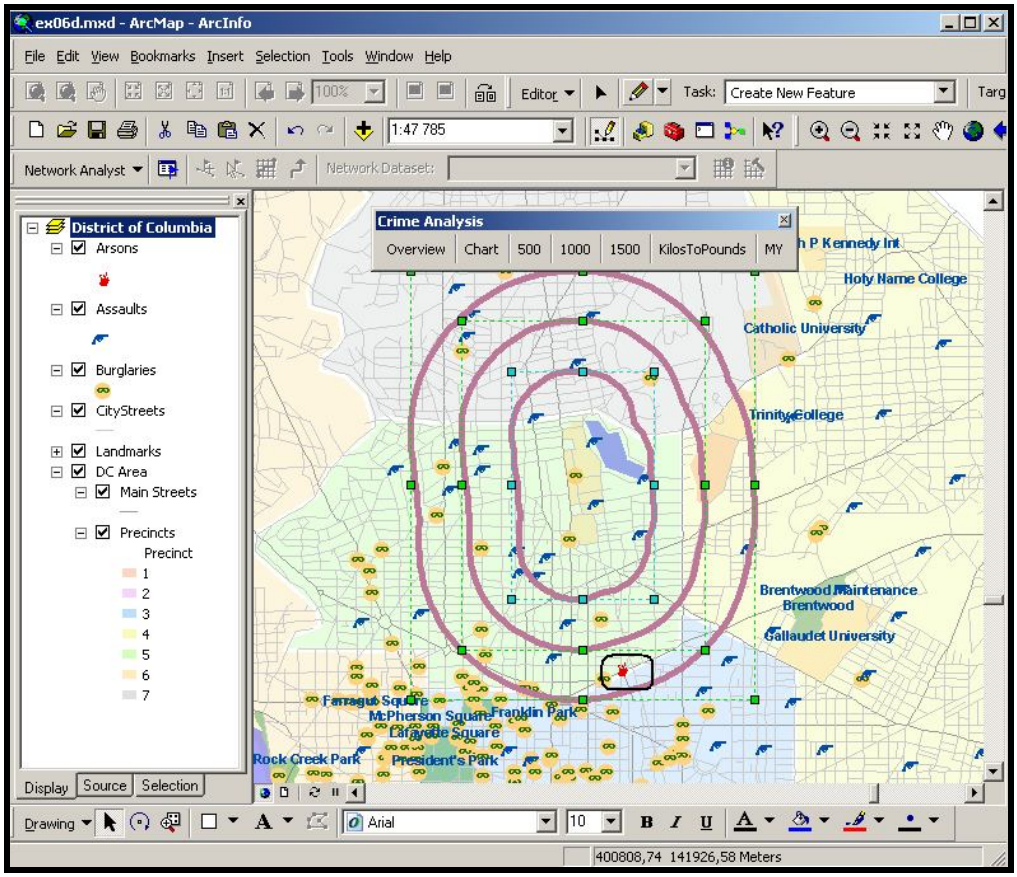


Рисунок 6.11 – Зображення підпалів на карті всередині буферних зон

Вправа 3

Постановка задачі

Для зручності користувачів під час переведення з одних одиниць виміру маси в інші необхідно додати процедуру, за допомогою якої вони зможуть конвертувати дані.

– Запустіть **ArcMap** і відкрийте вправу **ex06d.mxd**. Коли карта відкриється, ви побачите необхідні шари та панель інструментів **Crime Analysis** (Аналіз злочинів). Включіть шар **District**.

– Відкрийте редактор **VBA** (меню **Tools / Macros / Visual Basic Editor**).

– Відкрийте модуль, який містить добавлені процедури **CrimeAnalysisTasks**.

– При активному вікні модуля додайте нову процедуру за допомогою меню **Insert / Procedure**, вказавши такі параметри:

Ім’я (Name) – **KilogramToPound**.

Тип (Type) – **Function**.

Область видимості (Scope) – **Public** (рис. 6.12).

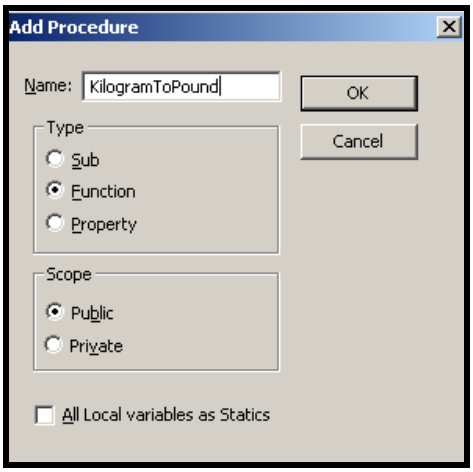


Рисунок 6.12 – Вікно додавання процедури

– У списку аргументів доданої функції наберіть **dblKilos As Double.** У такий спосіб ви визначили тип значення, що повертається, як подвійна точність.

Тобто перший рядок вашої функції повинен мати вигляд:

Public Function KilogramToPound (dblKilos As Double) As Double

Введіть формулу для перерахунку:

KilogramToPound = dblKilos *2.2046

Отже, ваша функція цілком закінчена й повинна виглядати так (рис. 6.13):

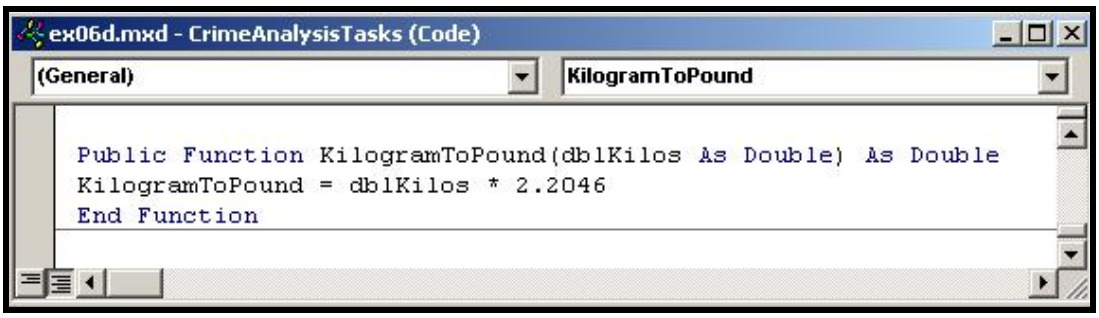


Рисунок 6.13 – Код процедури KilogramToPound

– Поверніться в головне вікно **ArcMap** і за допомогою контекстного меню на кнопці **KilosToPounds** викличте вікно **ViewSource**.

– Використайте вікно вводу даних **InputBox** для введення значення кілограмів для перерахунку, необхідних користувачеві, до програми. Будь-яке значення, введене користувачем повинно бути переадресовано до функції **KilosToPounds**.

– Усередині обрамляючих рядків процедури обробника події **KilosToPounds_click()** необхідно описати перемінну для введеного користувачем значення кілограмів та присвоїти їй значення за допомогою функції **InputBox**.

```
Dim userKilos As Double
userKilos = InputBox ("Введіть кількість кілограмів")
```

Тепер у вас є необхідне значення для виклику функції **KilosToPounds**.

– Опишіть перемінну, яка прийме розраховане значення, і присвойте їй значення за допомогою функції **KilogramToPound**:

```
Dim userPounds As Double
userPounds = KilogramToPound(userKilos)
```

Тепер необхідно додати рядок, який буде доводити до користувача конвертоване значення фунтів (рис. 6.14):

```
MsgBox userKilos & " кг будуть мати " & _
userPounds & " фунтів"
```

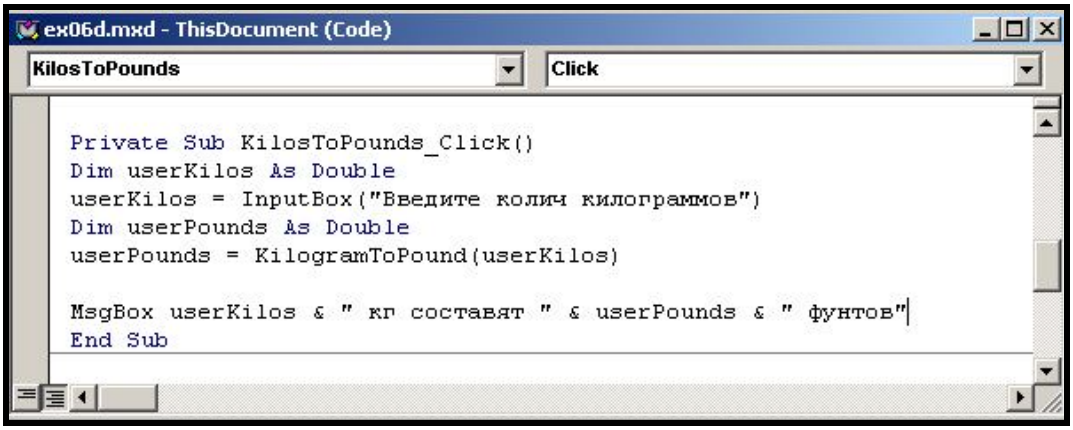


Рисунок 6.14 – Код процедури обробника події **KilosToPounds_click()**

Тепер кнопка **KilosToPounds** готова для тестування.

– Закрийте редактор **VBA**.

– Клацніть на кнопці **KilosToPounds** та у вікні **InputBox**, що з'явилося, введіть 14. Натисніть кнопку **ОК**. Результат повинен становити 30,3644 фунтів. Клацніть по кнопці **ОК**.

– Збережіть свою роботу.

Завдання для самостійного виконання

1. Внесіть зміни у вікно повідомлення, яке з'являється під час клацання на кнопці **KilosToPounds**, щоб воно мало назву у рядку імені «**Інформаційне повідомлення**» і мало дві кнопки «**ОК**» та «**Відмінити**» (функція **MsgBox**).

2. Додайте на панель інструментів **Crime Analysis** кнопку, за допомогою якої буде здійснено переведення введеного числа з одних одиниць вимірювання в інші (завдання для самостійного виконання лабораторної роботи № 3. Розгалуження не потрібне). Наприклад, із гривні у долари. Код програми повинен бути створений за допомогою модуля (дайте йому своє ім'я) та функції. Вікно повідомлення повинно мати такий вигляд, який вимагається у завданні № 1.

Контрольні питання

1 До яких недоліків призводить створення довгих кодів та як їх можна подолати використавши підпрограми.

2. Перерахуйте типи підпрограм і їхні особливості.

3. Дайте визначення процедурі. Як оформлюються процедури у **VBA**?

4. Чи може процедура мати аргументи?

5. Чи може функція не мати аргументів?

6. Чи може процедура повертати значення?

7. Призначення функцій. Який вид мають функції?

8. Чи може функція не повертати значення?

9. Які значення повертає функція MsgBox?

10. Які значення повертає функція InputBox?

11. Скориставшись довідкою знайдіть функції конвертації типів. Їхнє призначення? Аргументи та значення, що повертаються? Перелічіть деякі з них.

Оформлення звіту з лабораторної роботи

Звіт із лабораторної роботи повинен бути оформлений на ПК, роздрукований на аркушах формату А4. Структура і наповнення звіту аналогічно опису, наведеному в практичному занятті 1.2. До звіту необхідно додати файл, виконаний у програмному забезпеченні **ArcMap** із виконаною роботою.

1.7 Практичне заняття.
Розробка власних об’єктів

Мета: виробити уміння та навички розробки власних об’єктів в об’єктно-орієнтованій мові **VBA** у програмі **ArcMap.**

Призначення: виконавши роботу, ви навчитеся створювати обчислювальні процеси з використанням власних об’єктів для виконання громіздких прикладних завдань.

Ключові слова

Об’єктно-орієнтоване програмування, об’єкт користувача, мова UML, інтерфейс.

Теоретичні відомості

Програмісти Microsoft вже створили всі необхідні класи для роботи з об’єктами **VBA**, такі як форми й елементи управління. А програмісти ESRI, зі свого боку, вже написали класи для ГІС-об’єктів, таких як карти та шари. Проте для виконання специфічних завдань потрібно створювати свої класи.

Уявіть собі, що ви працюєте у муніципальній міській компанії, яка створює додаток для податкового управління з інвентаризації. Він буде корисний для моделі міських кварталів в **ArcMap**. Але **VBA** та **ArcMap** не мають об’єкта **Квартал** (**Parcel**). Можна створити свій клас кварталів з класу **Parcel Feature** в базі геоданих і запитувати його властивості. Але не існує програмного об’єкта, який зветься квартал. Тому не можна написати код для запиту значення кварталу (його номер або ранг):

MsgBox myParcel.Value

Не можна також написати код для отримання кодування зони кварталу:

MsgBox myParcel.Zoning

Тому, при частому використанні доцільно створити власний клас. Перед тим як програмувати, потрібно спланувати, які об’єкти та методи будуть входити до цього класу. Насамперед потрібно висловити свої думки на папері. Але рано чи пізно вам доведеться звернутися до мови моделювання UML.

UML – це технологія створення схематичних діаграм. Програмісти використовують діаграми, щоб малювати класи, властивості та методи

стандартними символами. Наприклад, класи (подібно кварталу – **Parcel**) зображені як прямокутники, властивості (подібно **Value** і **Zoning**) поряд із назвою мають спеціальні мітки й методи (подібно **CalculateTax**) поряд із назвами стрілок. Ці UML діаграми мають назву – діаграмами моделі об'єкта (рис. 7.1).

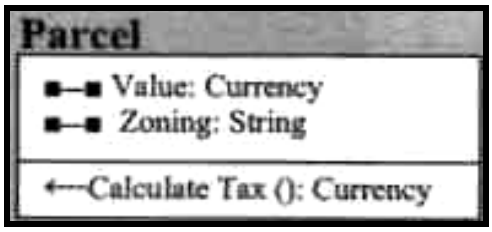


Рисунок 7.1 – UML діаграма моделі об'єкта

На діаграмі типи даних відображені зліва від властивостей і методів. Наприклад, ви бачите, що властивість **Zoning** має рядковий тип.

У мові **VBA**, щоб створити новий клас, формують новий модуль класу. Тобто скориставшись командою: **Insert / Class Module**, модуль можна зберегти в будь-якому з трьох проєктів: поточному документі карти, новому або основному шаблоні. При цьому будуть розрізнятися рівні доступу до модуля, як і під час роботи з макросами та процедурами.

Щоб створити властивість для класу, необхідно оголосити перемінну з потрібним типом даних. Нехай клас **Parcel** буде мати дві властивості. Створіть їх, оголошуючи перемінні в модулі класу (рис. 7.2).

