

УДК 534.3

**О.В. Коржик**, д.-р. техн. наук, **Я.Л. Сичков**, **І.А.Третьяков**, **Е.С. Швець**Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,  
вул. Політехнічна, 16, корпус 12, м. Київ, 03056, Україна.

## Використання графічного програмування для організації аналізаторів спектру паралельного типу

Для створення проекту широкосмугового аналізатора спектру паралельного типу в діапазоні звукових частот застосовано основні принципи графічного програмування середовища LabView. Частотні канали аналізатора подано в традиційному для акустичних вимірювань вигляді – у вигляді октавних, напівоктавних та третиннооктавних фільтрів.

В проекті передбачена система калібрування та налаштування аналізатора з використанням тонального та шумоподібного калібруючих сигналів, а також передбачена можливість індикації результатів в лінійному та логарифмічному масштабі. Бібл. 6, рис. 10.

**Ключові слова:** звуковий; спектральний аналіз; паралельний тип; діапазон частот хвиль; канал; фільтр; масштаб лінійний; масштаб логарифмічний.

### Вступ

Застосування в практичній акустиці частотно-вибіркових систем вимірювання характеристик шумоподібних та детермінованих сигналів викликано складним спектральним складом означених об'єктів вимірювань. При цьому найбільш поширеними є комбіновані спектри – у вигляді суміші, яка представляється комбінацією неперервних ділянок спектра та наявністю комбінації лінійчастих компонент [1,2] для певного широкого діапазону частот.

Така складність об'єкту вимірювань визначається широкосмуговістю реальних джерел звуку відповідо до їх фізичних властивостей, особливостей поширення, умов експлуатації, та вимірювань.

Традиційно застосовуються відомі аналізатори спектру паралельного типу 3347 та 3347 фірми «Брюль і К'єр», які використовуються для деталізації рівней спектральних компонент за інтегральними значеннями рівней шумових та шумоподібних сигналів, що виміряні шумомірами (наприклад, типу 2203, «Брюль і К'єр») в широких смугах з відповідною А, В чи С корекцією. Отже, на заміні апаратного парку вдається перспективним (вбачаючи, певні незручності розгортання в робоче положення,

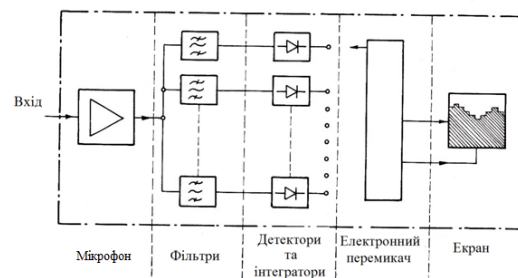
підключення комплексу вимірювальних приладів та обмеженість доступу до положень програмних засад спектроаналізуючої апаратури) відтворити вимірювальний пристрій (або сукупність вимірювальних пристроїв) в одному програмному проекті, виходячи з фізичних особливостей реалізації спектрального аналізу певного типу. Пропонується взяти за основу принцип організації спектрального аналізу паралельного типу. Зрозуміло, що використання саме такого принципу є лише з одних напрямків подальшого розвитку і вдосконалення віртуальних вимірювальних інструментів.

Таким чином, актуальність даної роботи визначається зростаючим сучасними вимогами до зручності та мобільності проведення акустичних вимірювань, а також прагненням до уніфікації та здешевлення необхідного набору вимірювальних приладів. При цьому мета роботи полягає у створенні програмного проекту звукового спектроаналізатора паралельного типу із залученням мови графічного програмування, як такої, що забезпечує створення відповідних програмних додатків.

Сподіваємось, що використання віртуальних спектроаналізуючих засобів дозволить уніфікувати процес вимірювання основних характеристик шумів та шумоподібних сигналів, виключивши розгортання приладів та устаткування на місці вимірювань та враховуючи специфіку об'єкту вимірювань.

### Розробка та описання програми

Застосуємо класичну схему аналізатора спектру паралельного типу [1,3], схема якого наведена на рис.1.



**Рис.1.** Схема аналізатора спектру паралельного типу

Для програмування обираємо середовище мови графічного програмування LabView. Вважатимемо, що задача програмування полягає у відтворенні функціональних елементів схеми (рис. 1) у вікні редагування діаграм BLOCK DIAGRAM в такому порядку і з такими властивостями, які забезпечать виконання певної дії у відповідності до зазначеної схеми. При цьому програма має містити елементи налаштування кожного з частотних каналів автономно. Інтерфейсна панель має мати графічні елементи управління програмою та бажані індикатори,

а елементи програми мають бути поєднані відповідними шляхами поширення даних (які аналогічні змінним середовища програмування).

