

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
«ІНСТИТУТ ПРОМИСЛОВИХ ТА БІЗНЕС ТЕХНОЛОГІЙ»
УКРАЇНСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ НАУКИ І
ТЕХНОЛОГІЙ**

Л.М. БАНДОРІНА, К.О. УДАЧИНА

МОДЕЛІ ЕКОНОМІЧНОЇ ДИНАМІКИ

Дніпро 2022

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
«ІНСТИТУТ ПРОМИСЛОВИХ ТА БІЗНЕС ТЕХНОЛОГІЙ»
УКРАЇНСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ НАУКИ І
ТЕХНОЛОГІЙ**

Л.М. БАНДОРІНА, К.О. УДАЧИНА

МОДЕЛІ ЕКОНОМІЧНОЇ ДИНАМІКИ

Друкується за Планом видань навчальної та методичної літератури,

затвердженим Вченою радою ННІ ІПБТ УДУНТ

Протокол № 1 від 24.01.2022

Дніпро 2022

УДК 330.101.001.57

Бандоріна Л.М., Удачина К.О. Моделі економічної динаміки : навч. посібник.

Дніпро : УДУНТ, 2022, 118 с.

Викладено основи моделювання об'єктів економічної динаміки. Розглянуто задачі аналізу та оптимізації. Наведено прикладні статистичні моделі (методи) динаміки мікроекономічних об'єктів. Зроблено акцент на практичне застосування моделей аналізу динаміки мікроекономічних об'єктів. По кожній моделі наведено її опис, цілі, завдання та особливості використання. Наведено завдання для виконання практичних робіт з методичними вказівками і прикладами по їх реалізації, варіанти завдань та контрольні запитання .

Призначений для студентів спеціальностей: 051 – Економіка, 126 – Інформаційні системи і технології (бакалаврський рівень).

Іл. 20. Бібліогр.: 17 найм.

Друкується за авторською редакцією.

Відповідальна за випуск Л.М. Савчук, канд. екон. наук, проф.

Рецензенти: Г.В. Корніч, докт. фіз.-мат. наук, професор кафедри системного аналізу та обчислювальної математики (НУ «Запорізька політехніка»)

В.А. Турчина, канд. фіз.-мат. наук, доцент, завідувач кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики (Дніпропетровський університет імені Олеся Гончара)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРТНИХ МЕТОДІВ АНАЛІЗУ ДИНАМІЧНИХ ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ.....	7
Методичні вказівки по реалізації завдання 1.1 в середовищі MS Excel.	9
Методичні вказівки по реалізації в середовищі MS Visual Studio завдання 1.2	10
2 ВИКОРИСТАННЯ ПРОСТОГО СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ.....	16
Методичні вказівки по реалізації в MS Excel завдання 2.1	20
Методичні вказівки по реалізації в MS Visual Studio завдання 2.2	21
3 БАГАТОФАКТОРНИЙ АНАЛІЗ ДИНАМІЧНИХ ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	27
Методичні вказівки по реалізації в MS Excel завдання 3.1	34
Методичні вказівки по реалізації в MS Visual Studio завдання 3.2	40
3. МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ СТАНУ ПІДПРИЄМСТВА МЕТОДАМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ.....	44
Методичні вказівки по реалізації в MS Excel завдання 3.1	50
Методичні вказівки по реалізації в MS Visual Studio завдання 3.2	52
4 ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ СТАНУ ПІДПРИЄМСТВА..	55
Методичні вказівки по реалізації в MS Excel завдань 4.1	59
Методичні вказівки по реалізації в MS Excel завдань 4.2	61
Методичні вказівки по реалізації в MS Visual Studio завдання 4.3	66
5 МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ.....	79
Методичні вказівки по реалізації завдань 5.1-5.5 в середовищі MS Excel	90
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	98
Контрольні завдання	100
Додаток А.....	112
Додаток Б.....	118

ВСТУП

При моделюванні об'єктів економічної динаміки необхідно вирішувати задачі аналізу та оптимізації. Результатом рішення задачі аналізу є оцінка стану об'єкта (підприємства, процесу, послуги) в поточному або в одному з минулих періодів, а також характеристики та тенденції динаміки переходу об'єкта з одного стану в інший. Важливим аспектом задачі аналізу є можливість виявити фактори, які найбільш істотно впливають на стан об'єкта, що дозволяє приймати ефективні рішення при розподілі ресурсів.

Залежність оцінки стану реального динамічного економічного об'єкта від факторів рідко вдається описати аналітичним (функціональним) виразом, тому найбільш придатливим інструментом моделювання виступають статистичні моделі, вхідною інформацією для яких є статистика факторів і оцінок стану об'єкта (спостережувані значення за минулі періоди). На жаль статистичні моделі, як правило, дозволяють знайти тільки близькі до строго оптимальних рішення. Для цього доводиться застосовувати такі методи, як повний або скорочений перебір, випадковий пошук і т.п.

Підготовка і попередня обробка статистичної інформації для економічних об'єктів, як правило, виконується фахівцями-експертами, тому статистичні моделі значною мірою є експертними.

В даному посібнику розглянуто ті прикладні статистичні моделі (методи) динаміки мікроекономічних об'єктів, які використовуються найбільш часто. Рівень опису моделей вибраний з припущення, що основне завдання моделювання не стільки оптимізація динаміки, скільки виявлення прихованих особливостей і проблем досліджуваного об'єкта (процесу).

По кожній моделі наведені її опис, цілі, завдання, особливості, переваги і недоліки. Наведені завдання для виконання практичних робіт з методичними вказівками і прикладами по їх реалізації. Наведено варіанти завдань та контрольні запитання.

Основний акцент зроблений на практичне застосування моделей аналізу динаміки мікроекономічних об'єктів. Для кращого розуміння принципів і технології моделювання реалізація моделей орієнтована на використання пакетів EXCEL з перспективою використання спеціалізованих пакетів SPSS,

GPSS, STATISTICA і т.п. Крім того, моделі в EXCEL зручно використовувати для виконання модельних експериментів в системах підтримки рішень.

Деякі фрагменти моделей реалізуються засобами MS Visual Studio і можуть бути використані як модулі (підпрограми) при розробці інформаційних систем.

Навчальний посібник призначений для використання студентами, які вивчають дисципліну «Моделі економічної динаміки», і може бути використаний при підготовці випускних робіт бакалаврів і магістрів економічних та інших спеціальностей.

Посібник складено за матеріалами, розробленими авторами посібника при проведенні навчальних занять, і за матеріалами джерел, наведених у списку літератури.

1 ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРТНИХ МЕТОДІВ АНАЛІЗУ ДИНАМІЧНИХ ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Експертні (інтуїтивні) методи засновані на використанні знань фахівців-експертів про стан об'єкту аналізу та прогнозування.

Оскільки знання (інтуїція) експертів засновані на попередньому вивченні (обробці) ними статистики по об'єкту, то ці методи можна віднести до статистичних. До переваг методів можна віднести простоту комп'ютерних обчислень, до недоліків – низьку точність і можливі проблеми з організацією процесу експертизи які зумовлені впливом суб'єктивних факторів.