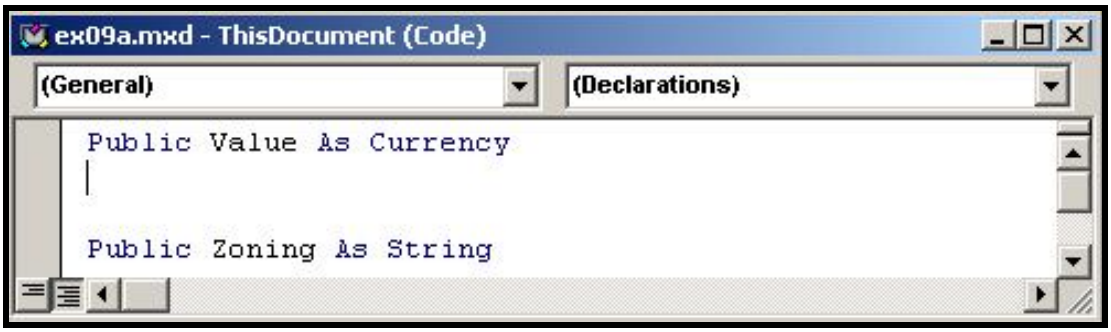


Рисунок 7.2 – Оголошення перемінних у модулі класу

Ці перемінні оголошуються поза процедурою з ключовим словом **Public**, замість ключового слова **Dim**. Перемінні, оголошені з оператором **Dim**, можуть використовуватися тільки в процедурі, в якій вони оголошені. Зверніть увагу, що перемінні **Value** та **Zoning** не належать певній процедурі.

Оголошення перемінних поза процедурою за допомогою оператора **Public** дозволяє використовувати їх у будь-якій процедурі та в будь-якому модулі коду (поки процедура знаходиться в поточному документі карти,

оскільки клас зберігається в поточному документі карти).

Щоб створити метод для класу, необхідно закодувати підпрограму або функцію, залежно від того, чи повертає цей метод значення. Метод **CalculateTax** повертає розмір податку, тому цей метод був закодований як функція (код схожий на написаний раніше, але він не розміщується в обробнику події – клацання лівою кнопкою миші (ЛКМ) на кнопці форми). На діаграмі класу відзначено, що цей метод має тип **Currency** (грошовий). Очевидно, що він повертає значення вказаного типу. Аргументів він не має, тому дужки залишаються порожніми. Отже, оголошення цього методу буде виглядати в такий спосіб (рис. 7.3):

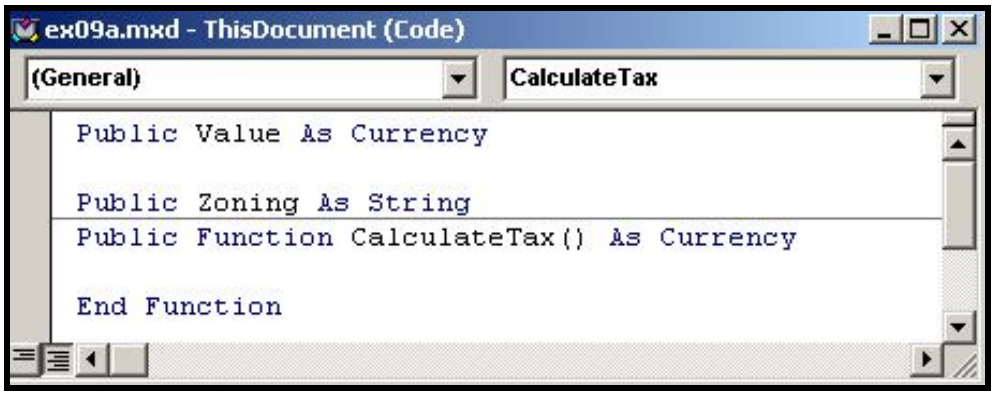


Рисунок 7.3 – Оголошення методу

Хід роботи

Вправа 1

Постановка задачі

Як програміст, який працює у проєкті збереження живої природи, ви працюєте з біологами, які спостерігають за життям слонів. На сьогодні, вчені використовують записники, щоб зберегти записи про слонів. Вони також роблять звукозаписи, як сурмить кожний слон у файл ***.wav**. Ваша задача: створити в ArcMap додаток для їхньої роботи. Оскільки об'єкта **Слон** не існує в **VBA** або ArcGIS, потрібно створити новий клас для слона.

Біологи хочуть зберігати та працювати з іменами слонів і їхнім віком. Вони також хотіли б мати можливість прослуховувати ревіння слона. Вам необхідно використовувати цю інформацію, щоб створити діаграму UML класу **Слон** (**Elephant**) (рис. 7.4).

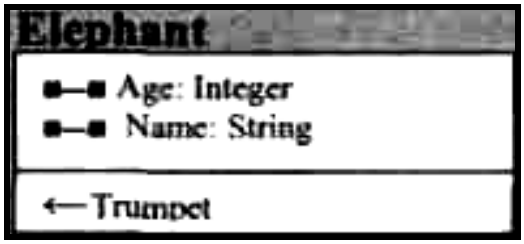


Рисунок 7.4 – Діаграма UML класу **Слон**

У цій вправі, ви створите клас **Слон** (**Elephant**) із двома властивостями та методом, який запускає звуковий файл із ревом слона.

Запустіть ArcMap і відкрийте вправу **ex09a.mxd**, розташовану в такій папці: **...ArcObjects \ Chapter09.** Карта порожня, оскільки клас, який ви зараз створюєте не має географічної прив'язки.

Увійдіть до редактора **VBA**.

Вставте в проєкт модуль класу (**Insert / Class Module**).

Змініть назву класу модуля, використовуючи вікно **Properties** (рис. 7.5):

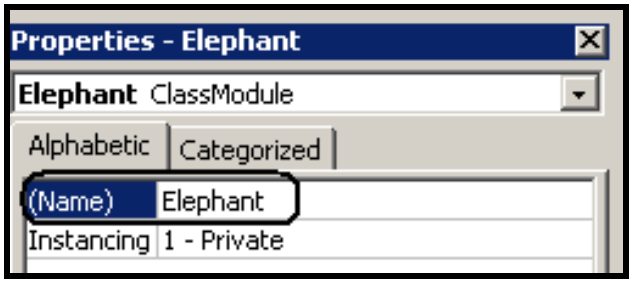


Рисунок 7.5 – Зміна назви класу модуля

Опишіть властивості вашого класу у модулі класу наступним чином (рис. 7.6):

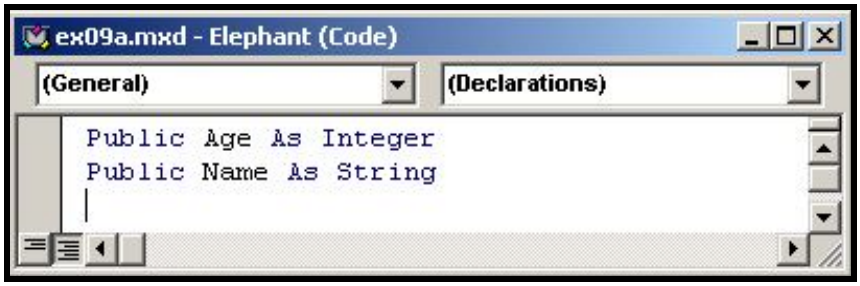


Рисунок 7.6 – Опис властивостей класу

Додайте процедуру **Trumpet** (труба) за допомогою команди **Insert / Procedure** (рис. 7.7).

Вставте усередину обрамляючих рядків процедури **Trumpet** такі рядки (рис. 7.8).

Шлях до звукового файлу в процедурі вкажіть за допомогою копіювання адресного рядка у Провіднику, заздалегідь знайшовши файл **elephant.wav**. Цей код відрізняється від того, що зустрічався раніше.

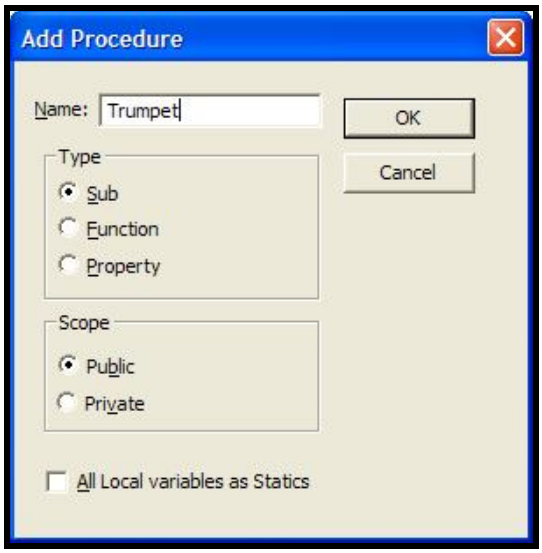


Рисунок 7.7 – Додавання процедури

Функція **sndPlaySound** не входить в **VBA** або ArcObjects. Вона є частиною **Microsoft Windows Application Programming Interface**, (програмного інтерфейсу додатків Microsoft Windows) або **API** функцією. **API** функції виконують завдання операційної системи подібно програвання звукових файлів, перевірки ваших прав доступу або пошуку шляху до папки **Temp**.

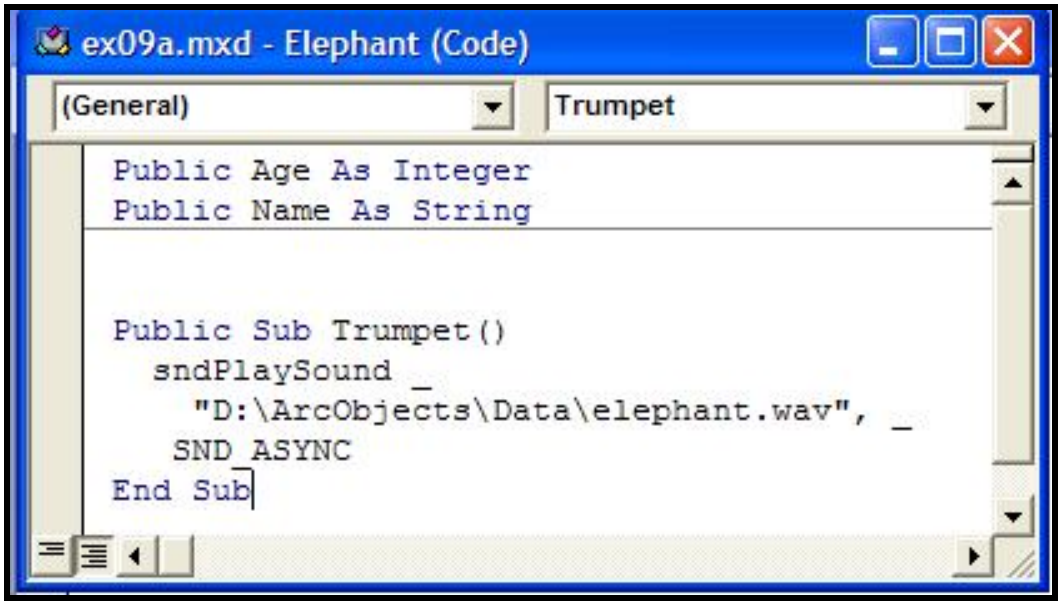


Рисунок 7.8 – Вікно коду

Щоб викликати функцію API в **VBA**, потрібно оголосити її в іншому модулі коду (ви робили це, коли оголошували функцію **KilogramToPound** в одному модулі, а викликали в іншому у попередній лабораторній роботі). У цій вправі функція вже була оголошена в стандартному модулі **PlaySounds**.

ПРИМІТКА. Функція **sndPlaySound** має два параметри:

– перший – це шлях до звукового файлу ***.wav**;

– другий – константа, яка може бути або **SND_SYNC** або **SND_ASYNC**. Опція **SND_SYNC** робить паузу у виконанні коду, поки звуковий файл не закінчив програвання. Опція **SND_ASYNC** дозволяє виконувати код далі під час програвання звукового файлу.

Функції повертають значення. Але не завжди можна використовувати ці функції. Значення функції **sndPlaySound** – **Истина**, якщо звуковий файл програється, і **Ложь**, якщо цього не відбувається. Щоб не ускладнювати приклад, ми не будемо використовувати значення цієї функції.

Клас **Elephant** на цьому закінчений. Це – досить простий клас, але він використовує ті самі принципи кодування, які б ви використовували для створення серйозніших класів. Тепер ми можемо створювати об’єкт **Elephant**.

Збережіть свою роботу.

Створення об’єктів

Тепер навчимося створювати об’єкти за допомогою призначеного для користувача інтерфейсу. Досі ви створювали форму шляхом вставки її в проєкт, а потім створювали об’єкт **CommandButton** шляхом перетягування його на форму.

Тепер ви будете створювати об’єкти за допомогою коду, оголошуючи та встановлюючи перемінні. Перемінні можуть бути не тільки даними основних типів, але і їхніми об’єктами.

Перемінні, які представляють дані основних типів називаються **вбудованими перемінними**, а ті, які представляють об’єкти, називаються **об’єктними перемінними**.

Оголошення й установка значень об’єктних перемінних дещо відрізняється від роботи з вбудованими перемінними. Для об’єктних перемінних замість типу вказується назва класу, а як оператор присвоєння

використовується оператор **Set**. Але якщо ви створюєте новий об’єкт, то використовується ключове слово **New**.

```
Dim E As Elephant
Set E = New Elephant
```

Тепер ви можете звертатися до властивостей і методів об’єкта, використовуючи перемінну **E**.

```
E.Name = "Mark" E.Trumpet
```

Потім, за бажанням, ви можете створити ще один об’єкт:

```
Dim El As Elephant
Dim E2 As Elephant
Set El = New Elephant
Set E2 = New Elephant
```

Після створення ви можете звертатися до їхніх властивостей:

```
El.Name = "Jerry"
El.Age = 24
E2.Name = "Ron"
E2.Age = 28
```

Вправа 2

Постановка задачі

Для зручності біологів під час проведення досліджень необхідно створити об’єкт, за допомогою якого можна вводити будь-які характеристики спостережень.

У попередній вправі ви створили клас **Elephant** (**Слон**) із двома властивостями і методом, який запускає звуковий файл із ревом слона. У цій вправі ви скористаєтеся ним, щоб створити об’єкт **Elephant**.

Запустіть ArcMap і відкрийте вправу **ex09b.mxd** розташовану у папці: **... ArcObjects \ Chapter09**. На стандартній панелі інструментів ви побачите кнопку **AddElephant** із зображенням слона.

Увійдіть до редактора процедури кнопки **AddElephant**. Ви побачите порожню заготовку, в якій необхідно написати код створення об’єкта **Elephant** (**Слон**).

На сторінці коду модуля **ThisDocument**, у події **AddElephant_click** необхідно додати такі рядки (рис. 7.9):

Dim theElephant As Elephant
Set theElephant = New Elephant

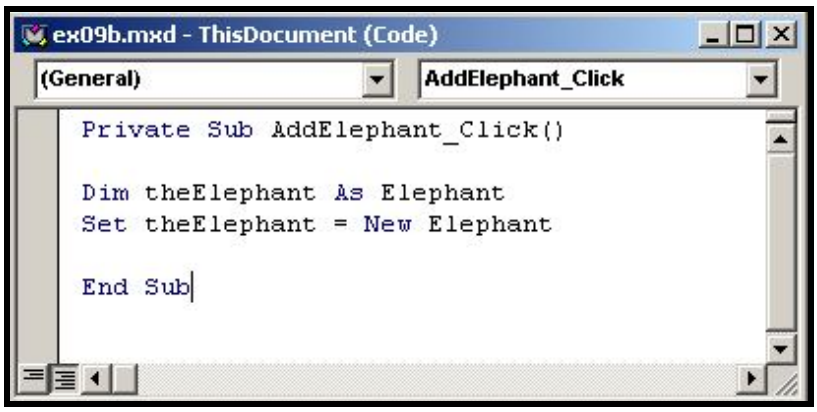


Рисунок 7.9 – Код події **AddElephant_click**

Запустіть цю процедуру на виконання. Після цього в пам'яті комп'ютера виділиться місце під об'єктну перемінну, і перемінна **theElephant** буде їй відповідати.

