

## ЗМІСТ

	Стр.
<b>ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС «ФРАКТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ» .....</b>	<b>3</b>
0.1 Функція Веєрштраса.....	5
0.2 Функція Такадзи.....	5
0.3 Конфігурація і системні вимоги.....	5
0.4 Вкладка «Функція Веєрштраса» .....	6
0.5 Вкладка «Функція Такадзи» .....	7
0.6 Демонстрація роботи комплексу .....	7
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ .....</b>	<b>10</b>

## ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС «ФРАКТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ»

Для торгівельних (фінансових) операцій на ринку Forex, як правило, використовується інформаційна платформа MetaTrader [1].



Рисунок 1 – Скріншот інтерфейса платформи MetaTrader

Для всебічного аналізу (у тому числі і прогнозування) кривої котирування заданої пари валют (наприклад, EUR/USD) трейдером (користувачем) використовуються різноманітні математичні інструменти, які реалізовані у програмному кодї платформи MetaTrader. Деякі відомі з них: метод золотого перетину, аналіз геометрії кривої, точки екстремуму і т.д. – рисунок 2. Безумовно, у програмному забезпеченні MetaTrader реалізовані алгоритми фрактального аналізу – рисунок 3.

Була поставлена і реалізована наступна задача: 1. розробити концепцію інформаційної технології, яка здійснює збір (введення числових даних), обробку (перевірка введених даних на унітарній процедурі множення і математичних

функціях), зберігання і видачу цифрової інформації (результатів обробки даних у заданих точках) на дисплей (екран) користувача; 2. створити програмний комплекс (як практичну реалізацію вказаної інформаційної технології) на JavaScript [2], в алгоритмічній основі якого закладені фрактальні функції Верштраха і Такадзи.

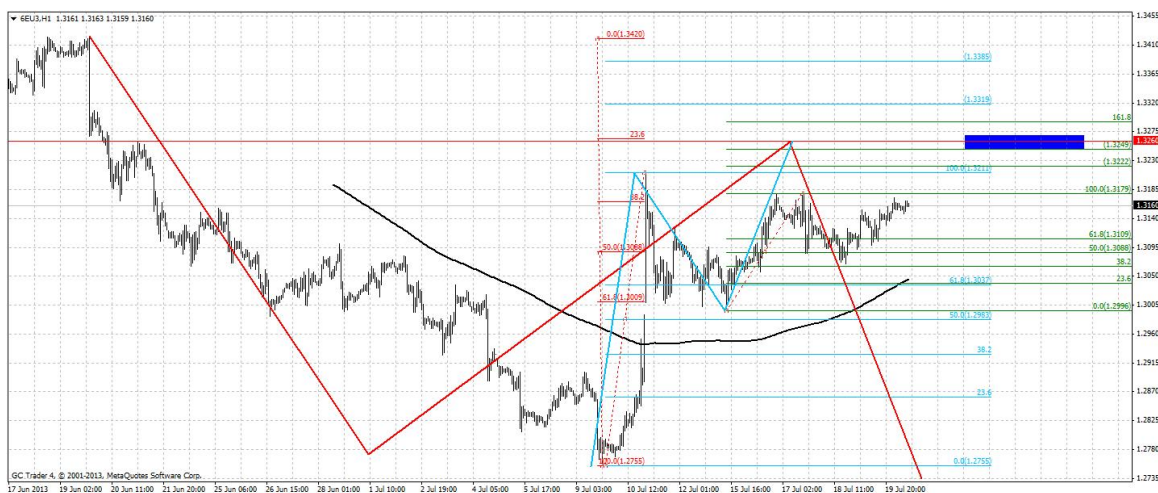


Рисунок 2 — Золотий перетин (червона горизонтальна лінія)



Рисунок 3 — Фрактальні маркери

Програмний комплекс «Фрактальний аналіз» функціонує незалежно від роботи платформи MetaTrader і є допоміжним інструментом у багатогранному аналізі поведінки (тренду) кривої котирування.

### 0.1 Функція Веєрштраса

Функція Вейерштрасса – приклад неперервної функції, яка ніде не має похідної; контрприклад для гіпотези Ампера [3]. Функція Веєрштраса задається на всій дійсній прямій єдиним аналітичним виразом:

$$W(x) = \sum_{n \geq 1} a^n \cos(b^n \pi x),$$

де  $0 < a < 1$ ,  $b > 1$ ,  $ab \geq 1$ .