Методи експертних оцінок використовуються для аналізу та прогнозування майбутнього у випадках, коли:

- 1) відсутні статистичні або звітні дані, або вони неповні;
- 2) для кількісного виміру таких подій, процесів і явищ, для яких не існує інших способів виміру. Наприклад, при оцінці важливості цілей і переваг окремих методів просування товару або послуги;
- 3) необхідно зробити вибір одного з можливих шляхів вирішення досліджуваної проблеми при невизначеному або дуже великій кількості альтернатив;
- 4) при розробці довгострокових прогнозів.

Основні етапи експертного методу аналізу і прогнозування:

- 1) вибір прогнозованого показника або показника оцінки переваги варіанта об'єкта або варіанта стану об'єкта;
- 2) вибір чинників, що впливають на вибір варіанта;
- 3) складання шкали оцінок переваги варіанта;
- 4) підбір групи експертів;
- 5) заповнення експертами таблиці оцінок різних варіантів;
- 6) розрахунок узагальненої (середньої) оцінки по кожному варіанту;
- 7) розрахунок рангів оцінок по кожному варіанту і заміна оцінок їх рангами. Ця заміна дозволяє врахувати неоднозначне тлумачення шкали оцінок різними експертами;
- 8) обчислення суми рангів і узгодженості думок експертів по кожному варіанту;
- 9) аналіз результатів.

Узагальнена оцінка стану об'єкта обчислюється за формулою:

$$M_j = \frac{\sum_{i=1}^{m_j} C_{ij}}{m_j}, \quad (1.1)$$

де M_j – узагальнена оцінка стану j -го об'єкта; m_j – кількість експертів, що оцінили j – ий об'єкт, ($m_j \leq m$); C_{ij} – оцінка в балах, дана i -м експертом j -му об'єкту ($i=1, 2, \dots, m_j$; $j=1, 2, \dots, n$).

Сума рангів оцінок, отриманих кожним об'єктом, дорівнює [1]:

$$S_j = \sum_{i=1}^{m_1} R_{ij}, \quad (1.2)$$

де m_1 – кількість експертів, що оцінили хоча б один об'єкт; R_{ij} – ранг оцінки C_{ij} .

Сума рангів S_j може бути обчислена після того, як проранжовані оцінки всіх експертів. Чим менше сума рангів, тим краще варіант.

Статистична обробка результатів ранжування передбачає оцінювання ступеня узгодженості думок експертів. Ступінь узгодженості думок експертів може бути оцінений коефіцієнтом варіації V_j оцінок, даних кожному варіанту.

$$V_j = \frac{\sigma_j}{M_j}, j = 1, 2, \dots, n, \quad (1.3)$$

де σ_j – середньоквадратичне відхилення оцінок j -го варіанта, що обчислюється як:

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{m_j} (C_{ij} - M_j)^2}{m_j}} \quad (1.4)$$

Чим менше значення коефіцієнта варіації V_j , тим вище узгодженість думок експертів і точніше аналіз і прогноз. Думки (оцінки) експертів вважаються узгодженими при $V_j < 33\%$.

Завдання 1.1

1. Вибрати через Інтернет не менше трьох найменувань об'єктів. Можливі види об'єктів – телевізори різних марок, ноутбуки, телефони, пилососи, металопрокат, продукти і тому подібне.
2. Скласти шкалу оцінок переваг об'єкта або стану об'єкта за його характеристиками (не менше 4 рівнів оцінок).
3. Скласти список експертів (не менше 5 експертів).
4. Виконати експертне опитування і заповнити таблицю оцінок об'єктів.
5. Обчислити ранги оцінок. Заповнити таблицю рангів і обчислити суму рангів по кожному об'єкту.
6. Обчислити міру узгодженості оцінок по кожному об'єкту.
7. Зробити висновки.

Методичні вказівки по реалізації завдання 1.1 в середовищі MS Excel.

Вибрано 3 телевізори різних марок.

Складено шкалу оцінок переваг телевізорів за критерієм «Співвідношення ціни-якості» (рис. 1.1).

Шкала оцінювання	Критерій оцінки співвідношення якості та ціни
0-20	непридатний до використання
21-40	співвідношення ціни і якості нижче середнього
41-60	середній рівень
61-80	вище середнього
81-100	високий рівень

Рисунок 1.1 – Шкала оцінок переваг об'єкта

1. Складено список експертів.
2. Виконано експертне опитування і заповнено таблицю оцінок об'єктів (рис. 1.2).

3. Обчислено ранги оцінок. Заповнено таблицю рангів і розраховано суму рангів по кожному об'єкту (рис. 1.2).

4. Ранг R_{ij} визначається в MS Excel за допомогою функції РАНГ(), яка приймає три параметри. Якщо необхідно оцінки проранжувати у порядку убутання, то третій параметр = 0, якщо у порядку зростання – 1. Якщо серед оцінок, що пронумерувалися, виявляються оцінки, яким присвоюється однаковий ранг, то він обчислюється як середнє арифметичне цих рангів.

5. Обчислено міру узгодженості оцінок по кожному об'єкту (рис. 1.2).

6. Зроблено висновки (рис. 1.2).

G22		fx		=РАНГ(B22;\$B\$22:\$D\$22;0)					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
19	Експертні оцінки					Ранги			
20	Експерти	Модель товару				Експерти	Модель товару		
21		Tefal BF 2637	Tefal BF 2631	Tefal BF 263E			Tefal BF 2637	Tefal BF 2631	Tefal BF 263E
22	1	48	57	49		1	3	1	2
23	2	60	61	70		2	3	2	1
24	3	47	45	53		3	2	3	1
25	4	68	67	60		4	1	2	3
26	5	78	83	83		5	3	1	1
27	Сума (C)	301	313	315		Сума рангів	12	9	8
28	Узагальнена оцінка (Mj)	60,2	62,6	63		Висновок: за оцінками експертів найкращою моделлю за критерієм співвідношення якості і ціни є перша модель- Tefal BF 2637			
29	Середнє відхилення (σj)	13,24	13,96	13,73					
30	Коеф. варіації	21,99%	22,30%	21,79%					
31	Висновок: думки експертів узгоджені								
32									
33									

Рисунок 1.2 – Виставлення оцінок та розрахунок рангів при експертному оцінюванні

Завдання 1.2

Скласти і налагодити програму мовою C++ для виконання пп. 5, 6, 7 завдання 1.1.

Методичні вказівки по реалізації в середовищі MS Visual Studio

завдання 1.2

1. Запуск MS Visual Studio 2010.

2. Створити проєкт: зліва вибрати *Visual C++*, справа – додаток *Windows Forms*, вказати ім'я *forecast1_ПІБ* \ ОК (рис. 1.3).

