

## Лабораторна робота 2

### Математична обробка даних і візуалізація результатів у LabVIEW

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА



(С) 2009. І. Карбовник  
версія 1.0

## Лабораторна робота №2. Математична обробка даних і візуалізація результатів у LabVIEW

### Мета.

Оволодіти методикою роботи з математичними функціями та інструментами побудови графіків у LabVIEW.

### Математичні функції

Для математичної обробки даних в середовищі LabVIEW використовуються математичні функції (рис. 1), їх викликають за схемою: Functions→Mathematics. Палітра математичних функцій складається з підпалітр: функцій чисельних методів і розв'язку диференціальних рівнянь, функцій статичної обробки даних, функцій згладжування даних, функцій лінійної алгебри і обробки масивів і функцій оптимізації і пошуку нулів.

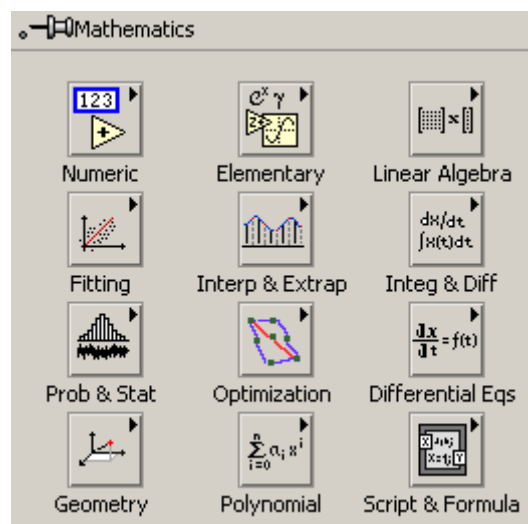
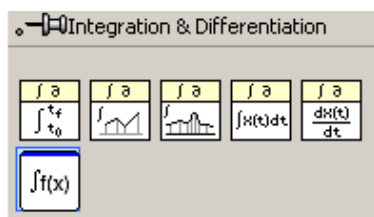


Рис. 1. Палітра математичних функцій

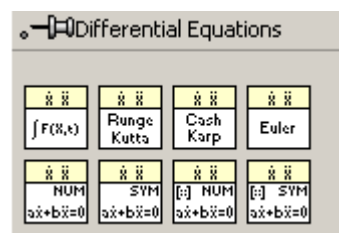
### Функції чисельних методів і розв'язку диференціальних рівнянь

Функції чисельних методів дозволяють виконувати чисельне інтегрування масивів вхідних даних, розраховувати значення як самої функції, заданої формулою, так і її інтегралу і похідної, а також довжину кривої. До складу підпалітри входять також функції розрахунку часткових похідних, пошуку екстремумів і нулів функції (рис. 2а). Набір функцій чисельних методів розв'язку диференціальних рівнянь включають ВП (рис. 2б), які реалізують методи Ейлера, Рунге-Кутта, Кеш-Капа, а також ВП для розрахунку лінійних

диференційних рівнянь  $n$ -го порядку і системи лінійних диференційних рівнянь в числовому і символьному вигляді.



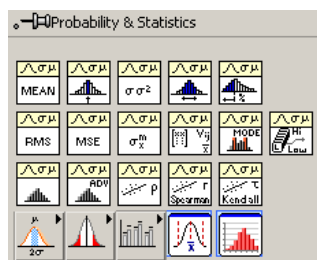
**Рис. 2а.** Функції розрахунку  
часткових похідних



**Рис. 2б.** Функції чисельних методів  
розв'язку диференційних рівнянь

### Функції статистичної обробки даних

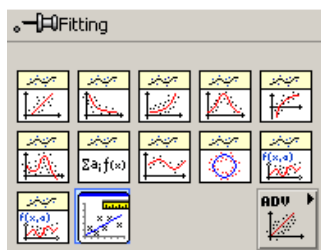
Функції статистичної обробки даних (рис. 3) дозволяють розраховувати основні статистичні параметри набору даних: середнє, середнє квадратичне відхилення, дисперсію, середній квадрат похибки, центральні моменти різних порядків, медіану і мод, а також розраховувати значення гістограми набору даних. У одній з додаткових підпалітр розташовані функції розрахунку ймовірностей.