Для програмування застосуємо наступні елементи:

- основні функціональні елементи (ФЕ) (рис.2);
- додаткові функціональні елементи (рис.3) ;
- провідники (рис.4) ;
- елементи управління (рис.5);
- логарифмічний підсилювач (рис.6);
- індикатори (рис.7).



Рис. 2. Зображення основних функціональних елементів

Номерами на рис.2 позначені такі елементи:

1. мікрофон;
2. джерело тестового сигналу (генератор тонального сигналу);
3. джерело тестового сигналу (генератор слабозабарвленого шуму);
4. фільтр – формувач робочої смуги аналізатора;
5. набір октавних (октавних, 1/2-октавних, 1/3-октавних) фільтрів;

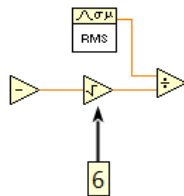


Рис. 3. Зображення додаткових функціональних елементів

6. квадратичний детектор (рис.3), інтегратор та пристрій обчислення середнього, що відтворюють ефективне значення напруги – (RMS);
7. комутатор (рис.5);
8. логарифмічний підсилювач (рис.6);
9. багтоканальний індикатор (рис.7).

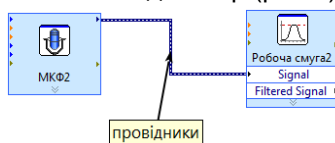


Рис. 4. Зображення провідників

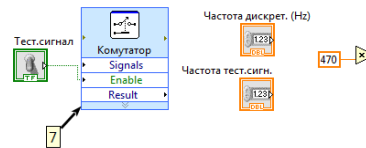


Рис. 5. Зображення елементів управління

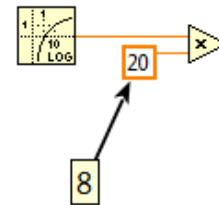


Рис. 6. Зображення логарифмічного підсилювача

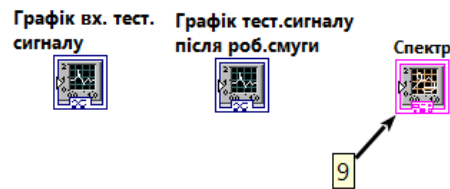


Рис. 6. Зображення індикаторів

В результаті виконання програми за заданою довжиною реалізації вхідного процесу, на відповідних індикаторах маємо спектральну густину амплітуд (амплітудний спектр) та спектральний рівень в робочій смузі аналізатора.

На рис. 8 та 9 для прикладу наведено результати відображення проходження тестових сигналів у вигляді слабозабарвленого шуму та

тонального неперервного сигналу, частота якого відповідає певній середній частоті одного із робочих фільтрів для октавної смуги.

Для зручності були додані перемикачі для роботи з необхідним типом сигналу (з МКФ/слабозабарвленим шумом/тональним).