Продовжимо написання коду. Для цього знову увійдіть до обробника події **AddElephant_click**. Набиріть наступні рядки, використовуючи підказки. Набравши ім'я перемінної та поставивши крапку, почекайте, поки **VBA** запропонує вам список доступних властивостей і методів об'єкта. Наберіть таке (рис. 7.10).

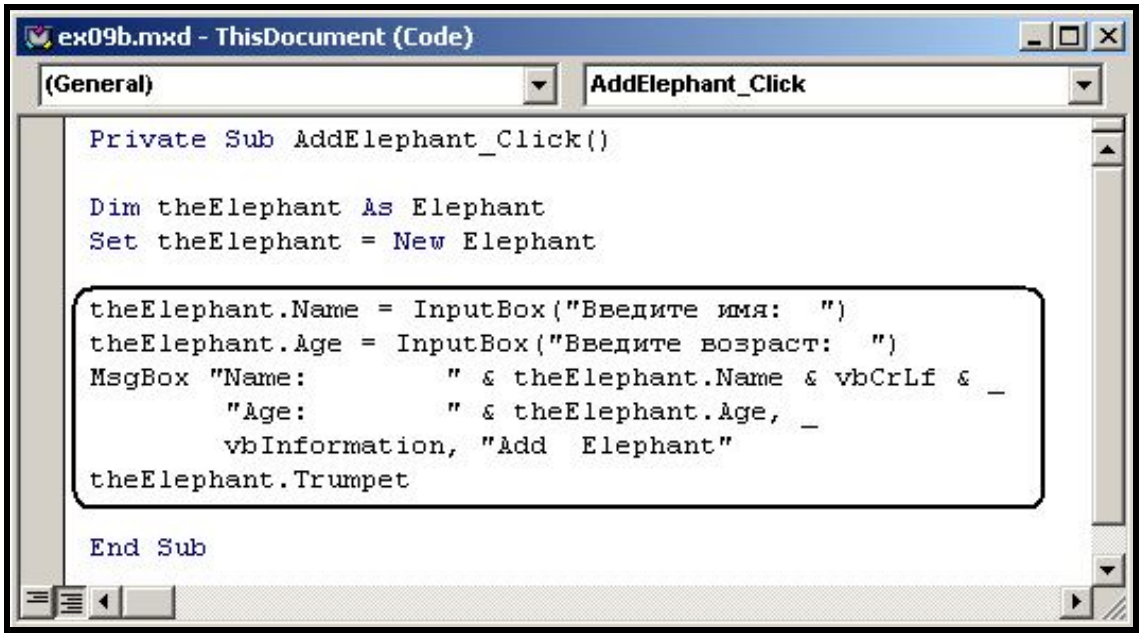


Рисунок 7.10 – Код процедури

Закрийте редактор **VBA** і протестуйте кнопку. На запити, що з'явилися, відповідайте, наприклад: **Хатхі** (ім'я слона) та **35** (вік слона).

Після появи повідомлення про слона й натискання на кнопку **ОК** ви повинні почути ревіння слона.

Збережіть свою роботу.

Зверніть увагу на те, що у файлі **ex09b.mxd** модуль **PlaySound**, у якому є повідомлення для операційної системи вашого ПК, з якої бібліотеки потрібно підвантажити програвач музики (рис. 7.11).

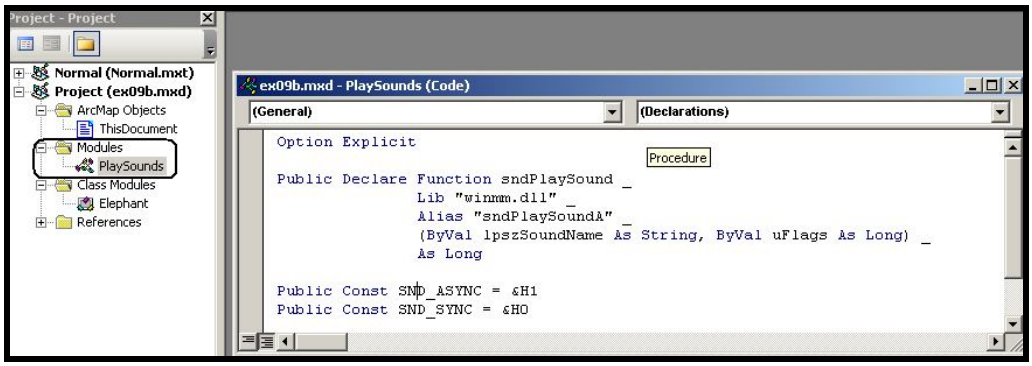


Рисунок 7.11 – Модуль для підвантаження програвача музики

Завдання для самостійного виконання

1. Розробіть свій власний клас відповідно до наочної області завдань за варіантами (табл. 7.1). У класі повинні бути як мінімум дві властивості та два методи.

2. * Напишіть програму, яка створює об'єкт вашого класу та виконує роботу з його властивостями й методами. Варіанти класів наведені у таблиці 7.1.

3. Створіть для цієї програми кнопку та протестуйте ваші розробки.

Таблиця 7.1 – Варіанти завдань на розробку класів

Варіант	**Клас**
1	2
1	Річка (River)
2	Дорога (Dear)
3	Станція (Station)
4	Житловий будинок (Dwelling-house)
5	Музей (Museum)
6	Гараж (Garage)

Продовження таблиці 7.1

1	2
7	Дитячий садочок (Childs garden)
8	Школа (School)
9	Озеро (Lake)
10	Гора (Mountain)
11	Море (Iea)
12	Океан (Ocean)
13	Населений пункт (Population item)
14	Адміністративна ділянка (Administrative site)
15	Спортивна команда (Command is sports)
16	Історичне місце (Historical place)

Контрольні питання

1. Сформулюйте своїми словами: для чого потрібно розробляти власні об’єкти?

2. Що таке **UML**? Для чого використовується ця мова?

3. Чим відрізняється клас від об’єкта.

4. Які ключові слова на мові **VBA** використовуються під час програмної роботи з об’єктами?

5. Чим відрізняється вбудовані і об’єктні перемінні?

6. Що таке функції **API Windows**?

7. Які параметри має функція **sndPlaySound**?

8. Що таке об’єкти та моделі об’єктів?

9. Що таке об’єкти-набори. Для чого вони використовуються?

10. У який спосіб створити зв’язок моделі об’єктів з інтерфейсом користувача?

11. Як створити колекцію своїх об’єктів?

Оформлення звіту з лабораторної роботи

Звіт із лабораторної роботи повинен бути оформлений на ПК, роздрукований на аркушах формату А4. Структура і наповнення звіту аналогічно опису, наведеному в практичному занятті 1.2. До звіту необхідно додати файл, виконаний у програмному забезпеченні **ArcMap** із виконаною роботою.

1.8 Практичне заняття.
Автоматизація роботи в ArcMap

Мета: виробити уміння й навички розв'язання прикладних задач у програмі **ArcMap** за допомогою об'єктно-орієнтованої мови **VBA**.

Призначення: виконавши роботу, ви навчитеся створювати обчислювальні процеси для виконання прикладних завдань.

Ключові слова

Скрипт, мова програмування, геообробка даних, об'єктно-орієнтоване програмування, сервіси.

Теоретичні відомості

У деяких ГІС-додатках є спеціальні набори інструментів для реалізації розширеної геоінформаційної бізнес-логіки. Ці інструменти можуть передбачити обсяг здобутої деревини в лісі, визначити відповідні ділянки для ресторану або оцінити зони розповсюдження токсичної хмари. Багато розробників для таких цілей використовують ArcObjects.

У багатьох випадках такі процеси можна описати в ArcGIS ModelBuilder, де їх графічно можна зв'язати у єдиний «ланцюжок». Такі моделі геообробки можна надавати як вебсервіси та використовувати у веб-додатках. Переваги цього очевидні: використання сервісу геообробки дозволяє значно скоротити необхідний обсяг програмування. Крім того, можна використовувати переваги асинхронного виконання сервісів геообробки, чого непросто досягти у своєму коді ArcObjects.

Крім гнучкості, яка забезпечується наявністю сотень готових інструментів, які можна поєднувати в ModelBuilder, геообробка дає можливість розробляти власні інструменти. Найпростіший спосіб – це створення скриптів на мові Python, які можуть виконуватися самостійно або у поєднанні з іншими інструментами в моделі.

Щоб досягнути ще більшого контролю, замість Python для створення призначених для користувача інструментів геообробки, можна використовувати мови C#, Visual Basic, C++ або Java. Це дозволяє впроваджувати власну деталізовану логіку ArcObjects у моделі.

При використанні мови Python або іншої мови програмування перевага створення призначених для користувача інструментів полягає в тому, що їх можна використовувати повторно в інших робочих процесах,

оскільки вони поводяться таким само, як і будь-який інший готовий інструмент. Крім того, код ArcObjects або Python може виконуватися в моделі асинхронного виконання сервісів геообробки, яка дуже зручна для довготривалих процесів.

Хід роботи

Вправа 1

Постановка задачі

Для зручності користувачів під час роботи з картами, які мають велику кількість шарів, ви повинні створити процедури, які вимикають чи вмикають одразу всі шари.

– Запустіть ArcMap і відкрийте вправу **ex11a.mxd**, розташовану у такій папці: **...ArcObjects \ Chapter11.**

– Введіть пароль **Carter**.

– Вікно **ArcMap** покаже зображення, в якому ви побачите вулиці Вашингтона округ Колумбія та декілька шарів із відмітками про злочини. На панелі інструментів **Crime Analysis** ви бачите кнопку під назвою **ClearCrime**, яка вимкне усі шари.

– На панелі інструментів **Crime Analysis**, визвіть контекстне меню на кнопці **ClearCrime** і виберіть команду **View Source**. У відкритому вікні **Visual Basic Editor** ви бачите **ClearCrime** – процедуру обробки подій. У цій процедурі необхідно написати такий код (рис. 8.1).

– Для тестування коду натисніть кнопку **ClearCrime**. У результаті усі шари повинні бути вимкнені (рис. 8.2).

– Далі необхідно створити другу кнопку під назвою **AllCrime** (рис. 8.3).

– На панелі інструментів **Crime Analysis** визвіть контекстне меню на кнопці **AllCrime** та виберіть команду **View Source**. У результаті відкриється вікно Visual Basic Editor і Ви бачите процедуру обробки подій – **AllCrime**. У цій процедурі необхідно написати такий код (рис. 8.4).

– У полі коду у властивості **Visible** для **pLayer**, яке встановлює видимість шарів, значення властивості необхідно змінити з **False** на **True**.