**Рис. 3.** Функції статистичної обробки даних

### Функції згладжування даних

Функції згладжування даних (рис. 4) дозволяють виконувати як апроксимацію, так і інтерполяцію даних. Функції апроксимації включають лінійну, експоненціальну, поліномну і нелінійну апроксимацію даних, а функції інтерполяції – поліномну інтерполяцію, інтерполяцію раціональними поліномами і сплайн-інтерполяцію даних. До складу палітр функцій входять Експрес-ВП Згладжування кривої (Curve Fitting), який дозволяє реалізувати основні методи згладжування даних.



**Рис. 4.** Функції згладжування даних

## Функції лінійної алгебри і обробки масивів

Функції лінійної алгебри і обробки масивів (рис. 5) дозволяють знаходити розв'язки системи лінійних рівнянь, виконувати обернення матриць, розраховувати значення визначників, знаходити власні значення і власні вектори і розраховувати різного роду матриці і вектори. Додатковими функціями лінійної алгебри (Advanced Linear Algebra) дозволяють виконувати різного роду розклади матриць, знаходити різні параметри матриць. Комплексні функції лінійної алгебри (Complex Linear Algebra) ідентичні функціям обробки дійсних матриць.

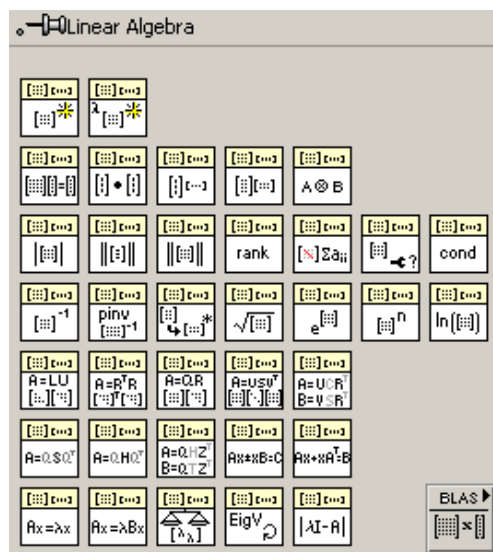


Рис. 5. Функції лінійної алгебри і обробки масивів

## Візуалізація результатів в середовищі LabVIEW

У LabVIEW передбачено багато різноманітних і зручних інструментів для графічного представлення даних. У палітрі Controls→Graph розташовані графічні індикатори (рис. 7): індикатор діаграм (Waveform Chart), індикатор осцилограм (Waveform Graph), двох координатний індикатор (XY Graph), індикатор інтенсивності (Intensity Graph), індикатор графіка цифрової осцилограми (Digital Waveform Graph), індикатор трьохвимірної поверхні (3D Surface Graph), індикатор трьохвимірний параметричний (3D Parametric Graph), індикатор трьохвимірної кривої (3D Curve Graph).



Рис. 7. Палітра графічних індикаторів

XY Graph



Двокоординатний індикатор (XY Graph) - графічний індикатор, який відображає функціональні залежності. Для відображення на даному індикаторі масиву точок з довільними координатами по осях необхідно сформувати масив кластерів або об'єднати два масиви X і Y у кластер. Якщо необхідно сформувати два чи більше графіків, слід використати функцію Build Array (Functions→Array) для формування масиву кластерів.

Intensity Graph



Intensity Chart



Індикатор інтенсивності (Intensity Graph and Chart) - графічний індикатор, який відображає двовимірний масив даних у вигляді графіка інтенсивності, де кожне число відповідає визначеному кольору. Положення даного кольору на графіку визначається індексами елемента в масиві. На шкалі інтенсивності (Ramp) відображаються три кольори: чорний, який відповідає нижній половині діапазону; синій, який відповідає верхній половині діапазону; білий, який відповідає перевищенню діапазону.

Digital Waveform Graph



Індикатор графіка цифрової осцилограми (Digital Waveform Graph) - графічний індикатор, який відображає масиви цілих чисел у вигляді діаграм логічних сигналів, які відповідають двійним розрядам чисел. Індикатор трьохвимірної поверхні



(3D Surface Graph) - графічний індикатор, який відображає двовимірні дані у вигляді поверхні на тривимірному графіку.