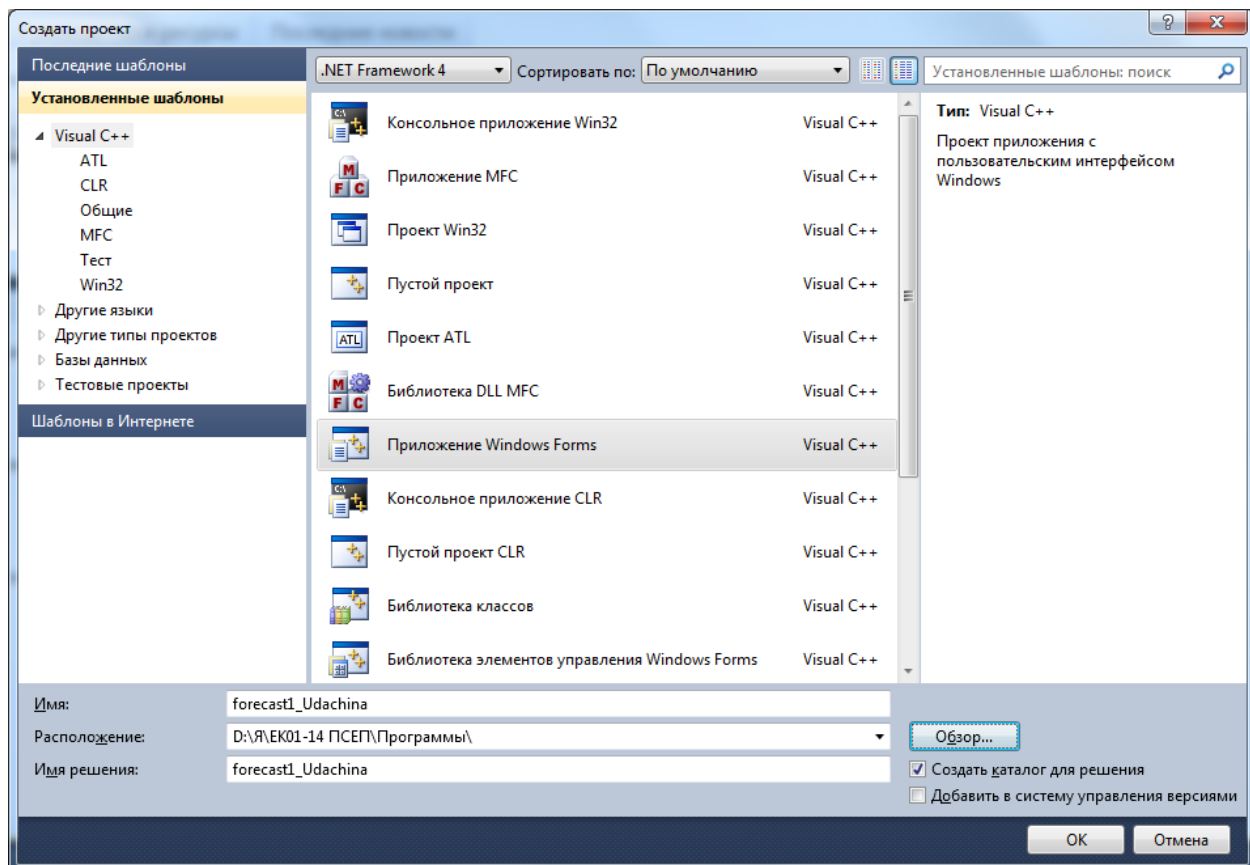


Рисунок 1.3 – Створення проекту

3. Назвати форму. *Свойства формы \ Текст \ Экспертне оцінювання: ст. гр. ЕК-14, ПИБ.*

4. Створити інтерфейс вікна. Розмістити на формі наступні компоненти:

- для таблиць – два компоненти *DataGridView*;
- для кнопок – шість компонентів *Button*;
- для надпису “Товари” та інших використовувати компоненти *Label*;
- для вікна виводу результатів – *richTextbox*.

5. Для додавання стовпців в *DataGridView* натиснути у правому верхньому куті на стрілку і вибрати *Добавить столбец*. У діалоговому вікні (рис.1 4) в *Тексте* заголовка вказати ім'я стовпця. Для вирівнювання тексту по центру виконати: *Свойства / ColumnHeadersDefaultCellStyle* (натиснути на три крапки). У вікні *Построитель CellStyle* в *MakeMe/Alingment* встановити *MiddleCenter*. У цьому ж вікні можна вибрати необхідні параметри для шрифту. Властивість *BackgroundColor* дозволяє вказати фоновий колір таблиці.

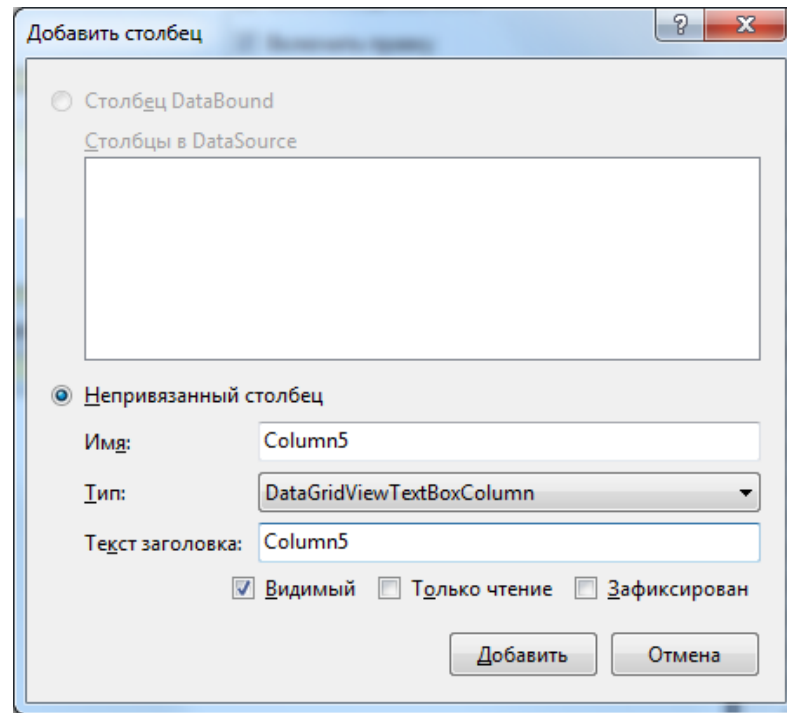


Рисунок 1.4 – Додавання стовпців в *DataGridView*

6. Интерфейс вікна (рис. 1.5).