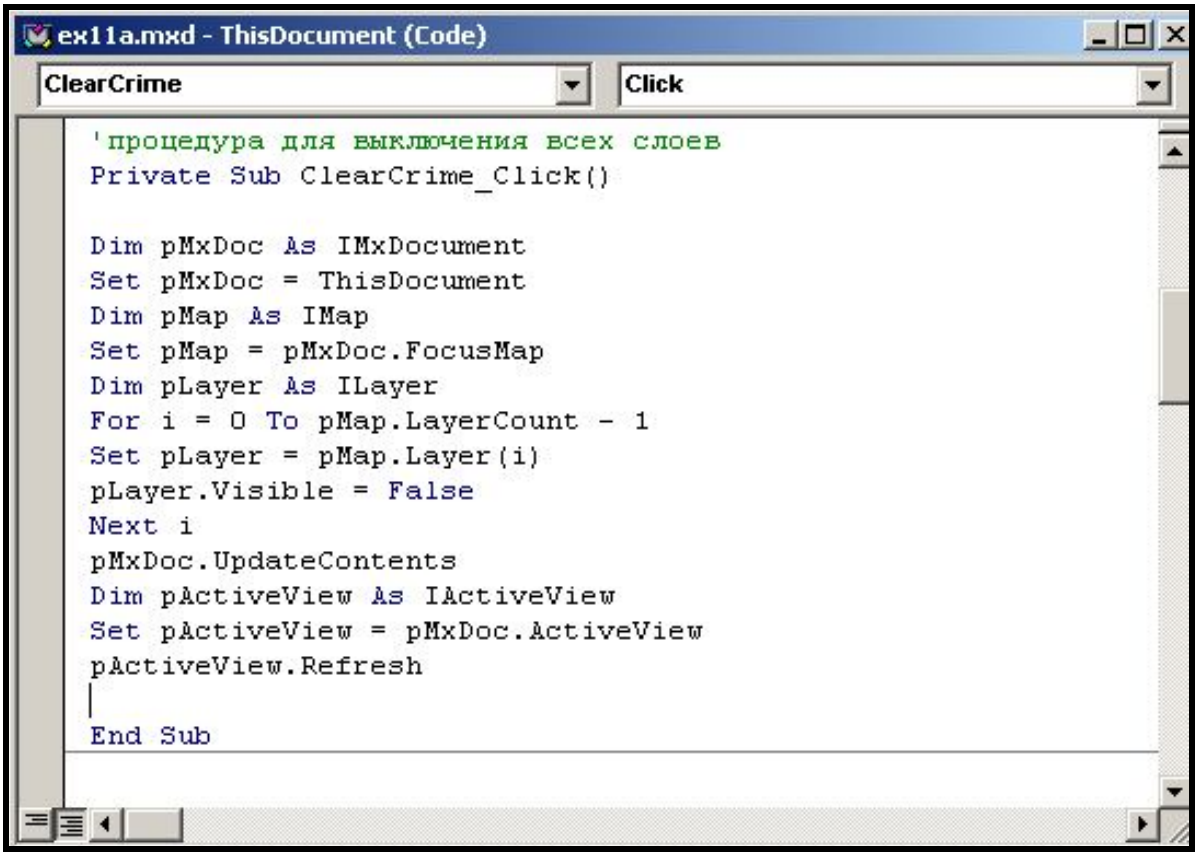


Рисунок 8.1 – Код процедури **ClearCrime**

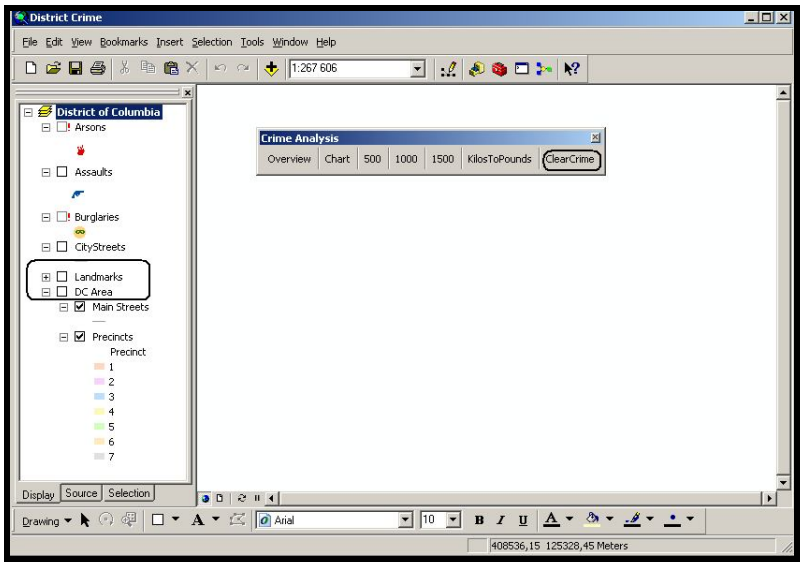


Рисунок 8.2 – Результат натискання кнопки **ClearCrime**

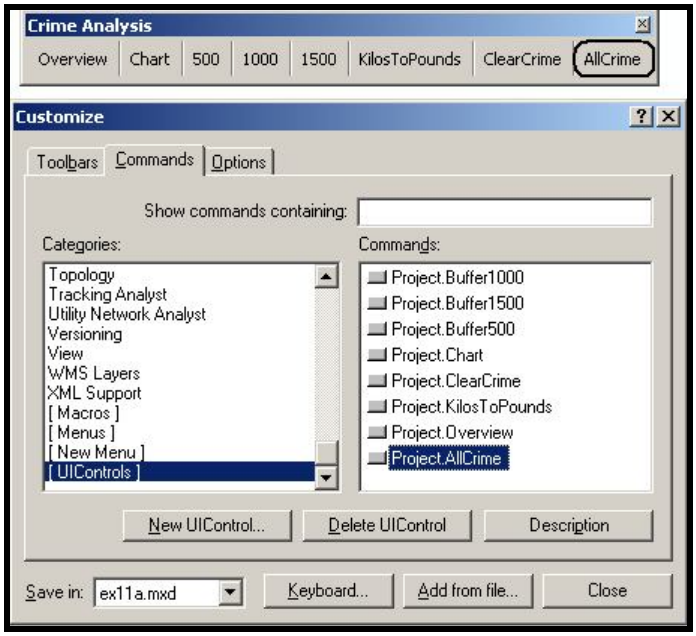


Рисунок 8.3 – Створення кнопки **AllCrime**

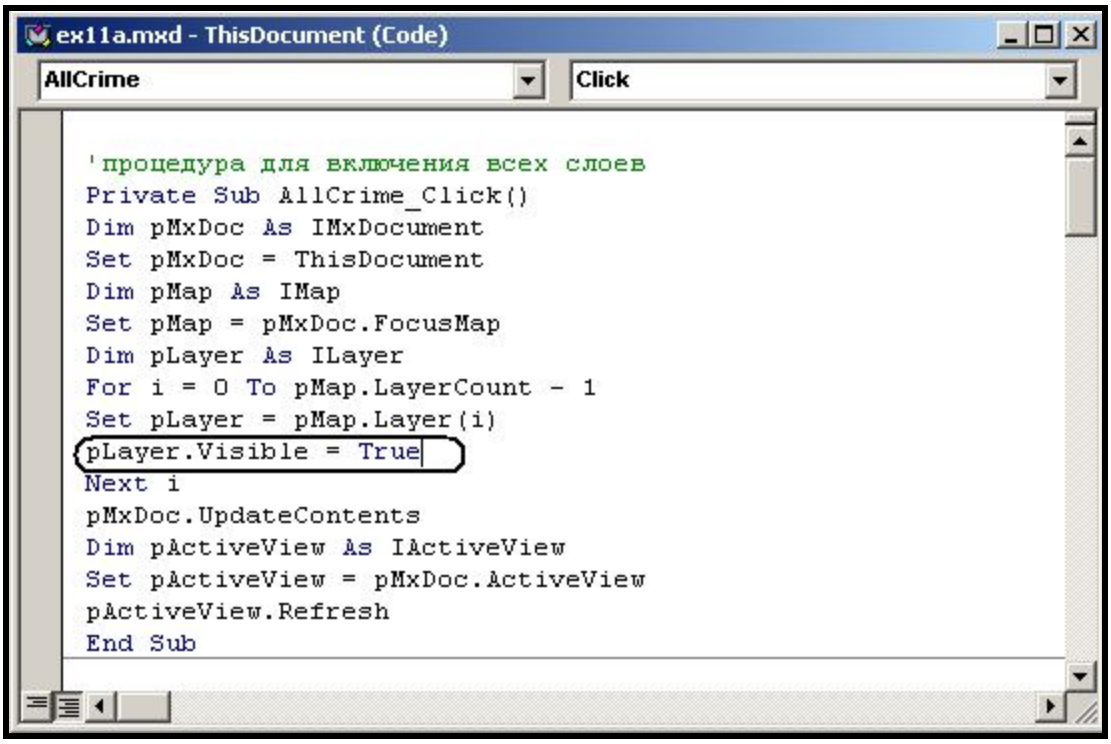


Рисунок 8.4 – Зміна значення властивості **pLayer**

– У результаті тестування коду ви переконаєтесь, що всі шари включені (рис. 8.5).

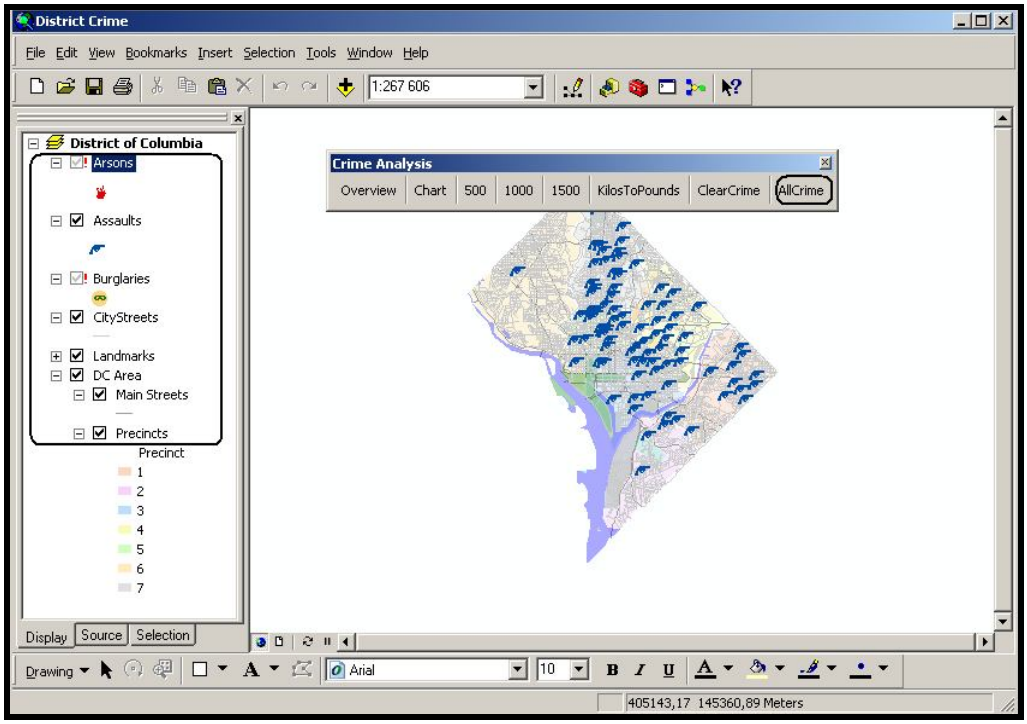


Рисунок 8.5 – Включені шари за допомогою зміни властивості

– Збережіть роботу.

Вправа 2

Постановка задачі

Для зручності користувачів під час роботи з картами та аналізу нанесених на них подій Ви повинні створити процедури, які змінюють колір сторінки карти.

– Запустіть **ArcMap** і відкрийте вправу **ex11b.mxd**, розташовану у папці: **...ArcObjects\Chapter11.**

– На панелі інструментів **Layout** створіть дві кнопки: **Page Color** і **BluePage**, додайте між ними роздільник для розміщення їх в окремих групах (рис. 8.6).

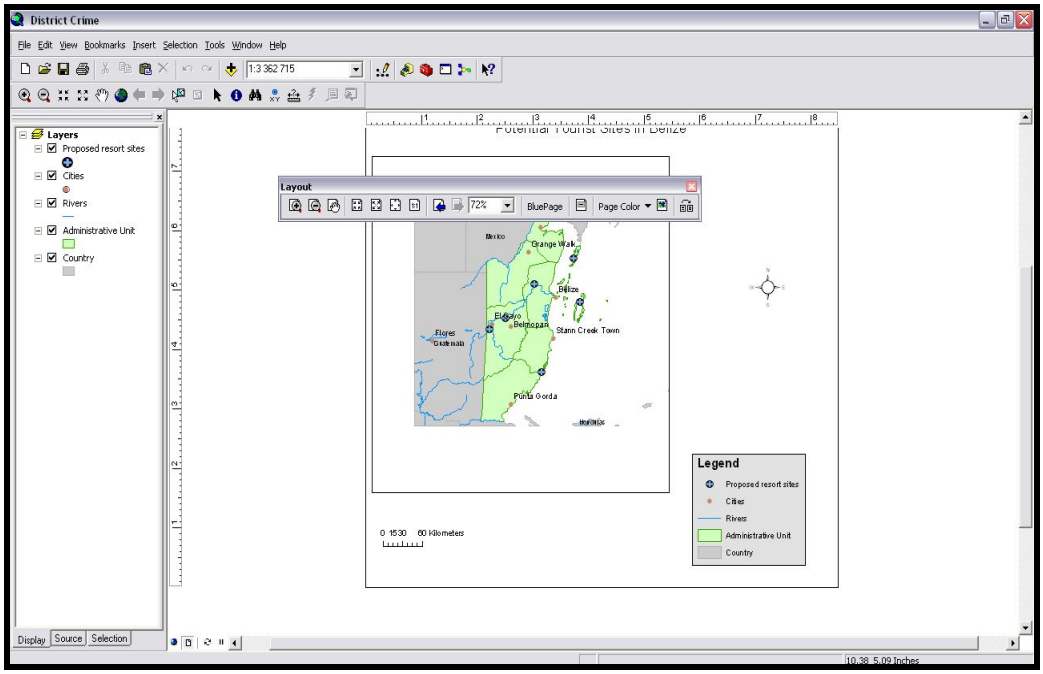


Рисунок 8.6 – Кнопки **Page Color** та **BluePage** в окремих групах

– Для кнопки **BluePage** необхідно створити такий код (рис. 8.7).

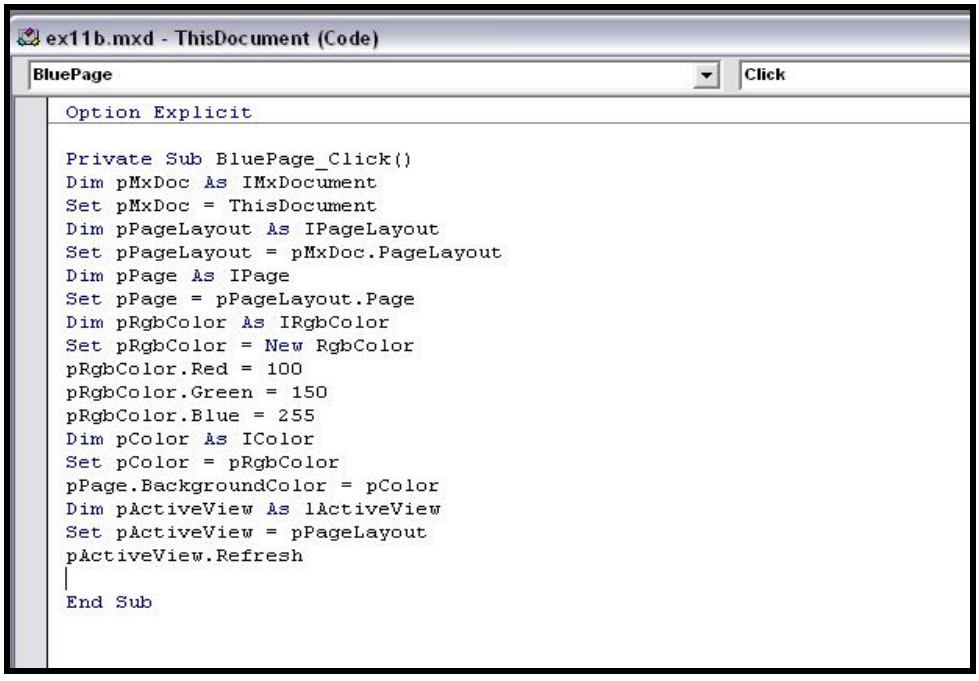


Рисунок 8.7 – Код для кнопки **BluePage**

– Закрийте Visual Basic Editor.

– В **ArcMap**, на панелі інструментів **Layout**, натисніть кнопку **BluePage**. Колір сторінки карти повинен змінитися на синій (рис. 8.8).

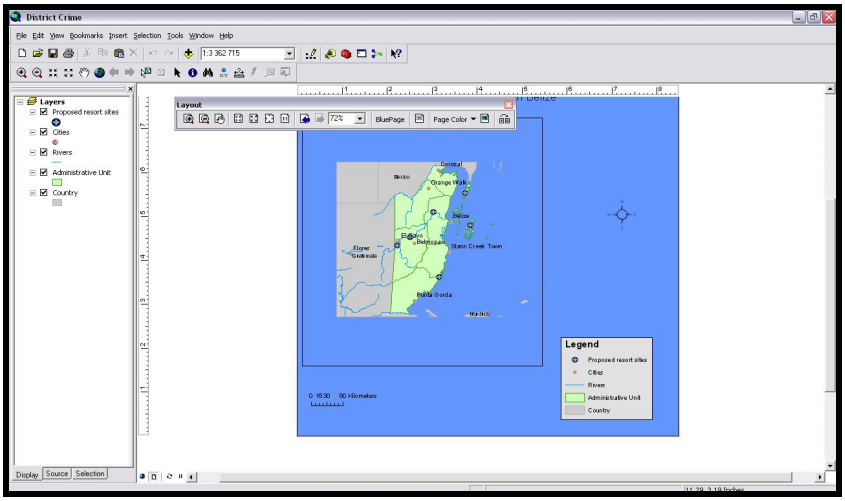


Рисунок 8.8 – Зміна кольору сторінки карти

– Для того щоб колір сторінки змінився на білий, необхідно зробити іншу кнопку під назвою **WhitePage**.

– Прописуємо код для кнопки **WhitePage** аналогічно до попереднього, але змінюємо його так:

pColor.Red = 255
pColor.Green = 255
pColor.Blue = 255

– Протестуйте кнопку.