Індикатор трьохвимірний параметричний (3D Parametric Graph) - графічний індикатор, який відображає дані за допомогою трьох двовимірних масивів, які характеризуються проекціями графіка на площинах x, y, z.



Індикатор трьохвимірної кривої (3D Curve Graph) - графічний індикатор, який використовується для відображення даних у вигляді просторової кривої.

За допомогою графічних індикаторів у LabVIEW можна створити ВП для спектрального аналізу сигналів. Ми розробили віртуальний пристрій (рис. 8), який генерує чотири види сигналів (синусоїдний, прямокутний, трикутний і пилкоподібний), видає на віртуальний осцилограф залежність амплітуди від часу, а на аналізатор спектру – залежність амплітуди від частоти.

### Завдання 1. Побудова графічної залежності зміни в часі випадкової величини

Waveform Chart

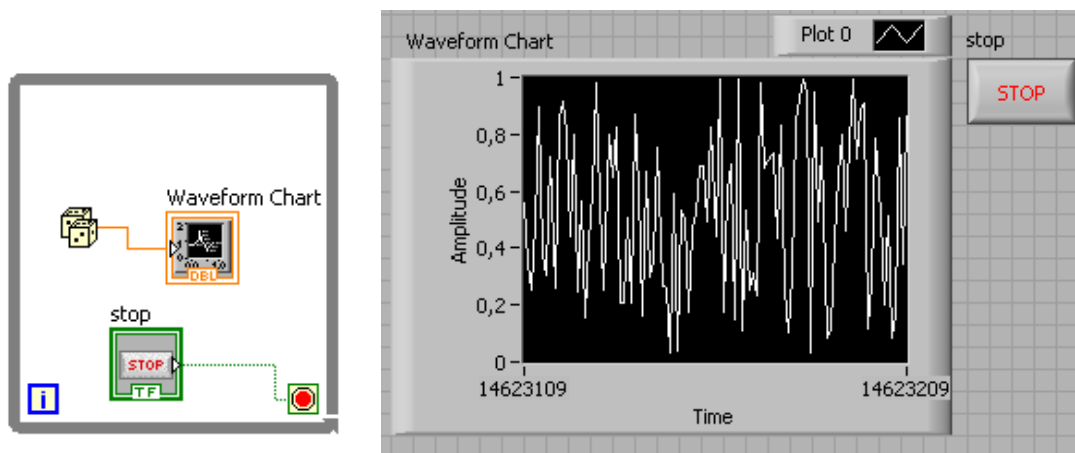


Індикатор діаграм (Waveform Chart) – графічний індикатор, який імітує роботу самописця, відображаючи всю послідовність отриманих даних. Дані, які надходять нумеруються по осі абсцис цілими числами. Для створення діаграм достатньо з'єднати поле виводу скалярної величини з терміналом даних графіка діаграм (рис. 8). Використано структуру циклу While (Functions→Structures→While Loop) та кнопку Stop (палітра Controls-Buttons) для керування циклом (зупинки).



- випадкове число в діапазоні (0-1) (Random Number(0-1)), Функція генерує випадкове число з рівномірними амплітудним розподіленням в діапазоні (0-1).

Графік діаграм може відображати декілька графіків. Для об'єднання даних використовується функція Bundle, яка розташована в палітрі Functions→Cluster.



**Рис. 8.** ВП з використанням індикатора діаграм: блок-діаграма та передня панель

#### Додаткове завдання

Модифікувати ВП із завдання 1 таким чином, аби випадкова величина змінювалася в межах 100...200.