### 0.2 Функція Такаджи

Функція Такаджи – приклад неперервної функції, яка ніде не має похідної. Функція Такаджи [3] задається на всій дійсній прямій єдиним аналітичним виразом:

$$T(x) = \sum_{n \geq 1} 2^{-n} \varphi(2^{n-1} x), \quad \varphi(x) = |x - [x + \frac{1}{2}]|.$$

### 0.3 Конфігурація і системні вимоги

Кросбраузерний [4] (<http://www.fractal.org.ua>) і кросплатформовий (Windows, Mac) програмний комплекс «Фрактальний аналіз» складається з двох інтерактивних вкладок: «Функція Веєрштраса» і «Функція Такаджи». Системні вимоги для Windows OS: від 7 версії (32/64 розрядність) і вище.

## 0.4 Вкладка «Функція Веєрштраса»

Вкладка «Функція Веєрштраса» (рис. 4) містить у собі (згідно п. 0.1) наступні логічні поля для введення і обробки числових значень:

- «Введіть значення  $0 < a < 1$ ,  $\max a = 0,99$ :»;
- «Введіть значення  $b > 1$ :»;
- «Введіть натуральне  $n$ :»;
- «Введіть значення  $x$ :».

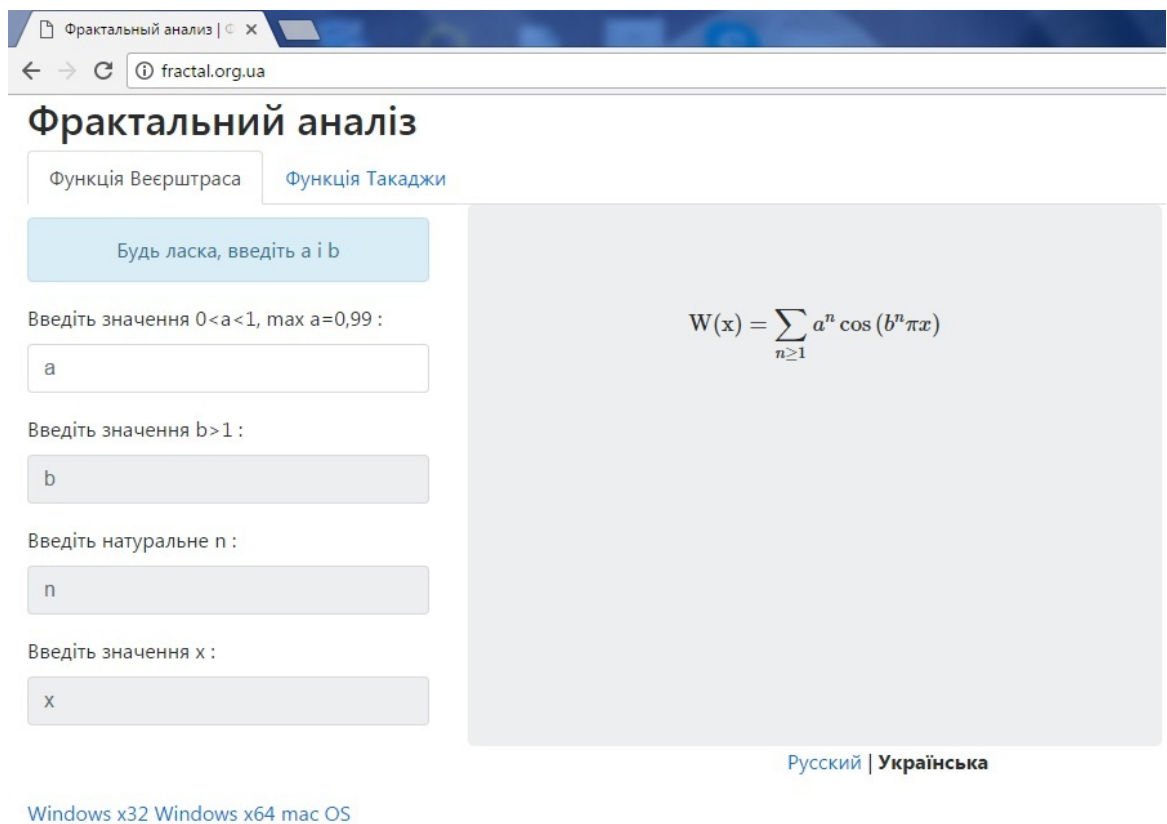


Рисунок 4 — Скріншот вкладки «Функція Веєрштраса»

У правому вікні вкладки здійснюється обробка результатів у шуканій точці  $x$ . На розсуд користувача існує можливість зміни введених числових даних у будь-якому порядку, а також вибір мови користування програмним комплексом («Русский | Українська»).