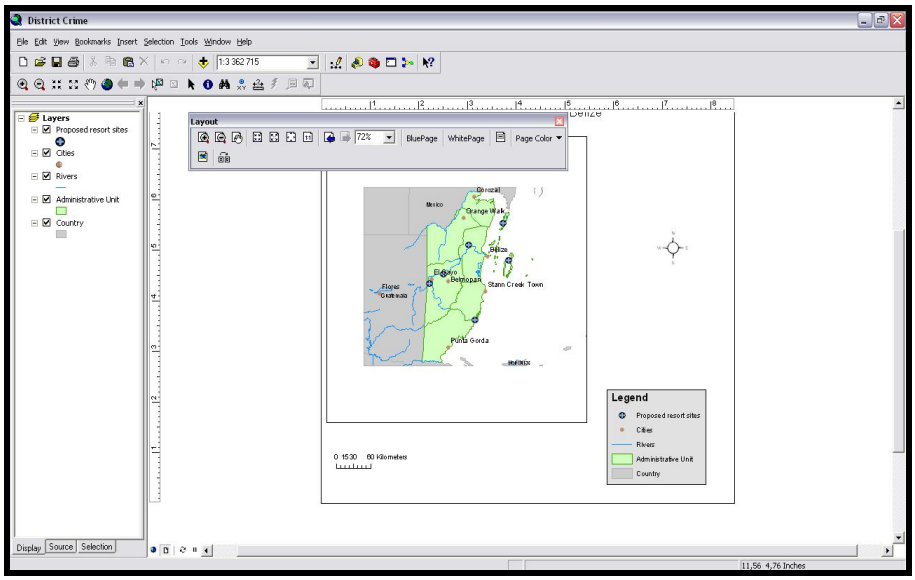


Рисунок 8.9 – Результат тестування кнопки **WhitePage**

– Для області пустелі, в якій необхідно показати колір піску, робимо ще одну кнопку, називаємо її **SandPage** (рис. 8.10).

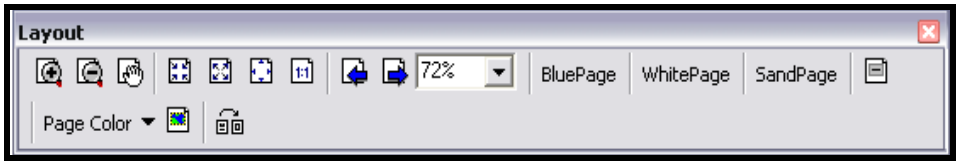


Рисунок 8.10 – Кнопки для зміни кольору сторінки карти

– Прописуємо код для кнопки **SandPage** аналогічно до попереднього, але змінюємо таке (рис. 8.11):

pColor.Red = 215
pColor.Green = 194
pColor.Blue = 158

```
Private Sub WhitePage_Click()
Dim pMxDoc As IMxDocument
Set pMxDoc = ThisDocument
Dim pPageLayout As IPageLayout
Set pPageLayout = pMxDoc.PageLayout
Dim pPage As IPage
Set pPage = pPageLayout.Page
Dim pRgbColor As IRgbColor
Set pRgbColor = New RgbColor
pRgbColor.Red = 215
pRgbColor.Green = 194
pRgbColor.Blue = 158
Dim pColor As IColor
Set pColor = pRgbColor
pPage.BackgroundColor = pColor
Dim pActiveView As IActiveView
Set pActiveView = pPageLayout
pActiveView.Refresh
End Sub
```

Рисунок 8.11 – Код для кнопки **SandPage**

– Протестуйте кнопку та збережіть роботу.

Завдання для самостійного виконання

1. * Додайте кнопку на панель інструментів Crime Analysis, за допомогою якої можна вимикати один який-небудь шар на карті.

2. Додайте кнопку на панель інструментів Layout, натиснувши на яку, колір карти змінюється на жовтий.

Контрольні питання

1. Які мови програмування можна використовувати в **ArcGIS**?

2. Для яких цілей при роботі у **ArcMap** використовують ArcObjects?

3. Для яких цілей використовують асинхронне виконання сервісів геообробки?

4. На якій мові програмування у **ArcMap** створюються скрипти?

5. Чи можна створений у одному файлі скрипт використати для вирішення інших задач геообробки даних?

6. Сформулюйте п’ять контрольних питань стосовно теми цієї лабораторної роботи й дайте на них відповіді.

Оформлення звіту з лабораторної роботи

Звіт із лабораторної роботи повинен бути оформлений на ПК, роздрукований на аркушах формату А4. Структура і наповнення звіту аналогічно опису, наведеному в практичному занятті 1.2. До звіту необхідно додати файл, виконаний у програмному забезпеченні **ArcMap** із виконаною роботою.

1.9 Практичне заняття.
Розробка програми для обробки матриць з використанням процедур обробки двомірного масиву

Мета: поглиблення знань та набуття навичок у розробці додатків із використанням процедур.

Призначення: виконавши роботу, ви навчитеся використовувати процедури при проєктуванні особистих додатків.

Ключові слова

Процедура, модуль, матриця, елемент матриці, графічний інтерфейс, ініціалізація,

Теоретичні відомості

Процедура – це сукупність операторів, що виконують певні дії. Процедури мають стандартне оформлення:

Public {[Private], [Static]} Sub Name (Список аргументів)
тіло процедури
End Sub

Public – глобальна процедура, доступна для всіх інших процедур у всіх модулях проєкту.

Private - процедура модуля, доступна для всіх інших процедур у конкретному модулі.

Static – службове слово, яке говорить про те, що локальні змінні процедури зберігаються в проміжках часу між викликами цієї процедури.

Name – ім’я процедури, що задовольняє стандартним правилам написання імен в **VBA**. Ім’я процедури обробки події складається з імені об’єкта та імені події.

Список аргументів – список формальних параметрів (аргументів) процедури **Sub** (імен змінних, які повинні бути передані в процедуру при зверненні до неї).

Синтаксис елемента структури **Список аргументів**:

[Optional] [ByVal, ByRef] [ParamArray] Ім’я змінної **As** Тип

Optional – ключове слово, яке вказує, що аргумент не є

обов’язковим. Усі аргументи, описані як **Optional**, повинні бути типу **Variant**.

ByVal – вказує на те, що цей аргумент передається за значенням.

ByRef – вказує на те, що цей аргумент передається по посиланню на його адресу в пам’яті. Опис **ByRef** використовується за замовчуванням.

ParamArray – використовується тільки як останній елемента в списку аргументів для вказівки про те, що кінцевим аргументом у списку параметрів процедури є масив значень, описаний як тип **Variant**, тобто це дозволяє задавати довільну кількість аргументів у процедурі.

Хід роботи

Постановка задачі

Розробити додаток для виконання типових завдань обробки матриць. Виконання завдання проводиться в кілька етапів:

1. Згенерувати двомірний масив (матрицю **Matr**) цілих чисел рівномірно розподілених у діапазоні від 0 до 100 за допомогою функції **Rnd ()**. Матриця має розмір **m × n**.

2. Визначити суму й середнє значення елементів матриці.

3. Визначити мінімальний й максимальний елементи матриці.

4. Визначити мінімальні й максимальні елементи рядків матриці.

5. Розробити графічний інтерфейс, алгоритми та процедури виконання поставлених завдань.

Розробка алгоритмів і процедур розв’язання задач

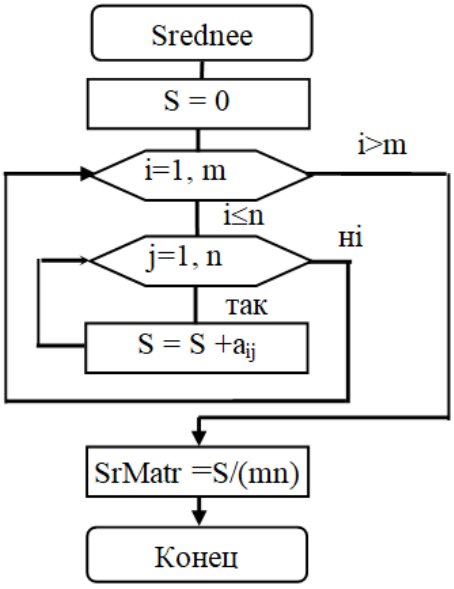
Обчислення суми елементів матриці

Створена матриця **Matr = [Matrij], i = 1 ... m, j = 1 ... n.**

Скласти процедуру обчислення суми й середнього значення елементів матриці згідно з формулою:

$$S = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} Matr_{ij}, \;\; SrMatr = \frac{S}{m \times n}. \qquad (9.1)$$

Схема алгоритму та процедура мають вигляд (рис. 9.1).

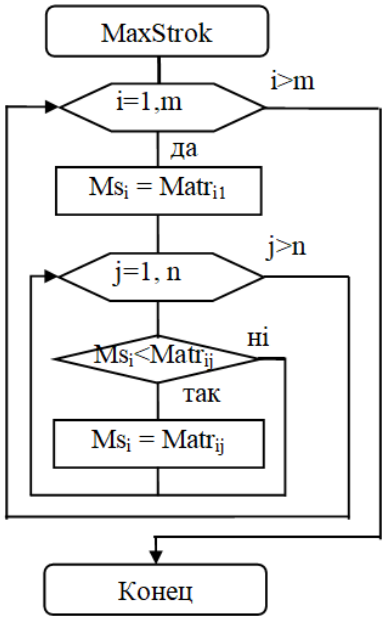



```
'Пошук максимального елемента матриці

Public Sub Srednee()
 Sum = 0
 For i = 1 To m
  For j = 1 To n
   Sum = Sum + Matr(i, j)
  Next j
 Next i
 SrMatr = Sum / (m * n)
End Sub
```

Рисунок 9.1 – Вигляд блок-схеми алгоритму та процедури обчислення суми й середнього значення елементів матриці

Пошук максимальних елементів рядків матриці

Схема алгоритму та процедура мають вигляд (рис. 9.2).



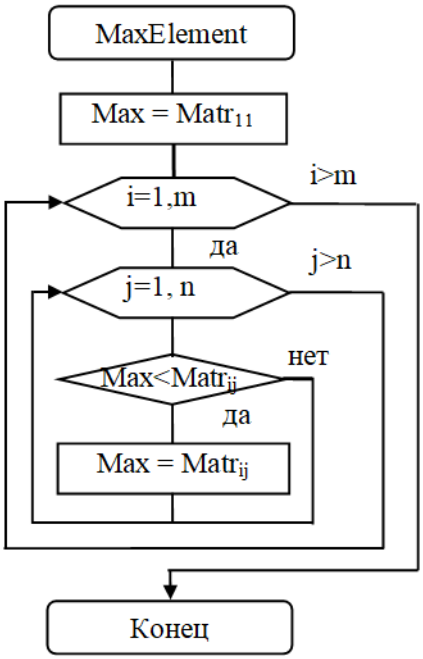

```
'Пошук максимальних елементів рядків матриці

Public Sub MaxStrok()
 For i = 1 To m
  Ms(i) = Matr(i, 1) 'Нач. значение макс. эл. i-й строки
  For j = 1 To n
   If Ms(i) < Matr(i, j) Then
    Ms(i) = Matr(i, j)
   End If
  Next j
 Next i
End Sub
```

Рисунок 9.2 – Вигляд блок-схеми алгоритму та процедури пошуку мінімальних елементів рядків матриці

Пошук мінімальних елементів рядків матриці відрізняється тільки перевіркою умови. Замість **Msi < Matrij** потрібно перевіряти умову **Msi > Matrij**.

Пошук максимального і мінімального елементів матриці

Схема алгоритму і процедура мають вигляд (рис. 9.3).




```
'Пошук максимального елемента матриці

Public Sub MaxElement()
 Max = Matr(1, 1) 'Начальное значение максимума
 For i = 1 To m
  For j = 1 To n
   If Max < Matr(i, j) Then
    Max = Matr(i, j)
   End If
  Next j
  Next i
End Sub
```

Рисунок 9.3 – Вигляд блок-схеми алгоритму і процедури пошуку мінімального елемента матриці

Пошук мінімального елемента матриці відрізняється тільки перевіркою умови. Замість **Msi < Matrij** треба перевіряти умову **Min> Matrij**.

Розробка графічного інтерфейсу

Використовуючи елементи **Form, Label**, поле зі списком **ComboBox**, список **ListBox** і кнопки управління – **CommandButton** необхідно створити форму, що має вигляд (рис. 9.4).

Для наочності та зручності перевірки ім’я елементів будемо доповнювати префіксом. Нехай **Matr (m, n)** – глобальний динамічний масив випадкових цілих чисел. Генерація елементів масиву **Matr** здійснюється за допомогою клацання по кнопці «Генерувати масив». При цьому викликається процедура **cmdMatr_Click ()**.

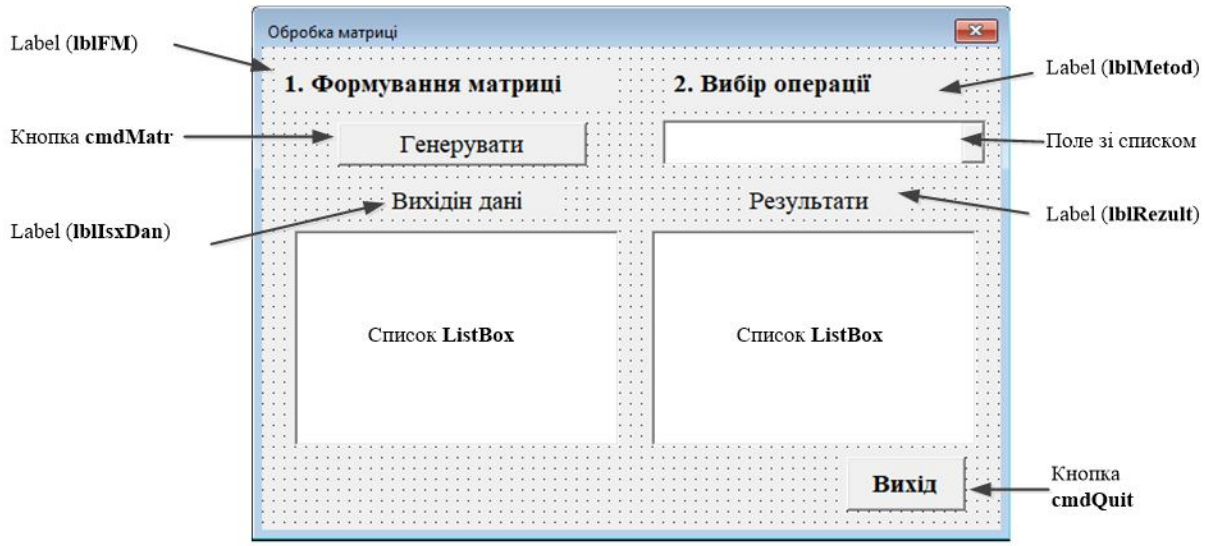


Рисунок 9.4 – Вигляд структури графічного інтерфейсу

Введення числа рядків **m** і числа стовпців **n** матриці проводиться в режимі діалогу, який реалізується за допомогою функцій **InputBox**:
де m = InputBox («Введіть число рядків матриці m»);
n = InputBox («Введіть число стовпців матриці n»).

Формування динамічного масиву матриці здійснюється оператором:

ReDim Matr(m, n)

Аналогічно формується динамічний масив **Ms**, який використовується в подальшому для зберігання максимальних і мінімальних елементів рядків матриці.

ReDim Ms(m)

Далі формується матриця за допомогою датчика випадкових чисел:

```
        For i = 1 To m
          str = ""
          For j = 1 To n
           Matr(i, j) = CInt(100 * Rnd()) ‘Генерування наступного числа в діапазоні від 1 до 100
           str = str & " " & CStr(Matr(i, j)) ‘Переклад числа в рядок
          Next j
          lstListID.AddItem str ‘Запис рядка в список
        Next i
      End Sub
```

У цій та інших процедурах для перетворення типів використовуються функції. Після формування матриці виконуються операції, які вибираються зі списку (рис. 9.5) за допомогою оператора **Select**.