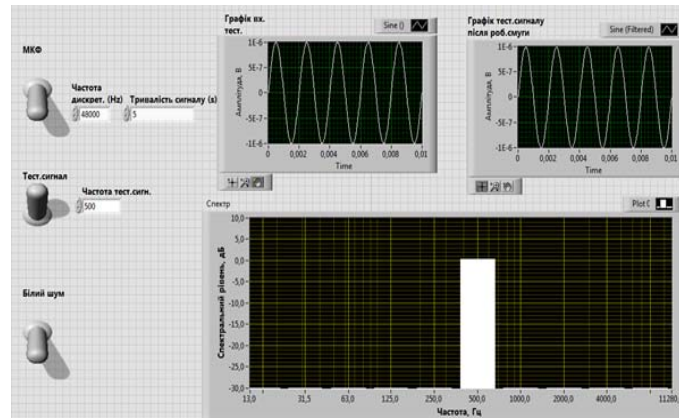


Рис. 8. Тестовий сигнал частотою 500 Гц

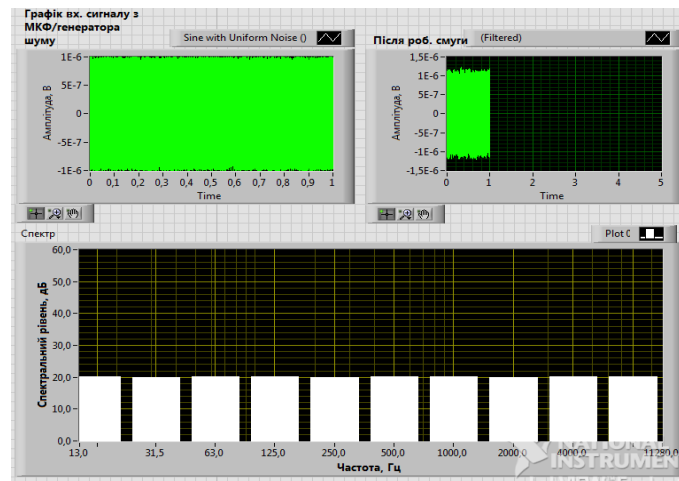


Рис. 9. Результуючі спектральні рівні амплітуд для набору октавних фільтрів

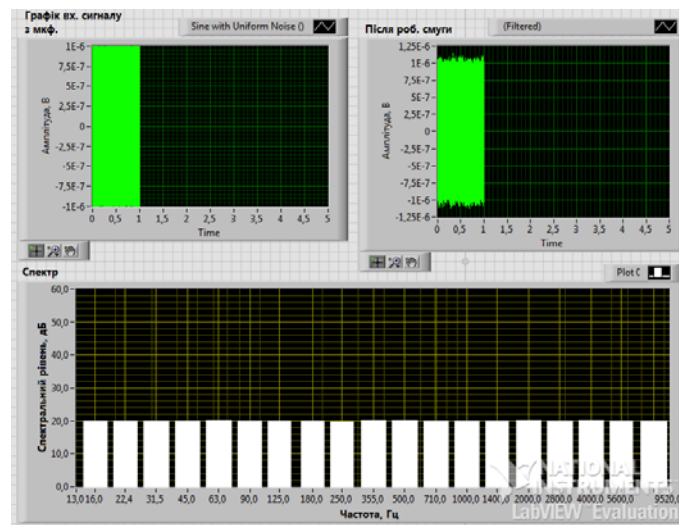


Рис. 10. Результуючі спектральні рівні амплітуд для набору напівоктавних фільтрів

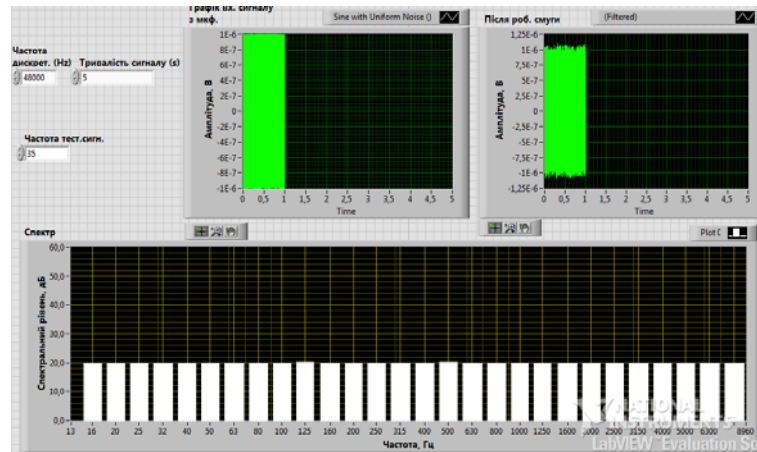


Рис. 11. Результуючі спектральні рівні амплітуд для набору третиннооктавних фільтрів

Зрозуміло, що за ідентичності коефіцієнтів передачі фільтрів та тракту в цілому для випадку тестування тональним сигналом сигнальним має виявитися той частотний канал, середня частота якого співпадатиме з частотою калібруючого тонального сигналу. При цьому напруги на виходах суміжних (несигнальних) каналів мають бути значно (на 20-26) дБ меншими ніж в сигнальному для даної частоти.

У випадку приведення результуючих напруг на виходах кожного з частотних каналів до смуги шириною 1 Гц (тобто, перехід до спектральних рівнів) амплітуди на вказаних виходах мають бути однаковими або мати незначну розбіжність (до 3 дБ). Як видно з рис. 9, зазначене цілком підтверджується отриманими розподіленнями.