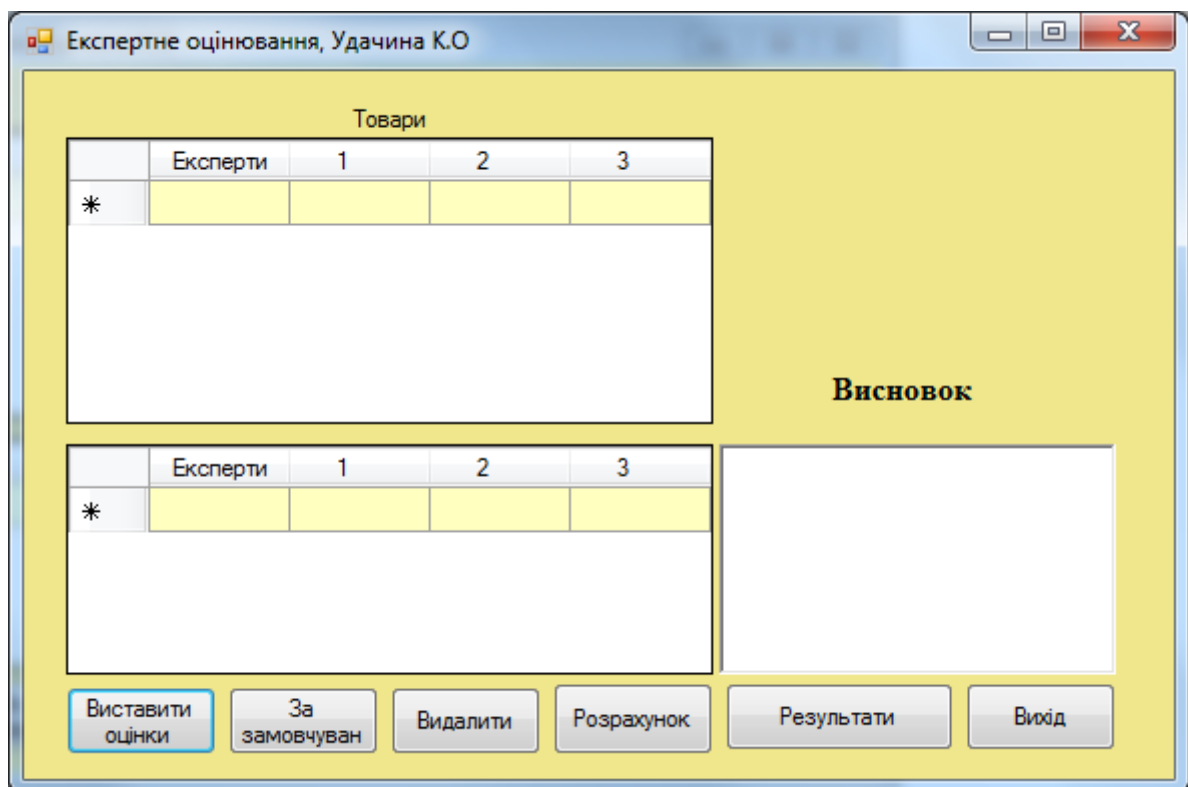


Рисунок 1.5 – Интерфейс вікна

7. Оголосити глобально змінні (заповнити масиви за замовчуванням для свого варіанта – рис. 1.6):

```
#pragma once
// бібліотека мат функцій
#include <math.h>
// постійні змінні (кількість рядків, стовпців)
const int M = 5, N = 3;
// змінні (кількість рядків, стовпців)
int m = 0, n = 0;
// масив оцінок за умовчанням
double mas_o[M][N] = {48, 57, 49,
                      60, 61, 70,
                      47, 45, 53,
                      68, 67, 60,
                      78, 83, 83};

// масив оцінок
double **MAS_O;
// масив сум оцінок по кожному товару
double *Summ;
// масив середквадратических відхилень
double *OV_M;
// масив коефіцієнтів варіації
double *V;
// масив рангів
double **rank;
// масив сум рангів
double *summ_rank;
// допоміжний масив (сума квадратів відхилень середньої оцінки від фактичних оцінок)
double *summ_mm;
```

Рисунок 1.6 – Оголошення змінних

8. Створити код для кнопки *За замовчуванням* (при подвійному натисненні на кнопку виконується перехід до програмного коду або натиснути на кнопку \ *Свойства* \ *События* \ *Click* та вибрати назву кнопки) (рис. 1.7):

```
private: System::Void button2_Click(System::Object^ sender, System::EventArgs^ e) {
    // кількість рядків (експертів)
    m = M;
    // кількість стовпців (Експерти + товари)
    n = N + 1;
    // побудова рядків
    dataGridView1->RowCount = m;
    // побудова стовпців
    dataGridView1->ColumnCount = n;
    // виділення пам'яті під масив оцінок
    MAS_O = new double*[m];
    for(int i=0; i<m; i++)
        MAS_O[i] = new double[n];
    for(int j=1; j<n; j++)
    {
        for(int i=0; i<m; i++)
        {
            // заповнення першого стовпця
            dataGridView1->Rows[i]->Cells[0]->Value = i+1;
            // заповнення оцінками за умовчанням
            dataGridView1->Rows[i]->Cells[j]->Value=Convert::ToString (mas_o[i][j-1]);
            // збереження оцінок в масив
            MAS_O[i][j-1]=mas_o[i][j-1];
        }
    }
}
```

Рисунок 1.7 – Фрагмент програмного коду кнопки *За замовчуванням*

9. Аналогічним чином створити код для кнопки *Виставити оцінки* (передбачити введення оцінок з екрану).

10. Створити код для кнопки *Розрахунок* [2-4]. Розрахувати суму оцінок, середні значення та коефіцієнти варіації (рис. 1.8).

а) виділити пам'ять під масиви:

```
Summ = new double [n-1]; // масив суми оцінок
```

...

б) побудувати таблицю;

с) заповнити перший стовпець:

```
dataGridView2->Rows[0]->Cells[0]->Value = "Сума";  
dataGridView2->Rows[1]->Cells[0]->Value = "Узагальнена оцінка";  
dataGridView2->Rows[2]->Cells[0]->Value = "Коефіцієнт варіації";
```

д) розрахувати суми оцінок та вивести у таблицю;

е) розрахувати узагальнені оцінки та вивести у таблицю;

ф) розрахувати коефіцієнти варіації (див. (1.3-1.4)), використовуючи функції *pow()* та *sqrt()* (бібліотека *#include <math.h>*);

```
// сума оценок  
for(int j=1; j<n; j++)  
{  
    Summ[j-1] = 0;  
    for (int i=0; i<m; i++)  
    {  
        Summ[j-1] += MAS_O[i][j-1];  
    }  
    // вывод суммы оценок  
    dataGridView3->Rows[5]->Cells[j]->Value = Summ[j-1];  
    // среднее  
    OV_M[j-1] = Summ[j-1]/m;  
    // вывод средних значений  
    dataGridView3->Rows[6]->Cells[j]->Value = ceil(OV_M[j-1]*100)/100;  
}  
  
// расчет коэффициентов вариации  
for(int j=1; j<n; j++)  
{  
    summ_mm[j-1] = 0;  
    for (int i=0; i<m; i++)  
    {  
        summ_mm[j-1] += pow((MAS_O[i][j-1] - OV_M[j-1]), 2);  
    }  
    v[j-1] = sqrt(summ_mm[j-1]/(m-1))/OV_M[j-1];  
    // вывод коэф вариации  
    dataGridView3->Rows[7]->Cells[j]->Value = ceil(v[j-1]*100*100)/100;  
}
```

Рисунок 1.8 – Фрагмент програмного коду кнопки *Розрахунок*

11. Створити код для кнопки *Видалити*:

```
dataGridView1->Rows->Clear(); // видалити дані із таблиці
```

...

```
richTextBox1->Clear(); // видалити текст із поля виводу
```

12. Створити код для кнопки *Результати*:

```
private: System::Void button4_Click(System::Object^ sender, System::EventArgs^ e) {
    int ind_min = 0;
    double min_sum = 0;
    min_sum = Summ[0];
    for (int i=0; i<m; i++)
    {
        if (min_sum < Summ[i] && V[i] <=0.33)
        {
            min_sum = Summ[i];
            ind_min = i+1;
        }
        else
        {
            min_sum = Summ[0];
            ind_min = 1;
        }
    }

    richTextBox1->Text = "За оцінками експертів обрано товар " + Convert::ToString(ind_min);
}
```

Рисунок 1.8 – Фрагмент програмного коду кнопки *Результати*

Контрольні запитання

1. Перерахувати достоїнства і недоліки експертних методів аналізу і прогнозу.
2. Навести приклади застосування експертних методів аналізу і прогнозу.
3. Обґрунтувати необхідність обчислення рангів експертних оцінок.
4. Що робити, якщо думки експертів недостатньо узгоджені?