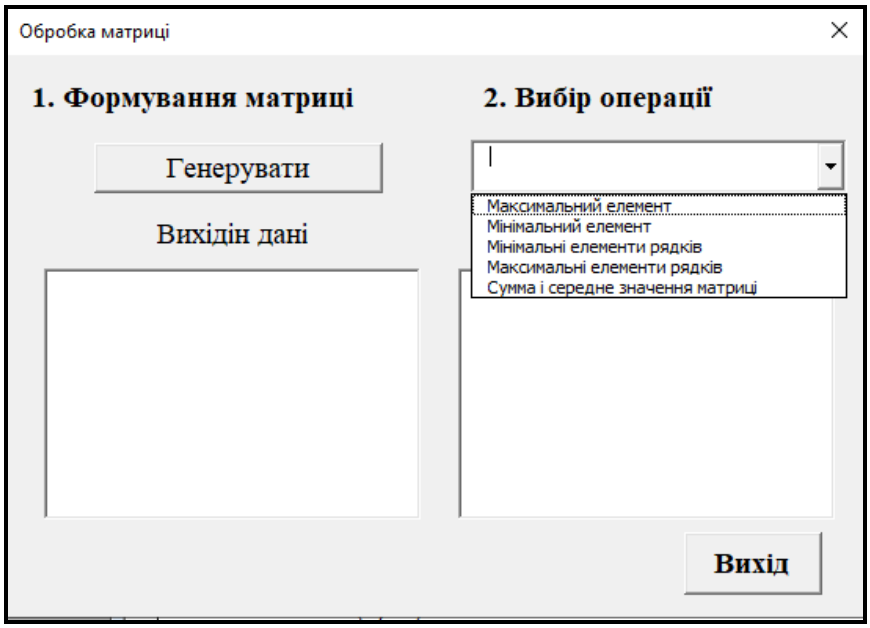


Рисунок 9.5 – Вигляд форми на етапі виконання під час вибору операцій

Як приклад, на рисунку 9.6 наведено результати пошуку мінімальних елементів рядків для матриці розміром 6 × 8.

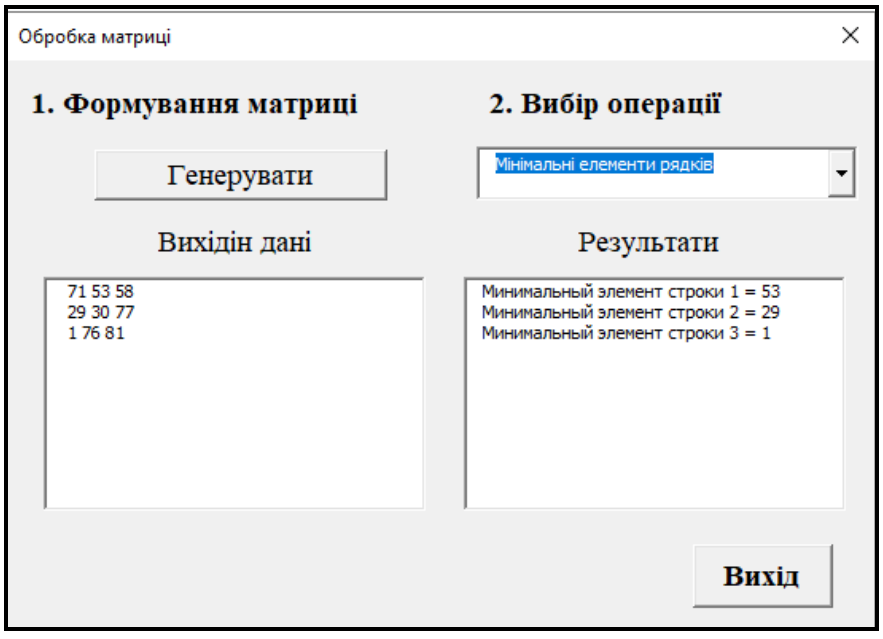


Рисунок 9.6 – Результати виконання операції пошуку мінімальних елементів рядків

Для зручності роботи на панелі інструментів **ArcMap** створіть кнопку **Матриця**, при натисканні на яку буде відкриватися форма додатка для виконання завдання.

Програмний код розв'язання задачі має такий вигляд

```
Option Explicit
Option Base 1 ‘Нумерація елементів масиву з 1
Dim i, j, m, n As Integer
Dim Sum, SrMatr As Double
Dim Matr() As Double ‘Опис динамічного масиву матриці
Dim Ms() As Double ‘Динамічний масив елементів матриці
Dim Max, Min As Double ‘Максимальний і мінімальний елементи матриці
Dim str As String

‘Процедура формування матриці випадкових чисел
Private Sub cmdMatr_Click()
 m = InputBox("Введите  число строк матрицы m")
 n = InputBox("Введите  число столбцов матрицы n")
‘Установка розмірів динамічного масиву матриці
  ReDim Matr(m, n)
‘Установка розмірів динамічного масиву елементів рядків
  ReDim Ms(m)
 lstListID.Clear ‘Очищення списку вихідних даних
‘Формування матриці за допомогою датчика випадкових чисел
 For i = 1 To m
   str = ""
   For j = 1 To n
    Matr(i, j) = CInt(100 * Rnd()) ‘Генерування наступного числа в діапазоні
від 1 до 100
    str = str & " " & CStr(Matr(i, j)) ‘Переведення числа в рядок
   Next j
   lstListID.AddItem str ‘Запис рядка в список
  Next i
End Sub

‘Процедура ініціалізації: формування списку методів обробки
Private Sub UserForm_Initialize()
```

```
 cboMetod.AddItem "Максимальний елемент"
 cboMetod.AddItem "Мінімальний елемент"
 cboMetod.AddItem "Мінімальні елементи рядків"
 cboMetod.AddItem "Максимальні елементи рядків"
 cboMetod.AddItem "Сумма і середне значення матриці"
End Sub

‘Процедура вибору методу розв’язання задачі
Private Sub cboMetod_Change()
 Select Case cboMetod.Value
  Case " Максимальний елемент"
    Call MaxElement
  Case " Мінімальний елемент "
    Call MinElement
  Case " Мінімальні елементи рядків"
    Call MinStrok
  Case " Максимальні елементи рядків "
    Call MaxStrok
  Case " Сума і середне значення матриці"
    Call Srednee
 End Select
End Sub

‘Процедура завершення програми
Private Sub cmdQuit_Click()
 End ‘Вихід з програми
End Sub

‘Процедури, які реалізують методи розв’язання задачі

‘Пошук максимального елемента матриці
Public Sub MaxElement()
 lstListRez.Clear ‘Очищення списку
 Max = Matr(1, 1) ‘Початкове значення максимуму
 For i = 1 To m
  For j = 1 To n
   If Max < Matr(i, j) Then
    Max = Matr(i, j)
   End If
```

```
  Next j
  Next i
  lstListRez.AddItem "Максимальний елемент = " & CStr(Max)
End Sub

'Пошук мінімального елемента матриці
Public Sub MinElement()
 lstListRez.Clear 'Очищення списку
 Min = Matr(1, 1) 'Початкове значення максимуму
 For i = 1 To m
  For j = 1 To n
   If Min > Matr(i, j) Then
    Min = Matr(i, j)
   End If
   Next j
  Next i
  lstListRez.AddItem "Мінімальний елемент = " & CStr(Min)
End Sub

'Пошук мінімальних елементів рядків матриці
Public Sub MinStrok()
 lstListRez.Clear 'Очищення списку
 For i = 1 To m
  Ms(i) = Matr(i, 1) 'Початкове значення мінімального елемента і-го рядка
  For j = 1 To n
   If Ms(i) > Matr(i, j) Then
    Ms(i) = Matr(i, j)
   End If
  Next j
  lstListRez.AddItem "Мінімальний елемент рядка" & CStr(i) & " = " &
CStr(Ms(i))
  Next i
End Sub

'Пошук максимальних елементів рядків матриці
Public Sub MaxStrok()
 lstListRez.Clear 'Очищення списку
 For i = 1 To m
  Ms(i) = Matr(i, 1) 'Початкове значення максимального елемента і-го
```

```
рядка
        For j = 1 To n
         If Ms(i) < Matr(i, j) Then
           Ms(i) = Matr(i, j)
         End If
        Next j
        lstListRez.AddItem "Максимальний елемент рядка" & CStr(i) & " = " &
CStr(Ms(i))
        Next i
       End Sub

       ‘Пошук суми і середнього значення елементів матриці
       Public Sub Srednee()
        lstListRez.Clear ‘Очищення списку
        Sum = 0
        For i = 1 To m
         For j = 1 To n
          Sum = Sum + Matr(i, j)
         Next j
        Next i
        SrMatr = Sum / (m * n)
        lstListRez.AddItem "Сума елементів матриці = " & CStr(Sum)
        lstListRez.AddItem "Середнє значення матриці = " & CStr(CCur(SrMatr))
       End Sub
```

Завдання для самостійного виконання

* Додайте до поля зі списком ще один пункт – «**Транспонування матриці**» і напишіть програму, що дозволяє транспонувати вже створену матрицю – міняти місцями стовпчики та рядки.

Контрольні питання

1. Охарактеризуйте типи програмних модулів, які використовуються у **VBA**.

2. Охарактеризуйте об’єкти, класи й методи об’єктно-орієнтованого програмування

3. Створення модулів класу: процедура-властивість, метод створюваного класу.

4. Параметри, що передаються процедурам. Область видимості

процедур.

Оформлення звіту з лабораторної роботи

Звіт із лабораторної роботи повинен бути оформлений на ПК, роздрукований на аркушах формату А4. Структура і наповнення звіту аналогічно опису, наведеному в практичному занятті 1.2. До звіту необхідно додати файл, виконаний у програмному забезпеченні **ArcMap** із виконаною роботою.

1.10 Практичне заняття.
Пошук найкоротшого шляху

Мета: поглиблення знань і придбання навичок в розробці додатків по роботі з матрицями та з пошуку найкоротшого шляху.

Призначення: виконавши роботу, ви навчитеся, використовуючи один з найпоширеніших алгоритмів, виконувати пошук найкоротшого шляху між двома пунктами.

Ключові слова

Найкоротший шлях, граф, ребро, вершина, алгоритм Дейкстри, алгоритм Флойда.

Теоретичні відомості

Алгоритм Дейкстри призначений для знаходження найкоротших шляхів від однієї вершини зваженого графа до всіх інших вершин. Алгоритм використовує той факт, що будь-яка частина найкоротшого шляху сама є найкоротшим шляхом між відповідними вершинами.

Алгоритм Дейкстри вирішує завдання про пошук найкоротших шляхів з однієї вершини для зваженого орієнтованого графа **G = (V, E)** з вихідною вершиною **s**, у якому ваги всіх ребер невід'ємні **(ϖ (u, v) ≥ 0** для всіх **(u, v) ∈ E)**.

Алгоритм Флойда на відміну від попереднього алгоритму, призначений для пошуку найкоротших шляхів між усіма парами вершин зваженого графа.

Алгоритм Флойда є одним із методів пошуку найкоротших шляхів у графі. На відміну від алгоритму Дейкстри, який дозволяє при доведенні до кінця побудувати орієнтоване дерево найкоротших шляхів від деякої вершини, метод Флойда дозволяє знайти довжини всіх найкоротших шляхів у графі. Зазвичай це завдання може бути виконано й багаторазовим застосуванням алгоритму Дейкстри (кожен раз послідовно вибираючи вершину від першої до N-ної, поки не буде отримано найкоротші шляхи від усіх вершин графа), проте реалізація подібної процедури передбачає значні обчислювальні витрати.

Хід роботи

Постановка задачі

Розробити додаток для пошуку найкоротшого шляху між вершинами графа. Виконання завдання проводиться в кілька етапів:

1. Згенерувати матрицю суміжності **A (n, n)** і матрицю інцидентності **B (n, m)** для заданого графа.

2. Визначити найкоротший шлях між вершинами матриці.

3. Розробити графічний інтерфейс, алгоритми і процедури вирішення поставлених завдань.

Розробка алгоритмів і процедур розв'язування задачі

Задано орієнтований граф (рис 10.1).

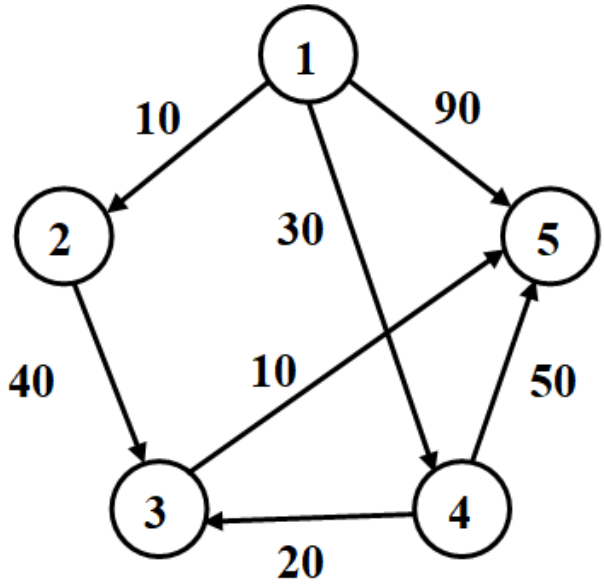


Рисунок 10.1 – Вигляд орієнтованого графа

Розробити програму для формування матриці суміжності **A (n, n)** і матриці інцидентності **B (n, m)**:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \qquad B = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

де n – число вершин (n = 5);

m – число дуг (m = 7).

Розробка графічного інтерфейсу

Використовуючи елементи **Form, Label**, поле зі списком **ComboBox**, список **ListBox** і кнопки управління – **CommandButton** необхідно створити форму, що має такий вигляд (рис. 10.2).