## 0.5 Вкладка «Функція Такаджи»

Вкладка «Функція Такаджи» (рис. 5) містить у собі (згідно п. 0.2) наступні логічні поля для введення і обробки числових значень:

- «Введіть натуральне  $n$ :»;
- «Введіть значення  $x$ :».

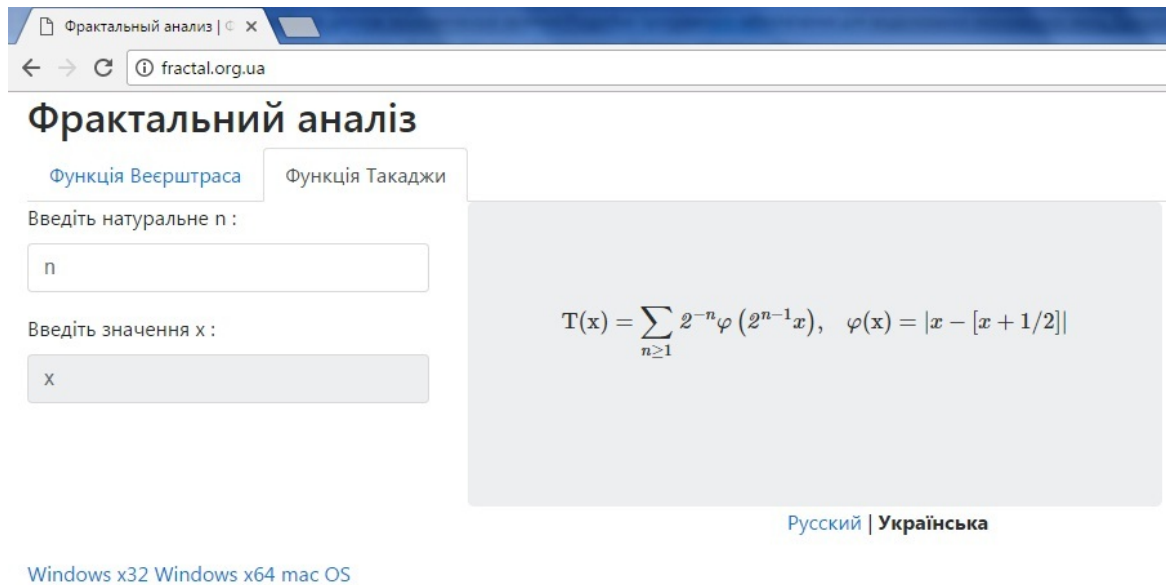


Рисунок 5 — Скріншот вкладки «Функція Такаджи»

У правому вікні вкладки здійснюється обробка результатів у шуканій точці  $x$ . На розсуд користувача існує можливість зміни введених числових даних у будь-якому порядку, а також вибір мови користування програмним комплексом («Русский | Українська»).

## 0.6 Демонстрація роботи комплексу

Здійснимо демонстрацію роботи комплексу для фрактальних маркерів кривої котирування EUR/USD (рис. 6). Виберемо (зафіксуємо) прямокутник на кривій котирування (білого кольору) – рисунок 7. Для вказаного прямокутника, згідно часової шкали і значень котирування, маємо:  $a = 0,99$ ,  $b = 3,75$ .



