

## Автоматизация фрактальной обработки результатов измерений

*О.Б. Бавыкин, В.С. Енин*

*Московский Политехнический, Москва*

**Аннотация:** В работе, на основе результатов предыдущих исследований программы Fractan, описана разработанная на языке VBA компьютерная программа фрактального анализа временного ряда результатов измерений. Разработана методика оценки точности предлагаемой программы. Результаты исследования разработанной компьютерной программы показали высокую точность заложенных в данную программу алгоритмов расчета показателя Херста.

**Ключевые слова:** Fractan, временной ряд, фрактальный анализ, фрактальная размерность, показатель Херста, R/S-анализ.

Ранее, в работе [1], было показано, что наиболее распространенной компьютерной программой фрактального анализа данных [2-5] является Fractan.

При этом проведенные исследования заложенных в программу алгоритмов R/S-анализа показали их низкую стабильность и точность.

Были предложены требования к альтернативной программе фрактального анализа и выбрана среда для ее разработки - Excel [6] или Calc.

В данной статье описывается разработанная компьютерная программа расчета показателя Херста для временного ряда из результатов измерений. Кроме того, исследуется точность предлагаемого программного продукта по разработанной методике.

Для разработки выбран визуальный язык программирования VBA [7-9].

Код загрузки временного ряда имеет вид:

```
Private Sub CommandButton2_Click()
```

```
'filename = GetFileName("Выберите текстовый файл", , "Текстовые  
файлы (*.txt),")
```

```
filename = GetFileName("Выберите текстовый файл", , "Текстовые файлы  
 (*.dat),")
```

```
' другие варианты вызова функции
```



```
' текстовые файлы, стартовая папка не указана
' ИмяФайла = GetFileName("Выберите текстовый файл", , "Текстовые
файлы (*.txt),")
' файлы любого типа из папки "C:\Windows"
' ИмяФайла = GetFileName(, "C:\Windows", "")
If filename = "" Then Exit Sub ' выход, если пользователь отказался от
выбора файла
MsgBox "Выбран файл: " & filename, vbInformation
Count = Cells(Rows.Count, 1).End(xlUp).Row
MsgBox Count
Range(Cells(2, 1), Cells(Count + 1, 1)).ClearContents
Set ImpRng = Cells(2, 1)
Open filename For Input As #1
z = 0
Do Until EOF(1)
    Line Input #1, Data
    Cells(2, 1).Offset(z, 0) = Data
    z = z + 1
Loop
Close #1
End Sub

Function GetFileName(Optional ByVal Title As String = "Выберите файл
для обработки", _
    Optional ByVal InitialPath, _
    Optional ByVal MyFilter As String = "Книги Excel (*.dat*),")
As String
    ' функция выводит диалоговое окно выбора папки с заголовком Title,
    ' начиная обзор диска с папки InitialPath
```

---

' возвращает полный путь к выбранной папке, или пустую строку в случае отказа от выбора

```
If Not IsMissing(InitialPath) Then
```

```
    On Error Resume Next: ChDrive Left(InitialPath, 1)
```

```
    ChDir InitialPath ' выбираем стартовую папку
```

```
End If
```

```
Res = Application.GetOpenFilename(MyFilter, , Title, "Открыть") ' 
```

Вывод диалогового окна

```
GetFileName = IIf(VarType(Res) = vbBoolean, "", Res) ' пустая строка
```

при отказе от выбора

```
End Function
```

```
Function ReadTXTfile(ByVal filename As String) As String
```

```
    Set fso = CreateObject("scripting.filesystemobject")
```

```
    Set ts = fso.OpenTextFile(filename, 1, True): ReadTXTfile = ts.ReadAll:
```

```
ts.Close
```

```
    Set ts = Nothing: Set fso = Nothing
```

```
End Function
```

```
Private Sub UserForm_Click()
```

```
End Sub
```

Для вычисления параметра  $H$  необходимо внести значения членов ряда в столбце «А». На следующем шаге нужно нажать на виртуальную кнопку на листе Excel (рис. 1). Далее появляется окно (рис. 2) с областью для внесения значения параметра  $\alpha$ .



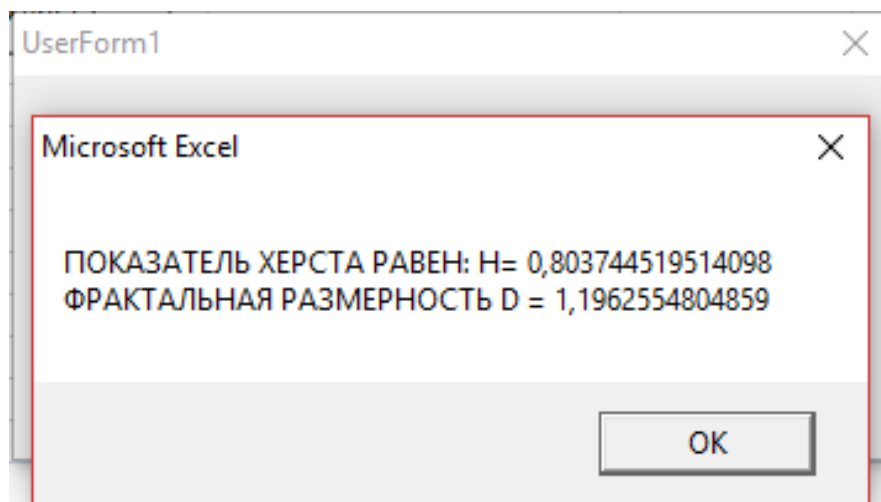


Рис. 3. - Расчет фрактальных показателей

Написанная компьютерная программа позволяет загружать в нее сторонние временные ряды с форматом файла \*.DAT. После загрузки подобного файла столбец «А» автоматически заполняется.