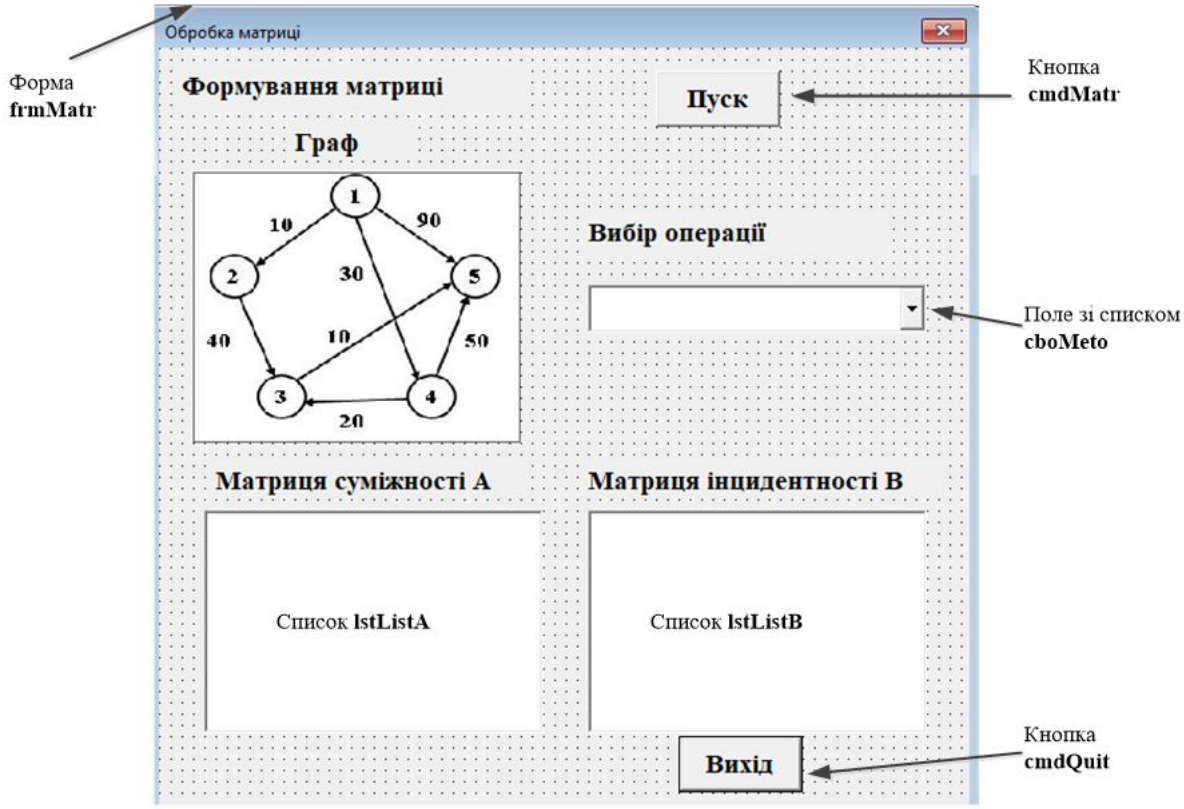


Рисунок 10.2 –Графічний інтерфейс форми

Як приклад, на рисунку 10.3 наведені результат дій щодо створення графічного інтерфейсу з пошуку матриці суміжності **A (n, n)** і матриці інцидентності **B (n, m)** для заданого графа.

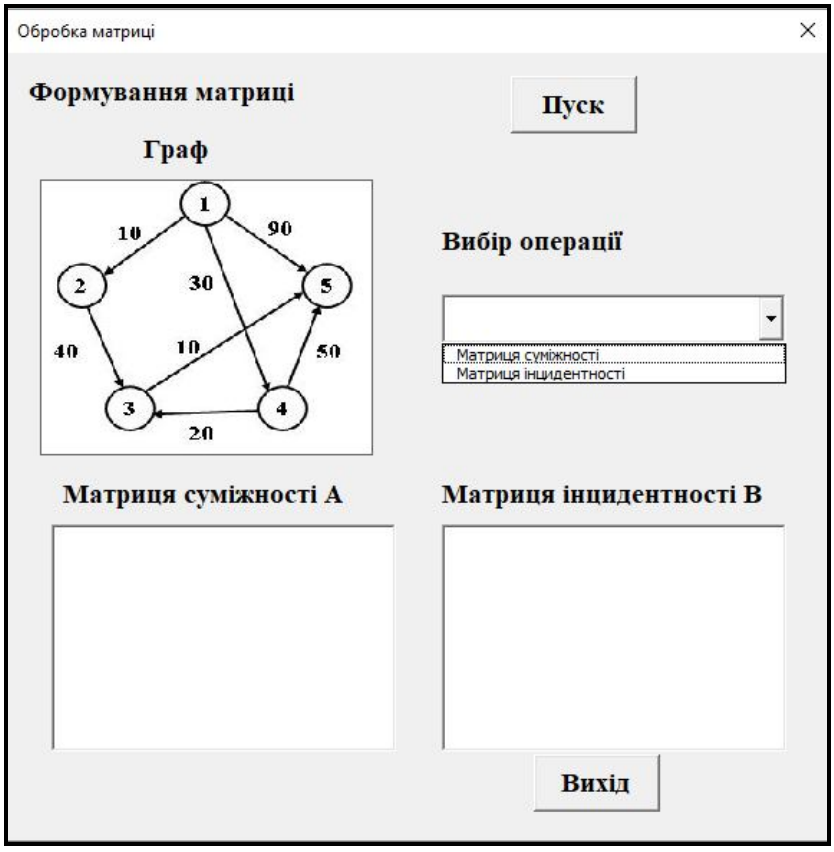


Рисунок 10.3 – Вигляд форми на етапі виконання під час вибору операцій

Для зручності роботи на панелі інструментів **ArcMap** створіть кнопку **Матриця**, при натисканні на яку викликається форма додатка для розв'язання задачі.

Програмний код розв'язання задачі має такий вигляд

```
Option Explicit
Option Base 1 ‘Нумерація елементів масиву з 1
Dim i, j, m, n, l As Integer
Dim A(), B() As Double ‘Опис динамічного масиву матриці
Dim str As String

‘Процедура ініціалізації: формує список методів обробки
Private Sub UserForm_Initialize()
 cboMetod.AddItem "Матриця суміжності"
 cboMetod.AddItem "Матриця інцидентності"
End Sub

‘Процедура формування матриці випадкових чисел
```

```
Private Sub cmdMatr_Click()
 n = InputBox("Введіть число вершин графа n")
 m = InputBox("Введіть число дуг графа m")

‘Установка розмірів динамічних масивів матриць
  ReDim A(n, n)
  ReDim B(n, m)
 End Sub

‘Процедура вибору методу розв’язання задачі
Private Sub cboMetod_Change()
 Select Case cboMetod.Value
  Case "Матриця суміжності"
    Call MatrA
  Case "Матриця інцидентності"
    Call MatrB
End Select
End Sub

‘Процедура завершення програми
Private Sub cmdQuit_Click()
 End ‘Вихід з програми
End Sub

‘Процедури, що реалізують методи розв’язання задачі
‘Формування матриці суміжності
Public Sub MatrA()
 lstListA.Clear ‘Очищення списку

‘Обнулення матриці
 For i = 1 To n
  For j = 1 To n
   A(i, j) = 0
  Next j
 Next i
 A(1, 2) = 1
```

```
 A(1, 4) = 1
 A(1, 5) = 1
 A(2, 3) = 1
 A(3, 5) = 1
 A(4, 3) = 1
 A(4, 5) = 1
 For i = 1 To n
   str = ""
   For j = 1 To n
    str = str & CStr(A(i, j)) & " "  ‘Переведення числа в рядок
   Next j
   lstListA.AddItem str ‘Запис рядка в список
  Next i
End Sub

‘Формування матриці інцидентності
Public Sub MatrB()
 lstListB.Clear ‘Очищення списку

‘Обнулення матриці
 For i = 1 To n
  For j = 1 To m
   B(i, j) = 0
  Next j
 Next i
 B(1, 1) = 1
 B(1, 6) = 1
 B(1, 7) = 1
 B(2, 2) = 1
 B(3, 4) = 1
 B(4, 5) = 1
 For i = 1 To n
   str = ""
   For j = 1 To m
    str = str & CStr(B(i, j)) & " "  ‘Переведення числа в рядок
   Next j
```

```
    lstListB.AddItem str 'Запис рядка в список
  Next i
End Sub
```

Виконання програми

– Запустіте програму на виконання, клацнувши на вільному місці форми, а потім на кнопці **Run** (якщо створена кнопка «Матриця» на панелі інструментів **ArcMap**, то клацанням по кнопці).

– Натисніть на кнопку форми «**Пуск**»і введіть число вершин графа – **n** (наприклад 5), а потім число дуг графа – **m** (наприклад 7). У результаті буде згенеровано дві матриці – **матриці суміжності A і матриця інцидентності B** (рис. 10.4).

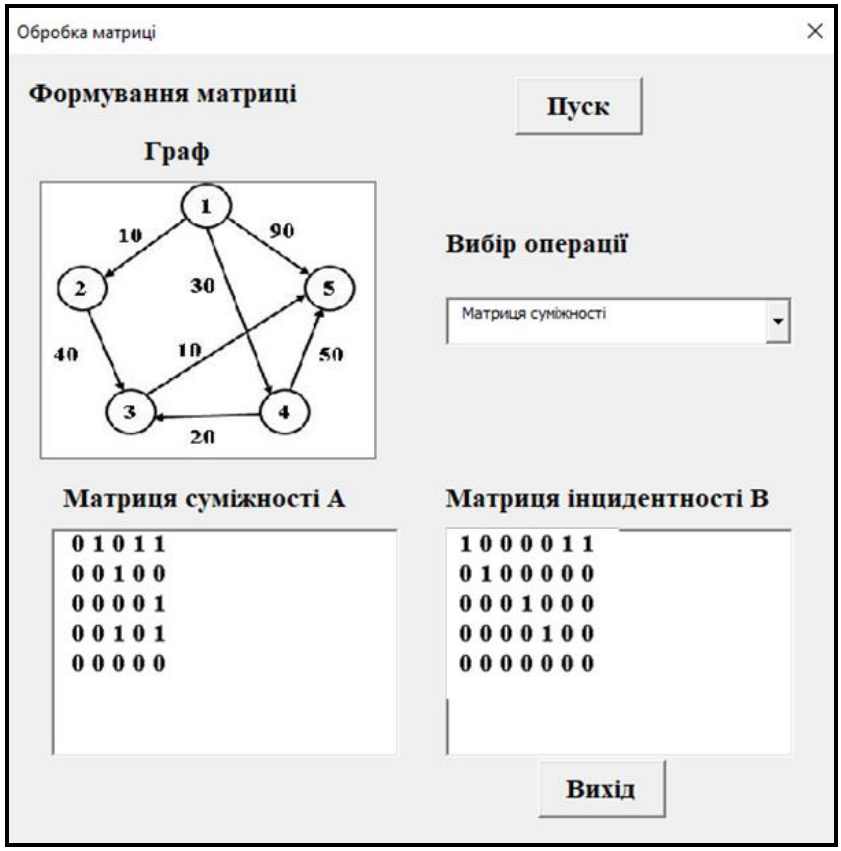


Рисунок 10.4 – Результат роботи програми по створенню матриць

– Потім виберіть зі списку по черзі всі операції зі створення матриць і переконайтеся, що вони працюють без помилок.

– У разі виникнення помилок поверніться в **VBA** і відладьте код програми.

Завдання для самостійного виконання

* Знайдіть оптимальний шлях від вершини графа 4 до вершини 5.

Контрольні питання

1. Які існують способи завдання графів?
2. Ізоморфізм графів.
3. Поясніть сутність пошуку найкоротшого шляху за алгоритмом Джонсона.
4. Поясніть сутність пошуку найкоротшого шляху за алгоритмом Лі (хвильової алгоритм).
5. Поясніть сутність пошуку найкоротшого шляху за алгоритмом Кілдала.
6. Поясніть сутність пошуку найкоротшого шляху за алгоритмом Беллмана – Форда.

Оформлення звіту з лабораторної роботи

Звіт із лабораторної роботи повинен бути оформлений на ПК, роздрукований на аркушах формату А4. Структура і наповнення звіту аналогічно опису, наведеному в практичному занятті 1.2. До звіту необхідно додати файл, виконаний у програмному забезпеченні **ArcMap** із виконаною роботою.

РОЗДІЛ 2
ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ПРОЄКТУ

Розрахунково-графічне завдання.
Розробка ГІС проєкту у середовищі ArcMap
для вирішення прикладних ГІС задач

У даному розділі розглядаються кроки виконання індивідуального розрахунково-графічного завдання студента. Подані варіанти завдань та основні вимоги до створюваних проєктів.

Індивідуальне розрахунково-графічне завдання має на меті:

1) систематизацію, закріплення, розширення теоретичних і практичних знань, умінь з питань розв'язання прикладних задач ГІС за допомогою **VBA**;

2) використання набутих знань і вмінь під час реалізації конкретних геоінформаційних проєктів;

3) набуття компетентності в галузі застосування технологій візуального програмування до розв'язання інформаційних задач у фаховій діяльності;

4) розвиток навичок самостійної організації роботи під час виконанні завдання.

Актуальність цього виду роботи зумовлена розповсюдженістю проблем ефективної роботи з інформацією під час організації та повсякденному веденні справ геодезичного, картографічного характеру та справ з землеустрою.

Отже, індивідуальне завдання є важливою частиною навчального модуля дисципліни та виконується студентами самостійно під керівництвом викладачів, які забезпечують викладання дисципліни.

Індивідуальне завдання охоплюють широке коло різноманітних прикладних задач, які відповідають реальним ситуаціям і пов'язані єдиними підходами та методами для їхнього вирішення в середовищі **ArcMap** за допомогою **VBA**.

Основною **метою** індивідуального завдання є формування у студентів основ професійного підходу до розв'язання інформаційних задач у майбутній фаховій діяльності: освоїти методику налаштування інтерфейсу користувача та створення власних проєктів у середовищі **ArcMap** за допомогою мови програмування **VBA**.

Аналітична частина завдання полягає в постановці задачі та розробці інтерфейсу користувача, реалізованого за допомогою форм.

Дослідницька частина роботи полягає в тому, що студенти повинні самостійно з'ясувати необхідну додаткову інформацію стосовно заданої предметної області, а також повинні самостійно визначити коло допоміжних задач, пов'язаних із реалізацією конкретного проєкту.

Проєктна частина індивідуального завдання передбачає безпосередню роботу в **ArcMap** і створення необхідних форм з об'єктами на них, із подальшим визначенням їх властивостей.

Загальні вимоги до виконання

Розрахунково-графічна робота повинна становити звіт на листах книжкової орієнтації формату А4, оформлений на персональному комп'ютері й роздрукований. Звіт за індивідуальним завданням повинен містити:

- Постановку задачі.
- Опис розв'язання.
- Необхідний код програми, скриншоти та блок-схеми алгоритмів.
- Відповіді на контрольні питання.

До звіту необхідно додати файл, виконаний у програмному забезпеченні **ArcMap** із виконаною роботою. У разі необхідності характеристика використаних шарів у файлі **ArcMap**: імена, типи використаних об'єктів.

Кожен студент оформляє звіт, роздруковує його та захищає. Результати роботи та захисту оцінюються згідно зі шкалою, яка наведена в таблиці 1.

Таблиця 1 – Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	**Оцінка ECTS**	**Оцінка за національною шкалою**	
		для екзамену, курсового проєкту, ІНДЗ	**для заліку**
1	2	3	4
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82 – 89	B	добре	
74 – 81	C		
64 – 73	D	задовільно	
60 – 63	E		

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
35 – 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0 – 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Варіанти завдань

Згідно зі своїм варіантом за студентським журналом розробити проєкт у **ArcMap** за допомогою **Visual Basic for Applications**.

Завдання 1

Завдання А

Створити форму для переведення введеного числа з одних одиниць виміру в інші (варіанти наведені в таблиці 2).

1. Вибрати одну з одиниць виміру початковою, і не менше трьох результуючих.

2. На формі передбачити такий набір елементів:

– елемент для введення початкових одиниць;

– елемент для вибору результуючих одиниць або функцій обчислення з випадаючого списку;

– елемент для представлення результату.