Рисунок 6 — Скріншот фрактальних маркерів

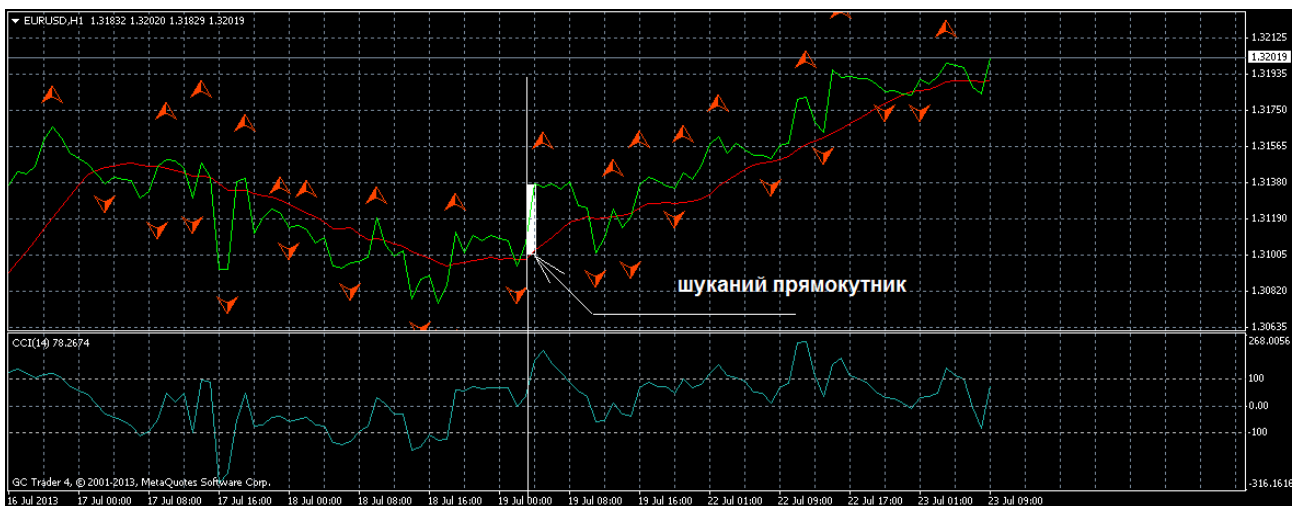


Рисунок 7 — Область аналізу

Застосуємо функцію Веєрштраса для параметрів  $n = 2, x = 1, 02$  – рисунок 8. Для вказаних параметрів шукане значення функції  $W(1, 02) = 1.306$ . Застосуємо функцію Такаджи для параметрів  $n = 13, x = 1, 02$  – рисунок 9. Для вказаних параметрів шукане значення функції  $T(1, 02) = 1.36$ . Відносна похибка між двома функціями складає  $\delta_1 = \frac{|1.306 - 1.36|}{1.36} \cdot 100\% \approx 3.97\%$ , відносна похибка між функцією Веєрштраса і кривою тренда  $\delta_2 = \frac{|1.306 - 1.313|}{1.313} \cdot 100\% \approx 0.53\%$ , відносна похибка між функцією Такаджи і кривою тренда  $\delta_3 = \frac{|1.36 - 1.313|}{1.313} \cdot 100\% \approx$

3.57%, що свідчить про високий рівень апроксимації.

← → ↻ fractal.org.ua

## Фрактальний аналіз

Функція Веєрштраса    Функція Такаджи

**a\*b повинно бути ≥ 1**  
Зараз **3.71**

Введіть значення  $0 < a < 1$ , max a=0,99 :

Введіть значення  $b > 1$  :

Введіть натуральне n :

Введіть значення x :


$$W(x) = \sum_{n \geq 1} a^n \cos(b^n \pi x)$$

**W(1.02)=1.3061297044737123**

Русский | Українська

Windows x32 Windows x64 mac OS

Рисунок 8 — Скріншот обробки для функції Веєрштраса

← → ↻ fractal.org.ua

## Фрактальний аналіз

Функція Веєрштраса    Функція Такаджи

Введіть натуральне n :

Введіть значення x :


$$T(x) = \sum_{n \geq 1} 2^{-n} \varphi(2^{n-1}x), \quad \varphi(x) = |x - [x + 1/2]|$$

**T(1.02)=1.3669335937500011**

Русский | Українська

Windows x32 Windows x64 mac OS

Рисунок 9 — Скріншот обробки для функції Такаджи



## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Веб-ресурс: <https://www.metaquotes.net/ru>
2. ECMAScript Language Specification, 2016. – 586с. – Режим доступу: <http://www.ecma-international.org/publications/files/ECMA-ST/Есma-262.pdf>
3. Ахромеева Т. С. Структуры и хаос в нелинейных средах / Т. С. Ахромеева, С. П. Курдюмов. – М: Физматлит, 2007. – 488 с.
4. Веб-ресурс: <http://www.fractal.org.ua>