### Завдання 2. Побудова графічних залежностей гармонічних сигналів з використанням елементарних математичних і тригонометричних функцій

Waveform Graph



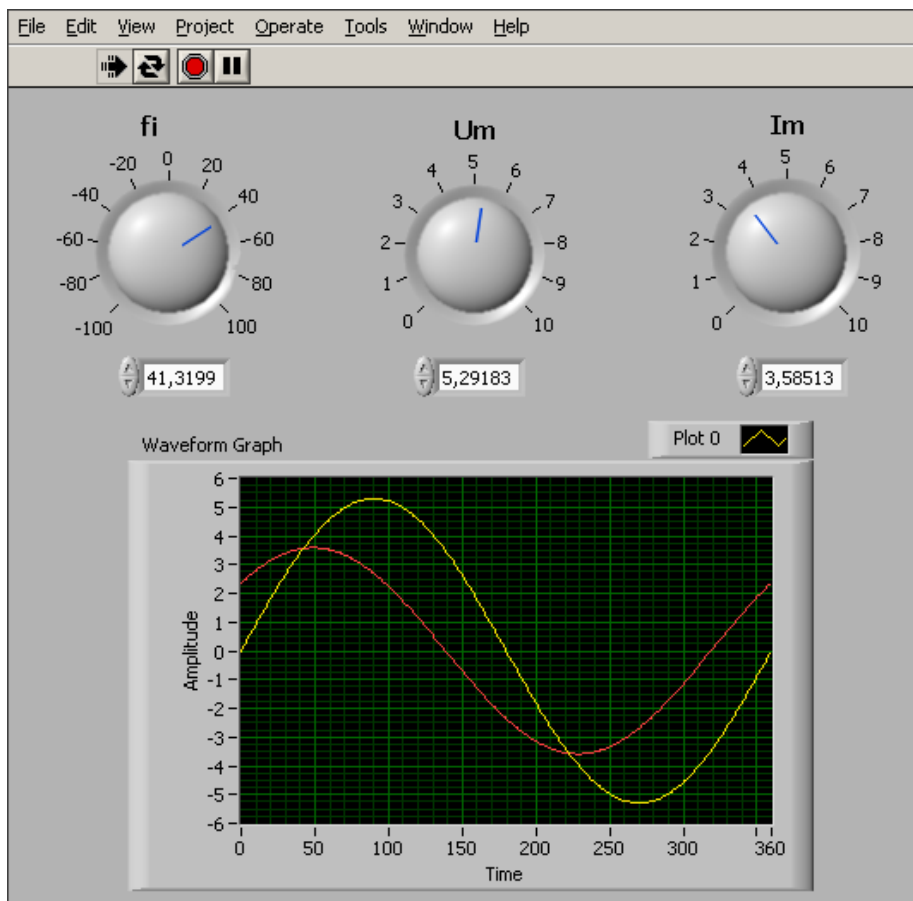
Індикатор осцилограм (Waveform Graph) – графічний індикатор, який імітує роботу осцилографа. Він приймає вхідні дані у вигляді масиву чисел і відображає їх із заданим кроком ( $\Delta x$ ) і з заданою початковою точкою  $x_0$ . Для розгортки в реальному часі, крок  $\Delta x$  можна задати за допомогою таймера (Functions→Time & Dialog).

Індикатор осцилограм може відображати як одну осцилограму, так і декілька одночасно. Одиначний графік осцилограм працює з одновимірними масивами і представляє дані масиву у вигляді точок на графіку.

Для прикладу складемо блок-діаграму для моделювання двох синусоїдних величин (такими величинами в радіофізиці можуть бути, наприклад, напруга і струм) з використанням синусоїдних функцій і циклу For Loop.

Розглянемо розрахунок синусоїдних функцій на протязі періоду з періодом 1 градус, з кількістю точок на період  $N = 360$ .

Передня панель приладу матиме вигляд, показаний на рис. 9.



**Рис. 9.** Передня панель приладу, що будує графіки двох гармонічних сигналів із заданим зсувом фаз.

Цикл викликається на панелі блок-діаграму: Functions→Structures→For Loop.

Усередині циклу слід помістити іконки синусоїдних функцій, одна з яких відповідатиме напрузі, а інша – струмові (Functions→Mathematics→Elementary & Special Functions→Trigonometric Functions→Sine). На їх входи подаються значення кутів в радіанах. Якщо значення кутів представлені в градусах, то їх потрібно перевести в радіани за формулою:

$$\varphi_{\text{рад}} = \pi \varphi_{\text{град}} / 180$$

Кількість розрахунків за один період в нашому випадку  $N = 360$  (до терміналу  $N$  потрібно підключити константу з числом 360). Параметр циклу  $i$  (буква синього кольору у рамці) відповідає кількості градусів  $i = \varphi_{\text{рад}}$  і змінюється від 0 до 360.