2 ВИКОРИСТАННЯ ПРОСТОГО СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ

Статистика застосовує ряд методів, які знаходять своє вираження у чотирьох стадіях статистичного дослідження [5]:

- масове статистичне спостереження;
- зведення та групування первинних даних статистичного спостереження;
- визначення узагальнюючих показників;
- аналіз та інтерпретація статистичних показників.

Ряд динаміки складається з двох рядів даних: моментів або періодів тимчасового ряду і рівнів ознак або показника [6]. Під тенденцією динаміки розуміється закономірна зміна рівнів у ряду, загальний напрям розвитку. Рівні ряду в окремі моменти можуть змінюватися, що називається коливанням ознаки. Коливання визначаються короткостроковими або циклічними чинниками, тенденція – довгостроковими. Рівняння, що апроксимує фактичну тенденцію динаміки, називається трендом. Використання методів економічної статистики для обробки даних дозволяє виявити головні характеристики коливань і певною мірою характеристики тенденції динаміки показників без аналізу причин.

Для опису динамічних рядів обчислюються аналітичні показники, що відображають особливості однорідних груп, взаємозв'язки між ними, які визначаються у формі абсолютних, відносних та середніх величин.

Абсолютна зміна рівня (приріст або скорочення) – це різниця між звітним і попереднім рівнями ряду динаміки (ланцюговий показник) або різниця між звітним і базовим рівнями ряду динаміки (базисний показник).

Прискорення абсолютної зміни – це різниця між абсолютною зміною на даний момент і абсолютною зміною на попередній момент. Під відносною зміною рівня розуміється темп зміни (темп росту або скорочення), тобто відношення рівня звітного моменту до рівня попереднього або базового моменту.

Абсолютний приріст Δ показує, на скільки одиниць власного виміру рівень ряду y_i більший (+) чи менший (-) за рівень, взятий за базу порівняння (y_{i-1} чи y_0). Ланцюговий абсолютний приріст розраховується як:

$$\Delta_i = y_i - y_{i-1}, \quad (2.1)$$

де y_i – показник i -го періоду.

Базовий абсолютний приріст розраховується як:

$$\Delta_i = y_i - y_0. \quad (2.2).$$

Відносна зміна рівня (коефіцієнт (темپ %) зростання) показує, в скільки разів один рівень ряду більший за інший. Ланцюговий відносний коефіцієнт розраховується як:

$$K_i = \frac{y_i}{y_{i-1}}, \quad (2.3),$$

Базовий відносний коефіцієнт розраховується як:

$$K_i = \frac{y_i}{y_0}. \quad (2.4)$$

Темп приросту показує, на скільки відсотків значення y_i більше (+) чи менше (-) за рівень, який прийнято за 100 %.

Абсолютне значення 1% приросту обчислюється, як частка від ділення абсолютного приросту на темп приросту, тобто це значення показує соту частину рівня, взятого за базу порівняння.

Середньорічний абсолютний приріст розраховується як середнє з ланцюгових абсолютних приростів:

$$\bar{\Delta} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i}{n}, \quad (2.5)$$

де n – кількість абсолютних приростів.

Середньорічний коефіцієнт зростання визначається за формулою середньої геометричної:

$$\bar{k} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n k_i} = \sqrt[n]{K_n} = \sqrt[n]{\frac{y_n}{y_0}}, \quad (2.6)$$

Для обчислення прискорення (сповільнення) зростання виконується зіставлення однойменних характеристик швидкості зростання. Наприклад, абсолютних приростів:

$$\delta_t = \Delta_i - \Delta_{i-1}. \quad (2.7)$$

Значення $\delta_t < 0$ свідчить про сповільнення зростання. Темп сповільнення абсолютної швидкості обчислюється відношенням абсолютних приростів:

$$\sigma_t = \frac{\Delta_i}{\Delta_{i-1}} \quad (2.8)$$

Прискорення (сповільнення) відносної швидкості є частка від ділення середньорічних темпів зростання. Дільником виступає більший за значенням.

Для визначення співвідношення двох значень показника використовуються індекси – показники змін, що, на відміну від інших показників (динамічних і кореляційних), дозволяють вимірювати зміну складних, агрегованих розмірів, не описаних аналітично.

Індекси характеризують окремі показники суспільних явищ, які певною мірою є взаємопов'язаними і утворюють систему індексів. Так, наприклад, системі показників $w = q * p$, де q – об'єм продажів, p – ціна товару, w – виторг від продажів, відповідає система узагальнених індексів:

$$I_w = I_q * I_p. \quad (2.9)$$

На основі індексів можна аналізувати зміну середніх розмірів показників, як на мікро, так і на макрорівнях (наприклад, зміну продуктивності праці на окремому підприємстві або зміну ціни по регіонах).

Індивідуальні індекси обчислюють окремо для кожної групи товарів: в чисельнику – величина звітного періоду, в знаменнику – величина базисного періоду:

$$i_p = \frac{p_1}{p_0}, \quad (2.10)$$

де p_1 – ціна за звітний період, p_0 – ціна за попередній період.

Індивідуальний індекс фізичного обсягу розраховується як:

$$q_p = \frac{q_1}{q_0}, \quad (2.11).$$

де q_1 – обсяг продажів за звітний період, q_0 – обсяг продажів за попередній період.

Індивідуальний індекс вартості продукції (товарообороту) розраховують за формулою:

$$i_{pq} = \frac{p_1 * q_1}{p_0 * q_0}. \quad (2.12)$$

Зведений індекс товарообороту в цілому обчислюють за формулою:

$$I_{pq} = \frac{\sum p_1 * q_1}{\sum p_0 * q_0} . \quad (2.13)$$

Загальний індекс цін:

$$I_p = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1} \quad (2.14)$$

Загальний індекс фізичного обсягу продукції розраховується як:

$$I_q = \frac{\sum p_0 q_1}{\sum p_0 q_0} \quad (2.15)$$

Між розрахованими індексами існує мультиплікативний взаємозв'язок:

$$I_{pq} = I_p * I_q \quad (2.16)$$

Абсолютний приріст дорівнює різниці між чисельником і знаменником відповідних індексів. Абсолютний приріст вартості продукції в цілому становить:

$$\Delta_{pq} = \sum p_1 q_1 - \sum p_0 q_0 , \quad (2.17)$$

за рахунок ціни:

$$\Delta_p = \sum p_1 q_1 - \sum p_0 q_1 , \quad (2.18)$$

за рахунок фізичного обсягу:

$$\Delta_q = \sum p_0 q_1 - \sum p_0 q_0 . \quad (2.19)$$

В абсолютних величинах між індексами існує адитивний взаємозв'язок:

$$\sum p_1 q_1 - \sum p_0 q_0 = (\sum p_1 q_1 - \sum p_0 q_1) + (\sum p_0 q_1 - \sum p_0 q_0) . \quad (2.20)$$

Таким чином, загальна вартість товарообігу змінюється за рахунок обсягу продажів і ціни. Тобто, загальний індекс дозволяє визначити вплив 2-х чинників на аналізований показник.

Завдання 2.1

Для показників, значення яких приведені в Додатку 1 (показник за вибором):

1. Підготувати статистику цін і обсягів продажів (споживання) по вибраних товарах за ≥ 15 періодів і представити її в табличному і графічному вигляді.