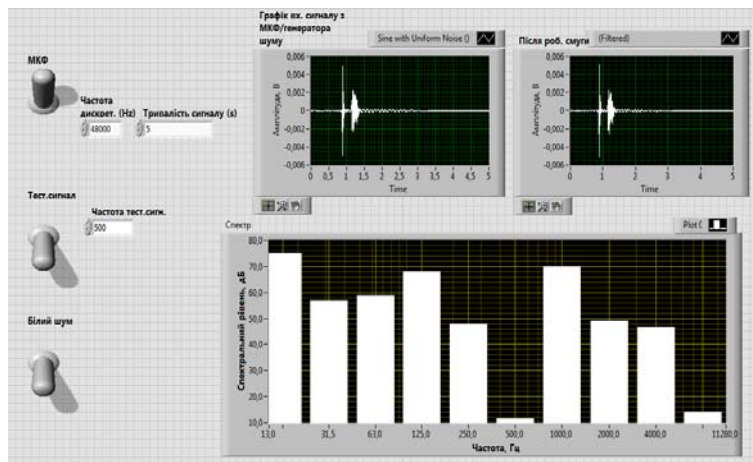


Рис.12. Результат фільтрації октавним фільтром сигналу з МКФ

Після виконання калібрування аналізатора засіб готовий для проведення опосередкованих вимірювань оточуючих акустичних шумів. Так на рис.12 приведені результуючі спектральні рівні вхідного сигналу на виході октавних фільтрів при подачі на їх вхід сигналу з не напрямленого мікрофону.

## Висновки

В результаті роботи із залученням мови графічного програмування середовища LabView розроблено програмне забезпечення у вигляді

VIRTUAL INSTRUMENT, що відтворює аналізатор спектру паралельного типу для звукового діапазону. При цьому віртуальний аналізатор працює з октавними, 1/2- октавними та 1/3 –октавними фільтрами та доповнений каналами та засобами калібрування по тональному сигналу та слабозабарвленому шуму.

## Список використаних джерел

1. Таранов Э.О., Тюрин А.М. Сташкевич А.П. Гидроакустические измерения в океанологии. – Л.: Гидрометеиздат.1972.- 326 с.

2. Дідковський В.С., Коржик О.В., Лейко О.Г. Шуми і вібрації: Підручник/ Дідковський В.С., Коржик О.В., Лейко О.Г. –К.: ТОВ Імекс ЛТД, 2010.-336 с.
3. Применение измерительных систем фирмы Брюль и Къер для измерений акустического шума. Копенгаген:,К.Ларсен и сын, 1971. – 224с.
4. Цифровая обработка сигналов в LabVIEW: учеб. пособие / под ред. В. П. Федосова. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 456 с.

Поступила в редакцию 11 октября 2015 г.

УДК 534.3

**О.В. Коржик**, д.-р. техн. наук, **Я.Л. Сычков**, **И.А.Третьяков**, **Э.С. Швец**

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»,

## **Использование графического программирования для организации анализаторов спектра параллельного типа**

*Для создания проекта широкополосного анализатора спектра параллельного типа в диапазоне звуковых частот применены основные принципы графического программирования среды LabView. Частотные каналы анализатора поданы в традиционном для акустических измерений виде - в виде октавных, полуоктавных и третьоктавных фильтров.*

*В проекте предусмотрена система калибрования и настройки анализатора с использованием тонального и шумоподобного калибрующих сигналов, а также предвиденна возможность индикации результатов в линейном и логарифмическом масштабе. Библ. 6, рис. 10.*

**Ключевые слова:** звуковой; спектральный анализ; параллельный тип; диапазон частот волн; канал; фильтр; масштаб линейный; масштаб логарифмический.

UDC 534.3

**O. Korzhik**, Dr.Sc., **Y. Sichkov**, **I. Tretyakov**, **E.Shvets**

National technical university of Ukraine «Kyiv polytechnic institute»,

Polytechnichna st., 16, building 12, Kyiv, 03056, Ukraine.

## **Use of the graphic programming for organization of analyzers of spectrum of parallel type**

*In this topics was used the main principles of graphic programming for the creation of wide-range spectrum parallel analyzer project for sound range frequencies. The graphic programming executed with the use of LabView programming environment. Realization of frequency channels is based on the use of traditional range frequencies – octave; 1/2- octave; 1/3- octave.*

*The project consist off the main working tuning-channel and two service-channels (for calibration by noise-similar and determination signals). The results of treatment and measurement are shown in linear and logarithmic scales. Bibl. 6, fig.10.*

**Keywords:** sound; spectral analysis; parallel type; range of frequencies of waves; channel; filter; linear scale; logarithmic scale.

### **References**

1. Taranov, E. O., Tyurin, A. M., Stashkevich, A. P. (1972). Hydroacoustic measurements in oceanology. Hydrometeoisdat. P. 326. (Rus)
2. Didkovskiy, V. S., Korzhik, O. V., Leiko, O. G. (2010). Noises and vibrations: Textbook. TOV Imeks LTD. P. 336. (Ukr)
3. The application of the Brüel and Kjaer measuring systems to acoustic noise measurements. (1971). Copenhagen: Brüel & Kjaer. P. 224.
4. Digital processing of signals in LabView: train aid/under a release of Fedosov V. P. (2007). DMK Press. P.456. (Rus)