Для изучения точности фрактальной обработки информации в написанной программе была разработана следующая методика:

1) в программе Fractan генерировался временной ряд с заранее определенными исходными данными: длина временного ряда, среднее квадратическое отклонение, значения показателя Херста  $H=0.5$ .

2) полученный ряд с помощью программы Fractan сохраняется в отдельный текстовый файл в DAT формате. Этот файл состоит из колонки со значениями членов ряда.

3) открывается программа Excel и в нее загружается временной ряд.

4) рассчитывается показатель Херста.

5) пункты 1-4 повторяются для временного ряда с другими параметрами.

В таблице 1 показаны сравнительные результаты фрактальной обработки шести временных рядов в программе Fractan и в написанном программном продукте.

Таблица № 1

Сравнительные результаты фрактальной обработки временных рядов в программе Fractan и в написанном программном продукте

Параметры генерируемого гауссовского шума		Рассчитанное в программе Fractan значение показателя Херста	Рассчитанное значение показателя Херста в написанной программе
№	Среднее квадратическое отклонение		
1	25	0,5423	0,51845
2	100	0,4757	0,50273
3	500	0,3728	0,49946
4	1000	0,6641	0,51374
5	10	0,6633	0,50236
6	5	0,4265	0,51003

Из таблицы видно, что написанная программа выполняет фрактальную обработку более точно: рассчитанные значения показателя Херста сильнее приближаются к теоретическим по сравнению с результатами, полученными в программе Fractan (теоретическое значение для гауссовского шума составляет  $H=0.5$ )

Разработанная программа отличается простотой использования, быстротой вычислений и может быть использована в учебном процессе при реализации учебного курса «Методы фрактального анализа» наравне с другими современными образовательными технологиями [10].

### Литература

1. Бавыкин О.Б. Исследование точности фрактальной обработки данных в компьютерной программе Fractan // Инженерный вестник Дона, 2017, № 2. URL: [ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_108\\_bavykin.pdf\\_99b786585e.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_108_bavykin.pdf_99b786585e.pdf).
2. Mandelbrot B.B. Fractals // Encyclopedia of Physical Science and Technology, N.Y.: Academic Press, 1987. V.5. pp.579-593.



3. Гачаев А.М. О фрактальной структуре нефтегазовых месторождений //Инженерный вестник Дона, 2011, №1. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2011/392.

4. Бавыкин О.Б. Фрактальная многомерная шкала, предназначенная для управления режимом размерной ЭХО и оценки его выходных данных // Инженерный вестник, 2013. № 7. С. 1.

5. Feder J. Fractals // N.Y.: Plenum Pub. Corp., 1988. P. 310.

6. Заляжных В.В. Excel в статистическом моделировании. URL: arhiuch.ru/st1.html.

7. Мисюра В.В., Пономарева Е.И. Программный модуль для решения задачи выбора наилучшего перевозчика в транспортной логистике //Инженерный вестник Дона, 2013, №4. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\_97A\_Misyura.pdf\_2206.pdf.

8. Григорчук С.Е. Алгоритм решения «задачи о зачислении» //Инженерный вестник Дона, 2013, №4. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/R\_138\_grigorchuk.pdf\_2158.pdf.

9. Акулов Л.Г., Будко Р.Ю., Вишневецкий В.Ю., Ледяева В.С. Структурное проектирование информационно-измерительных систем для исследования биопотенциалов //Инженерный вестник Дона, 2012, №4. URL: ivdon.ru/uploads/article/doc/IVD\_23\_Akulov.doc\_1476.doc.

10. Бавыкин О.Б. Применение в образовании специализированных компьютерных программ «NOVA» и «MYTESTX» // IDO Science, 2011. - № 1. - С. 10-11.

### References

1. Bavykin O.B. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2017, №2. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\_108\_bavykin.pdf\_99b786585e.pdf.



2. Mandelbrot B.B. Fractals. Encyclopedia of Physical Science and Technology, N.Y.: Academic Press, 1987. pp. 593.
3. Gachaev A.M. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2011, №1. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n1y2011/392](http://ivdon.ru/magazine/archive/n1y2011/392).
4. Bavykin O.B. Inzhenernyj vestnik (Rus),. 2013. № 7. P. 1.
5. Feder J. Fractals. N.Y.: Plenum Pub. Corp., 1988. P. 310.
6. Zalyazhnykh V.V. Excel v statisticheskom modelirovanii [Excel in statistical modeling]. URL: [arhiuch.ru/st1.html](http://arhiuch.ru/st1.html).
7. Misyura V.V., Ponomarev E.I. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №4. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n1y2011/392](http://ivdon.ru/magazine/archive/n1y2011/392).
8. Grigorchuk S.E. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №4. URL: [ivdon.ru/uploads/article/pdf/R\\_138\\_grigorchuk.pdf\\_2158.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/R_138_grigorchuk.pdf_2158.pdf).
9. Akulov L.G., Booth R.Y., Vishnevetsky V.Yu., Ledyayev V.S. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №4. URL: [ivdon.ru/uploads/article/doc/IVD\\_23\\_Akulov.doc\\_1476.doc](http://ivdon.ru/uploads/article/doc/IVD_23_Akulov.doc_1476.doc).
10. Bavykin O.B. IDO Science. 2011. № 1. pp. 10-11.