Початкова фаза задається додаванням потрібної кількості градусів до параметра  $i$ .

Вихідні величини синусоїдних функцій домножуються відповідно на амплітудні значення напруги і струму і спостерігаються на віртуальному осцилографі (рис. 10).

У завданні пропонується розробити ВП для одночасного спостереження двох синусоїдних функцій – віртуальний двоканальний осцилограф. Для цього на лицьовій панелі викликається осцилограф Waveform Graph і на ньому встановлюється другий графік – для цього потрібно інструментом «переміщення» розтягнути вікно Plot по вертикалі. Після цього натиском ПКМ на іконці осцилографа на панелі блок-діаграм викликається функція масиву Array Tools→Build Array, яка необхідна для об'єднання двох сигналів на виході осцилографа. Цю функцію масиву потрібно розтягнути по вертикалі так, щоб вона мала два входи.

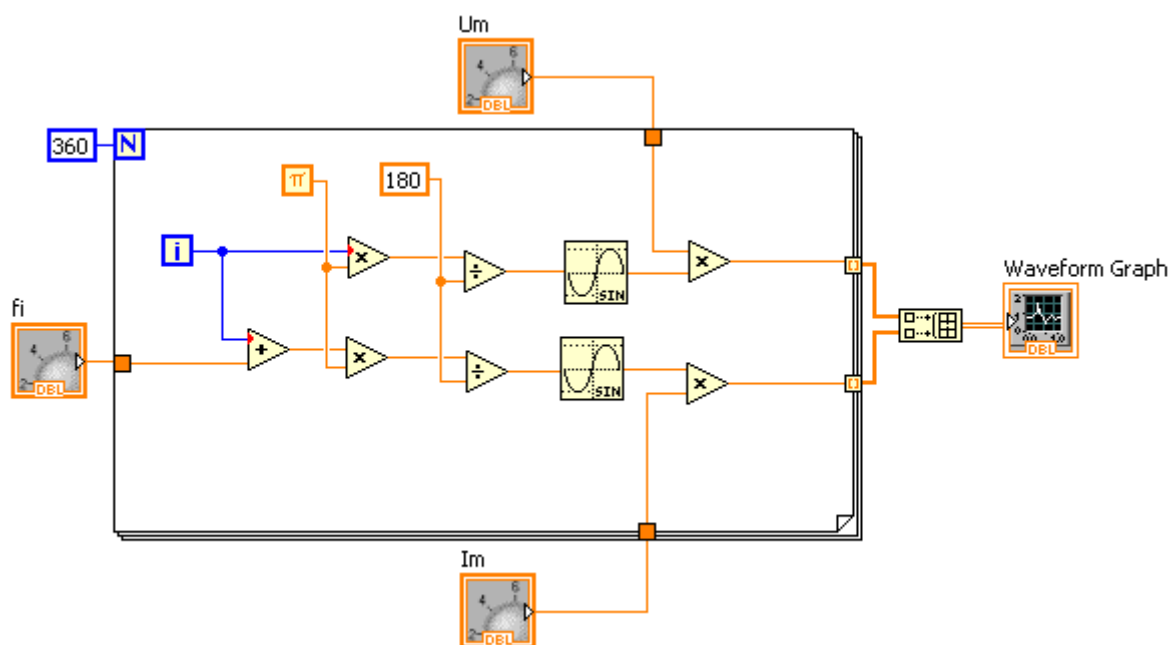


Рис. 10. ВП з використанням індикатора осцилограм

Створений ВП слід запустити на виконання та побудувати криві струму і напруги при різних фазових зсувах.

#### Додаткові завдання

1. Побудувати графіки гармонічного сигналу протягом кількох періодів.
2. Побудувати графік синусоїдального сигналу з додаванням шуму (амплітуда шуму повинна становити 10% від амплітуди сигналу).
3. Розробити суб-ВП (див. методику, описану в лабораторній роботі №1) на основі ВП із завдання 2. Суб-ВП повинен мати два входи амплітуди (для струму і напруги), вхід зсуву фаз між ними, та два виходи на які подаються масиви значень розрахованих величин.