Крім того, додати на форму дві кнопки:

– кнопку для реалізації обчислень **Обчислити**);

– кнопку для закриття форми **Вихід**.

3. Додати для форми відповідний малюнок.

4. Налаштувати властивості всіх доданих елементів, залежно від розробленого вами дизайну форми.

5. Передбачте у коді блокування кнопки **Обчислити** в разі введення до елемента для початкових даних текстових значень.

6. Передбачте у коді появу різних малюнків на формі в разі розрахунку різних одиниць з випадаючого списку.

7. Створіть процедуру для запуску форми для переведення одиниць

виміру разом із відкриттям документа **ArcMap**.

8. Створити кнопку для виклику форми на власній панелі інструментів. На кнопку додати напис – «Завдання А».

Таблиця 2 – Варіанти до завдання А

№ варіанту	**Тема перерахунку**
1	Калькулятор виміру нафти й газу
2	Калькулятор мір довжини: англійський – метричні
3	Калькулятор мір сили
4	Калькулятор мір площі
5	Калькулятор мір довжини: метричні – англійський
6	Обмін валют: внутрішньоєвропейскі
7	Калькулятор мір потужності
8	Калькулятор мір енергії
9	Калькулятор мір об’єму
10	Обмін валют: міжконтинентальні
11	Тригонометричний калькулятор
12	Калькулятор мір швидкості
13	Калькулятор мір кутів
14	Калькулятор мір тиску
15	Калькулятор мір маси

Завдання Б

Створити форму для обчислення процесу з розгалуженням (варіанти наведені в табл. 3).

1. На формі передбачити такий набір елементів:
   - елемент для введення початкових одиниць;
   - елемент для представлення результату.
2. Крім того, додати на форму дві кнопки:
   - кнопку для реалізації обчислень **Обчислити**;
   - кнопку для закриття форми **Вихід**.
3. Додати для форми відповідний малюнок.
4. Налаштувати властивості усіх доданих елементів, залежно від розробленого вами дизайну форми.
5. Створити кнопку для виклику вашої форми на власній панелі

інструментів. На кнопку додати напис – «Завдання Б».

Таблиця 3 – Варіанти до завдання Б

Номер варіанту	**Задача**
1	2
1	Визначити вартість товару, якщо відома роздрібна ціна та його кількість. У разі перевищення деякої кількості одиниць товар продається за оптовою ціною (знижки на Р %)
2	У банку береться кредит на суму S грн, відсоток сплати за кредит залежить від терміну. Якщо термін кредиту не перевищує 3 місяці, то відсоток сплати становить Р1 %, 6 місяців – Р2 %, 1 рік – Р3 %, понад 1 рік – Р4 %. Яку суму потрібно буде повернути банку, якщо береться кредит строком на М місяців?
3	При купівлі автомобіля враховується його базова ціна (Б грн.), підвищена комфортність (К відсотків від базової ціни) і надбавка за фарбування кузова фарбою «металік» (М грн). Визначити вартість автомобіля залежно від вимог покупця
4	У супермаркеті з метою залучення покупців по вихідним дням (субота та неділя) встановлені знижки на 2 %. Визначити вартість покупки товару, якщо відома його роздрібна ціна, кількість та дата покупки
5	У кінці дня в магазині підводяться підсумки, визначається виручка за день і порівнюється з середньоденною виручкою з початку поточного місяця. Визначити, чи був день вдалим, якщо відома поточна дата, загальна виручка за попередні дні місяця й виручка за поточний день
6	Ціна на товар у фірмовому магазині перевищує собівартість на 2 %, а у всіх інших – на 5 %. Визначити ціну товару залежно від магазину, якщо відома його собівартість
7	У трьох кінотеатрах міста показують різні фільми. Видати інформацію про те, який фільм демонструється у вибраному кінотеатрі та коли в ньому починаються сеанси
8	Визначити заробітну платню робітника (ЗП), враховуючи його розряд за спеціальністю (Р) і стаж роботи (С): ЗП = П ∗ К де П – оклад робітника, грн.; К – коефіцієнт, який враховує розряд робітника і стаж його роботи (в роках): $К = \begin{cases} 1, & якщо\ P * C <= 8 \\ 1.3, & якщо\ 8 < P * C <= 15 \\ 1.5, & якщо\ P * C > 15 \end{cases}$

Продовження таблиці 3

1	2
9	Підприємству встановлюється норма (Н) на споживання електроенергії. Визначити витрати підприємства ПЛ за користування електроенергією, якщо при дотриманні норми ціна за 1 кВт. складає Ц1 грн. Якщо норма перевищена, але не більше ніж на 20 %, то за кожний наднормативний кіловат ціна становить Ц2 грн, а якщо більше ніж на 20 %, то додатково накладається штраф у розмірі N грн
10	При почасовій оплаті роботи наднормова робота оплачується за подвоєною тарифною ставкою. Визначити заробіток робітника в день, якщо він працював у період від Час 1 до Час 2. Нормальна зміна триває 8 годин, почасова тарифна ставка становить Т грн
11	Перевірка геодезичних приборів у компанії А перевищує базову вартість на 2 %, а у компанії Б – на 5 %. Визначити вартість перевірки залежно від компанії, яка проводить перевірку
12	Визначити вартість проведення геодезичних вимірювань, якщо відома базова вартість. У разі перевищення запланованого часу вимірювань робиться знижка (знижки на Р %)
13	При покупці геодезичного прибору враховується його базова ціна (Б грн), додаткова комплектація (К відсотків від базової ціни) і надбавка за швидкість доставки (М грн). Визначити вартість геодезичного прибору залежно від вимог покупця
14	При проведенні геодезичних вимірювань з метою залучення замовників по вихідним дням (субота та неділя) встановлена знижка на 2 %. Визначити вартість проведенні вимірювань, якщо відома його базова ціна та дата проведення
15	Під час здачі в оренду геодезичних приладів сплата за добу становить А грн. Сплата у вихідні та святкові дні становить А*К грн. Визначити сплату за оренду геодезичних приладів, якщо відомий час здачі та повернення приладів та наявність вихідних у цей проміжок часу

Завдання 2

Завдання В

Створити форму з текстовими полями атрибутів, у яких при виборі об’єкта на карті виводяться відповідні значення атрибутів. Створити кнопку для виклику вашої форми на власній панелі інструментів. На кнопку додати напис – «Завдання В1».

Сховати усі шари, які не є полігональними. Використовувати не менше ніж 10 шарів. У макросі використати цикли з постумовою. Створити кнопку для виклику вашого макросу на власній панелі інструментів. На кнопку додати напис – «Завдання В2». Підготувати другий макрос для послідовного перебору та включення усіх відключених шарів (тобто інвертування відключення). Створити кнопку для виклику вашого макросу на власній панелі інструментів. На кнопку додати напис – «Завдання В3».

Завдання Г

Створити форму для обчислення циклічного процесу (варіанти наведені в табл. 4).

1. На формі передбачити такий набір елементів:
   - елемент для введення початкових одиниць;
   - елемент для представлення результату.
2. Крім того, додати на форму дві кнопки:
   - кнопку для реалізації обчислень **Обчислити**;
   - кнопку для закриття форми **Вихід**.
3. Додати для форми відповідний рисунок.
4. Налаштувати властивості усіх доданих елементів, залежно від розробленого вами дизайну форми.
5. Створити кнопку для виклику вашої форми на власній панелі інструментів. На кнопку додати напис – «Завдання Г».

Таблиця 4 – Варіанти до завдання Г

Номер варіанту	**Задача**
1	2
1	У штатному розкладі підприємства є така інформація про N співробітників: ПІБ, посада, оклад. Знайти кількість співробітників, які обіймають задану посаду

Продовження таблиці 4

1	2
2	На складі є N видів товарів, ціна кожного з яких відома. Знайти кількість товарів із ціною, більшою за задану
3	У штатному розкладі підприємства є така інформація про N співробітників: ПІБ, посада, оклад. Визначити посаду окремого співробітника
4	На складі є N видів товарів, ціна і кількість кожного з яких відома. Визначити вартість усіх товарів
5	Відомі результати стрибків у довжину N студентів. Знайти рекорд групи
6	У штатному розкладі підприємства є така інформація про співробітників: ПІБ, посада, оклад. Знайти усіх співробітників з окладом менше заданої суми
7	У штатному розкладі підприємства є така інформація про N співробітників: ПІБ, посада, оклад. Знайти середній оклад по підприємству. Знайти співробітників з окладом більше заданого
8	На атестації студент отримав оцінки по N предметах. Яка оцінка у нього найвища?
9	У штатному розкладі підприємства є така інформація про N співробітників: ПІБ, посада, оклад. Визначити оклад заданого співробітника
10	На складі є N видів товарів, ціна кожного з яких відома. Знайти ціни товарів в іншій валюті, якщо заданий курс. Знайти товари, ціна яких менше за задану
11	На складі є N видів товарів, ціна та кількість кожного з яких відома. Знайти товари, вартість яких більше за задану
12	Відомі результати стрибків у довжину N студентів. Хто зі студентів стрибнув далі за всіх?
13	На атестації студент отримав оцінки по N предметах. Знайти предмети, по яких оцінка більше 70 %
14	У штатному розкладі підприємства є така інформація про N співробітників: ПІБ, посада, оклад. Знайти усі посади із заданим окладом
15	Відомі ціни геодезичних приладів. Знайти найдорожчий прилад

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Основні

1. Поморцева Е. Е. Программирование геоинформационных задач: учебное пособие / Е. Е. Поморцева; Харьков. нац. ун-т гор. хоз-ва им. А. Н. Бекетова. – Харьков : ХНУГХ им. А. Н. Бекетова, 2017. – 121 с.
2. Гурвиц Г. А. Microsoft Access 2010. Разработка приложений на реальном примере. / Г. А. Гурвиц. – Изд. : BHV, 2010. – 496 с.
3. ArcTooIBox. Руководство пользователя. – Киев : ЗАО «ЕКОММ», 2020 – 105 с.
4. ArcMap Руководство пользователя. – Киев : ЗАО «ЕКОММ», 2020 – 220 с.
5. ArcCatalog Руководство пользователя. – Киев : ЗАО «ЕКОММ», 2020 – 180 с.

Додаткові

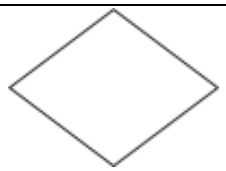
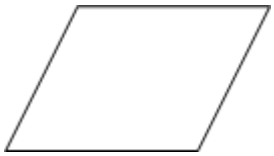
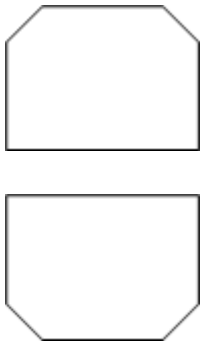
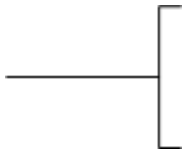
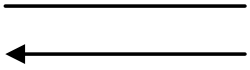
6. Попов И. В. Эффективное использование ArcObjects. Методическое руководство / И. В. Попов, М. А. Чикинев – Новосибирск: СО РАН, 2003. – 160 с.

Ресурси мережі Internet

7. Сайт додатків Office корпорації Microsoft. [Електронний ресурс] – Режим доступу : http://office.microsoft.com/ru-ru/access-help/.
8. Сайт корпорації «ArcGis Recource Center» по роботі з програмним продуктом. [Електронний ресурс] – Режим доступу : http://help.arcgis.com/.
9. Сайт «Высокие технологии». [Електронний ресурс] – Режим доступу : http://www.citymap.odessa.ua.
10. Цифровий репозиторій ХНУМГ ім. О. М. Бекетова. [Електронний ресурс] – Режим доступу : http://eprints.kname.edu.ua.

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Основні символи схем алгоритмів

Назва	**Графічне зображення**	**Функція символа**
1	2	3
Процес		Виконання операції або групи операцій, у наслідок яких змінюється значення, форма подання або розташування даних
Рішення		Вибір напряму виконання алгоритму або програми, залежно від деяких змінних умов
Введення – виведення		Перетворення даних у форму, придатну для обробки (введення) або відображення результатів обробки (виведення)
Границі циклу		Відображення початку та закінчення циклу
Зумовлений процес		Використання раніше створених і окремо описаних алгоритмів або програм
Початок / закінчення		Початок, закінчення, переривання процесу обробки даних
Коментар		Зв’язок між елементом схеми та поясненням
Лінія потоку		Покажчик послідовності зв’язків між символами

Продовження таблиці А.1

1	2	3
З'єднувач у середині сторінки		Покажчик зв'язку між перерваними лініями потоку, які зв'язують символи на одному аркуші
Міжсторінковий з'єднувач		Покажчик зв'язку між роз'єднаними частинами схем алгоритмів і програм, розташованих на різних аркушах

ДОДАТОК Б

Перелік основних функцій

Таблиця Б.1 – Функції для роботи з датами

Функція	Призначення
Now	Поточні дата й час за комп'ютером
Date	Поточна дата за комп'ютером
Year(Дата)	Рік в аргументі Дата
Month(Дата)	Місяць в аргументі Дата
Day(Дата)	День в аргументі Дата
WeekDay(Дата)	Номер дня тижня в аргументі дата (неділі відповідає 1, а суботі – 7)
DateAdd(інтервал, кількість, Дата)	Нова дата, отримана додаванням до заданої дати кількості тимчасових інтервалів
DateDiff(іинтервал, Дата1, Дата2)	Кількість часових інтервалів між першою та другою датами

Таблиця Б.2 – Допустимі значення аргументу «інтервал» у функціях **DateAdd** та **DateDiff**

Значення	Опис
yyyy	Рік
q	Квартал
m	Місяць
ww	Неділя
d	День
h	Година
n	Хвилина
s	Секунда

Таблиця Б.3 – Функції перетворення типів даних

Функція	Тип результату	Опис	Префікс
CBool (x)	Boolean	Логічне значення	bln
CByte (x)	Byte	Однобайтне ціле число (від 0 до 255)	byt
CInt (x)	Integer	Коротке ціле число (до ±32 000)	int
CCur (x)	Currency	Число з фіксованою крапкою (грошовий тип)	cur
CDate (x)	Date	Дата й час	dtm
CDbl (x)	Double	Число з плаваючою крапкою подвійної точності (цілі, дробові 10 ± 348)	dbl
Clng (x)	Long	Довге ціле (±2 млрд)	lng
CSng (x)	Single	Число з плаваючою крапкою одинарної точності	sng
CStr (x)	String	Текстовий рядок	str
CVar (x)	Variant	Будь-яке значення з перелічених вище	var

Навчальне видання

ПОМОРЦЕВА Олена Євгенівна

ПРОГРАМУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ЗАДАЧ. ПОСІБНИК ДЛЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Відповідальний за випуск *О. Є. Поморцева*

Редактор *В. І. Шалда*

Комп'ютерний набір і верстання *О. Є. Поморцева*

Дизайн обкладинки *К. П. Растріполко*

Підп. до друку 22.10.2021. Формат 60×84/16.
Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 7,7.
Тираж 60 пр. Зам. № 10247.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: office@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 5328 від 11.04.2017.