2. Визначити:

а) базові і ланцюгові характеристики динаміки: абсолютні прирости, темпи зростання і приросту, абсолютні значення 1 % приросту;

- б) середньорічні темпи зростання і абсолютні прирости;
- в) коефіцієнт прискорення (сповільнення) зростання;
- г) індивідуальні і загальні індекси.

3. Зробити висновки, в тому числі про тенденцію динаміки і вплив факторів.

Методичні вказівки по реалізації в MS Excel завдання 2.1

У якості вхідних даних підготовлено статистику цін і виробництва на душу населення.

Визначено:

- а) базові і ланцюгові характеристики динаміки: абсолютні прирости, темпи зростання і приросту, абсолютні значення 1% приросту (рис. 2.1);
- б) середньорічні темпи зростання і абсолютні прирости (рис. 2.1). Для розрахунку показника середньорічний темп зростання може бути використана функція СРГЕОМ ();
- в) коефіцієнт прискорення (сповільнення) зростання (рис. 2.2);
- г) індивідуальні і загальні індекси (рис. 2.2).

M5 =СТЕПЕНЬ(ПРОИЗВЕД(F6:F19):(1/14))													
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
3	Рік	Ціна за 1 кг, грн	Виробництво на душу населення, кг	Абсолютний приріст виробництва, кг		Темпи зростання, %		Темпи приросту, %		Абсолютні значення 1% приросту, кг		Середньорічний абсолютний приріст, кг	Середньорічний темп зростання
4				баз	ланц	баз	ланц	баз	ланц	баз	ланц	0,517	1,306
5	1	16,20	15,06	-	-	-	-	-	-	-	-		1,306
6	2	17,15	16,25	1,190	1,190	107,90%	107,90%	7,902%	7,90%	0,151	0,151		
7	3	17,77	16,75	1,690	0,500	111,22%	103,08%	11,222%	3,08%	0,151	0,163		
8	4	19,01	17,50	2,440	0,750	116,20%	104,48%	16,202%	4,48%	0,151	0,168		
9	5	19,50	18,10	3,040	0,600	120,19%	103,43%	20,186%	3,43%	0,151	0,175		
10	6	20,10	18,76	3,700	0,660	124,57%	103,65%	24,568%	3,65%	0,151	0,181		
11	7	20,90	19,42	4,360	0,660	128,95%	103,52%	28,951%	3,52%	0,151	0,188		
12	8	21,25	19,85	4,790	0,430	131,81%	102,21%	31,806%	2,21%	0,151	0,194		
13	9	22,22	20,00	4,940	0,150	132,80%	100,76%	32,802%	0,76%	0,151	0,198		
14	10	23,30	21,10	6,040	1,100	140,11%	105,50%	40,106%	5,50%	0,151	0,200		
15	11	24,00	21,40	6,340	0,300	142,10%	101,42%	42,098%	1,42%	0,151	0,211		
16	12	24,10	21,60	6,540	0,200	143,43%	100,93%	43,426%	0,93%	0,151	0,214		
17	13	24,50	21,70	6,640	0,100	144,09%	100,46%	44,090%	0,46%	0,151	0,216		
18	14	25,00	22,00	6,940	0,300	146,08%	101,38%	46,082%	1,38%	0,151	0,217		
19	15	25,20	22,30	7,240	0,300	148,07%	101,36%	48,074%	1,36%	0,151	0,220		

Рисунок 2.1 – Розрахунок базових і ланцюгових характеристик динаміки та середньорічного абсолютного приросту і темпу зростання

Y6		fx		=P6*Q6									
	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
	Прискорення (сповільнення) зростання абсолютного приросту	Прискорення (сповільнення) зростання відносного приросту	Індивідуальні Індекси, ланцюгові		Індивідуальні Індекси, базові		Загальний Індекс товарообороту		Загальний Індекс цін	Загальний Індекс виробництва	Співзалежний Індекс	Перевірка	
3													
4			ціна	виробн	ціна	виробн	баз	ланц				баз	ланц
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	1,06	1,08	1,06	1,08	1,14	1,14	1,06	1,08	1,14	1,14	1,14
7	0,50	97,01%	1,04	1,03	1,10	1,11	1,07	1,22	1,04	1,03	1,07	1,07	1,22
8	0,75	104,48%	1,07	1,04	1,17	1,16	1,12	1,36	1,07	1,04	1,12	1,12	1,36
9	0,60	96,69%	1,03	1,03	1,20	1,20	1,06	1,45	1,03	1,03	1,06	1,06	1,45
10	0,66	96,48%	1,03	1,04	1,24	1,25	1,07	1,55	1,03	1,04	1,07	1,07	1,55
11	0,66	103,52%	1,04	1,04	1,29	1,29	1,08	1,66	1,04	1,04	1,08	1,08	1,66
12	0,43	97,83%	1,02	1,02	1,31	1,32	1,04	1,73	1,02	1,02	1,04	1,04	1,73
13	0,15	99,25%	1,05	1,01	1,37	1,33	1,05	1,82	1,05	1,01	1,05	1,05	1,82
14	1,10	94,79%	1,05	1,06	1,44	1,40	1,11	2,02	1,05	1,06	1,11	1,11	2,02
15	0,30	98,60%	1,03	1,01	1,48	1,42	1,04	2,11	1,03	1,01	1,04	1,04	2,11
16	0,20	99,07%	1,00	1,01	1,49	1,43	1,01	2,13	1,00	1,01	1,01	1,01	2,13
17	0,10	99,54%	1,02	1,00	1,51	1,44	1,02	2,18	1,02	1,00	1,02	1,02	2,18
18	0,30	98,64%	1,02	1,01	1,54	1,46	1,03	2,25	1,02	1,01	1,03	1,03	2,25
19	0,30	98,65%	1,01	1,01	1,56	1,48	1,02	2,30	1,01	1,01	1,02	1,02	2,30

Рисунок 2.2 – Розрахунок коефіцієнту прискорення (сповільнення) зростання та індивідуальних і загальних індексів

Завдання 2.2

Скласти і налагодити програму мовою C++ для виконання пп. 2, 3 завдання 2.1.

Методичні вказівки по реалізації в MS Visual Studio завдання 2.2

1. Створити діалогове вікно, на якому розмістити наступні компоненти:

– для таблиць – DataGridView;

– для кнопок – Button;

– для надпису «Количество лет» та інших використовувати компонент Label;

– для вибору років – ComboBox.

1. Для додавання стовпців в DataGridView натиснути у правому верхньому куті на стрілку та вибрати *Добавить столбец*. У діалоговому вікні (рис. 2.3-2.4) вказати у тексті заголовка ім'я стовпця. Для вирівнювання тексту у комірках по центру виконати: *Свойства / ColumnHeadersDefaultCellStyle* (натиснути на трикрапку). У вікні *Построитель CellStyle* в *Макете/Alignment* встановити *MiddleCenter*. У цьому ж вікні можна вибрати необхідні параметри для шрифту. Властивість *BackColor* дозволяє вказати фоновий колір таблиці.

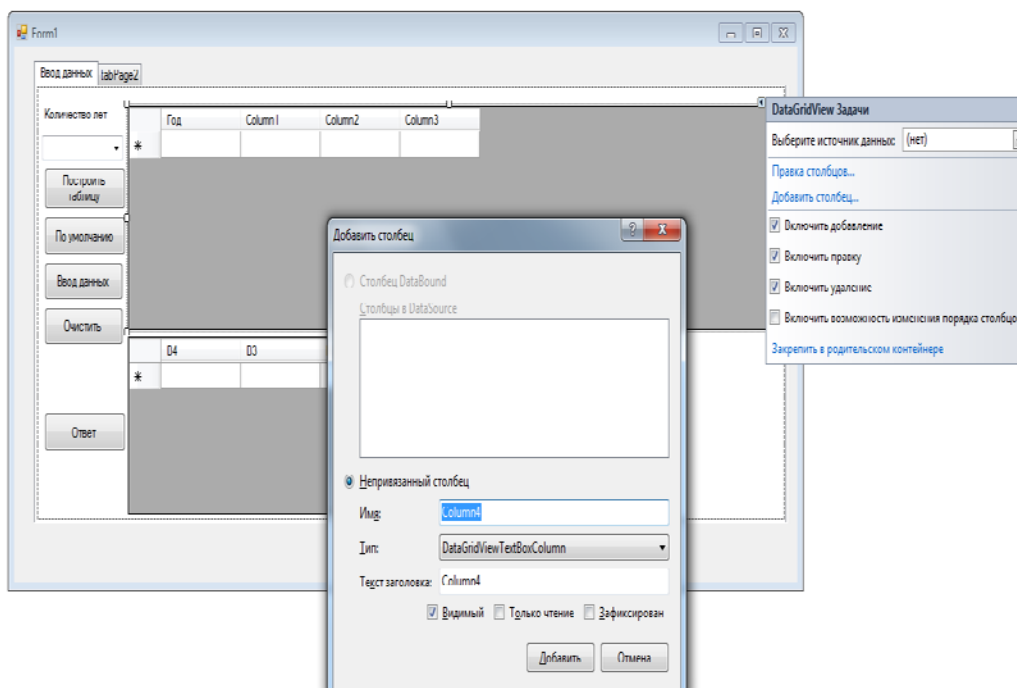


Рисунок 2.3 – Приклад створення інтерфейсу

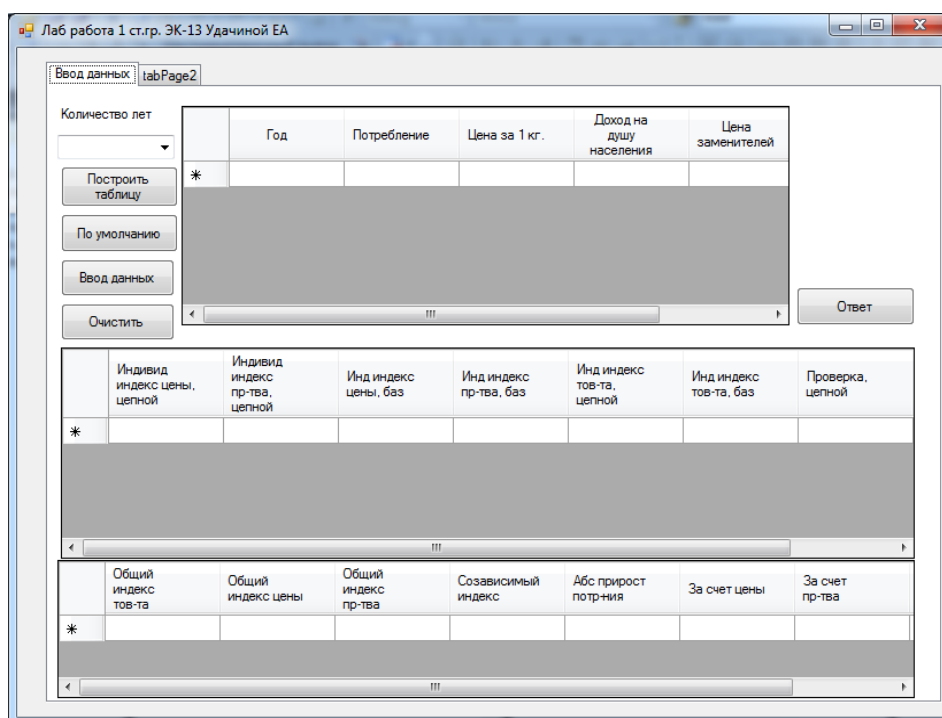


Рисунок 2.4 – Приклад интерфейсу

2. Оголосити глобально змінні (заповнити масиви за замовчуванням для свого варіанта) (рис. 2.5) [14-16].

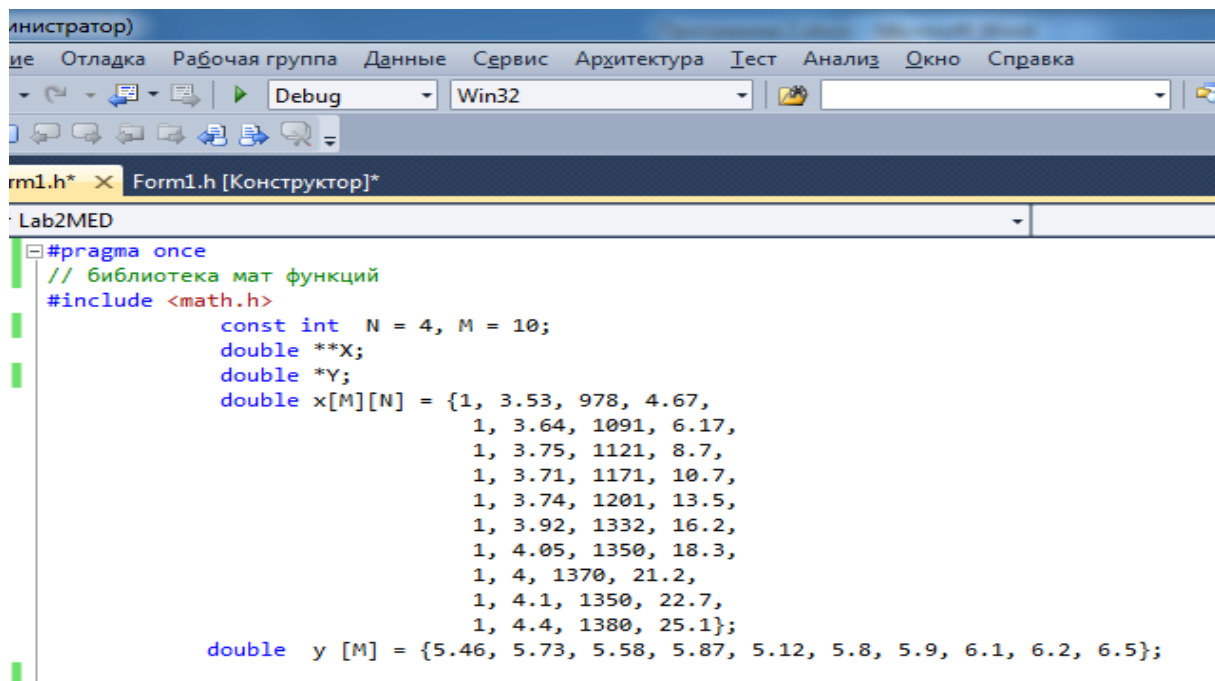


Рисунок 2.5 – Приклад оголошення змінних

3. Створити код для кнопки *Побудувати таблицю* (двічі натиснути на кнопку і перейти до програмного коду). Фрагмент програмного коду наведено на рисунку 2.6.

```

private: System::Void button1_Click(System::Object^ sender, System::EventArgs^ e) {
    int n = 0; // года
    if (this->comboBox1->Text != "")
    {
        n = Convert::ToDouble(this->comboBox1->Text);
        // построение матрицы (n строк, 6 столбцов)
        dataGridView1 -> RowCount = n; // строки
        dataGridView1 -> ColumnCount = 6; // столбцы
        // заполнение лет
        for ( int i = 0; i < n; i++)
            dataGridView1 -> Rows[i] -> Cells[0] -> Value = i + 1;
    }
    else
        MessageBox::Show( "Пожалуйста, укажите количество лет", "Ошибка ввода данных", MessageBoxButtons::OK, MessageBoxIcon::Exclamation);
}

```

Рисунок 2.6 – Фрагмент програмного коду кнопки *Побудувати таблицю*

4. Створити код для кнопки *По умовчанию* (рис. 2.7).

```
private: System::Void button3_Click(System::Object^ sender, System::EventArgs^ e) {
    // построение строк
    dataGridView1->RowCount=M;
    // выделение памяти
    Y=new double[M];
    X = new double * [M];
    for (int i=0; i<M; i++)
        X [i] = new double [N];
    // заполнение данных по умолчанию
    for (int j = 2; j < N + 2; j++)
    {
        for ( int i = 0; i < M; i++)
        {
            // вывод на экран
            dataGridView1 -> Rows[i] -> Cells[1] -> Value = Convert::ToString(y[i]);
            // сохранение данных с экрана в массив
            Y[i] = y[i];
            dataGridView1 -> Rows[i] -> Cells[j] -> Value = Convert::ToString(x[i][j - 2]);
            x[i][j - 2] = x[i][j - 2];
        }
    }
}
```

Рисунок 2.7 – Фрагмент программного коду кнопки *По умолчанию*

5. Створити код для кнопки *Ввод данных* (рис. 2.8).

```
e: System::Void button4_Click(System::Object^ sender, System::EventArgs^ e) {
    // ввод данных
    dataGridView1->RowCount=M;
    Y=new double[M];
    X = new double * [M];
    for (int i=0; i<M; i++)
        X [i] = new double [N];
    // ввод данных пользователем с экрана
    for (int j = 2; j < N + 2; j++)
    {
        for ( int i = 0; i < M; i++)
        {
            Y[i] = Convert::ToDouble(dataGridView1 -> Rows[i] -> Cells[1] -> Value);
            X[i][j-2] = Convert::ToDouble(dataGridView1 -> Rows[i] -> Cells[j] -> Value);
        }
    }
}
```

Рисунок 2.8 – Фрагмент программного коду кнопки *Ввод данных*

6. Створити код для кнопки *Ответ*.

1) побудувати таблицю:

```
private: System::Void button2_Click(System::Object^ sender, Sys
    // построение таблицы (m строк, 8 столбцов)
    dataGridView2 -> RowCount = M; // строка
    dataGridView2 -> ColumnCount = 8; // столбцы
```

Рисунок 2.9 – Фрагмент программного коду кнопки *Ответ*

2) аналогічно побудувати ще одну таблицю, яка буде містити 1 строку та 8 стовпців.

3) оголосити локально масиви та змінні. Приклад:

```
double *ip_ts = new double [M]; // индивід. индекс ціни, ланцюговий
```

4) оголосити та проініціалізувати змінні для товару-аналога:

// за замовчуванням товар-аналог (дані свого варіанта)

```
double Y_A[2] = {57.04, 52.85}, X_A[2] = {0.62, 0.62};
```

5) виконати розрахунок індексів та вивести результати у таблицю, використовуючи функцію округлення, приклад:

```
for (int i = 1; i < M; i++)
{
    ip_ts[i-1] = X[i][1]/X[i-1][1]; // розрахунок індивідуальних індексів цін, ланцюгові

    // написати код для розрахунку інших індексів
    ....

    // вивід на екран
    dataGridView2->Rows[i]->Cells[0]->Value = Convert::ToString(ceil(ip_ts[i-1]*100)/100);
// ceil - функція округлення

    // вивести на екран всі відповіді
    ...
}
```

6) розрахувати загальні, співзалежні індекси, абсолютний приріст аналізованого показника (в т.ч. за рахунок факторів), виконати перевірку, використовуючи дані товару-аналога (рис. 2.9):

```
I_qr = (X_A[1]*Y_A[1] + X[1][1]*Y[1]) / (X_A[0]*Y_A[0] + X[0][1]*Y[0]); // общий индекс тов-та
Ip = (X_A[1]*Y_A[1] + X[1][1]*Y[1]) / (X_A[0]*Y_A[1] + X[0][1]*Y[1]); // общий индекс цен
Iq = (X_A[0]*Y_A[1] + X[0][1]*Y[1]) / (X_A[0]*Y_A[0] + X[0][1]*Y[0]); // общий индекс пр-тва
IPQ = Ip*Iq; // созависимый индекс

// абс прирост тов-та |
abs = (X_A[1]*Y_A[1] + X[1][1]*Y[1]) - (X_A[0]*Y_A[0] + X[0][1]*Y[0]);
abs_p = (X_A[1]*Y_A[1] + X[1][1]*Y[1]) - (X_A[0]*Y_A[1] + X[0][1]*Y[1]); // за счет цены
abs_q = (X_A[0]*Y_A[1] + X[0][1]*Y[1]) - (X_A[0]*Y_A[0] + X[0][1]*Y[0]); // за счет пр-тва

// проверка: абс прирост тов-та
ABS = abs_p + abs_q;
```

Рисунок 2.9 – Фрагмент програмного коду для розрахунку індексів

7) вивести результати у третю таблицю (*dataGridView3*) (рис. 2.10).

```
// вывод
dataGridView3->Rows[0]->Cells[0]->Value = Convert::ToString(ceil(I_qp*100)/100);
dataGridView3->Rows[0]->Cells[1]->Value = Convert::ToString(ceil(Ip*100)/100);
dataGridView3->Rows[0]->Cells[2]->Value = Convert::ToString(ceil(Iq*100)/100);
dataGridView3->Rows[0]->Cells[3]->Value = Convert::ToString(ceil(IPQ*100)/100);
dataGridView3->Rows[0]->Cells[4]->Value = Convert::ToString(ceil(abs*100)/100);
dataGridView3->Rows[0]->Cells[5]->Value = Convert::ToString(ceil(abs_p*100)/100);
dataGridView3->Rows[0]->Cells[6]->Value = Convert::ToString(ceil(abs_q*100)/100);
dataGridView3->Rows[0]->Cells[7]->Value = Convert::ToString(ceil(ABS*100)/100);
}
```

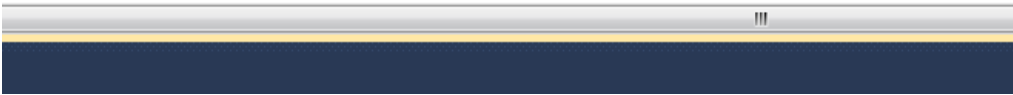


Рисунок 2.10 – Фрагмент програмного коду для виведення результатів

Контрольні запитання

1. Перерахувати основні можливості простого статистичного аналізу динаміки економічних процесів за допомогою темпів зростання.
2. Що дозволяє виявити використання індивідуальних і загальних індексів?
3. Перерахувати недоліки застосування простих методів статистичного аналізу динаміки.