

УДК 330.4 JEL C02

UDC 330.4 JEL C024

5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы в экономике (физико-математические науки, экономические науки)

5.2.2. "Mathematical, statistical and instrumental methods in economics" (physical and mathematical sciences, economic sciences)

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ R/S-АНАЛИЗА С ГИБКИМ УПРАВЛЕНИЕМ ПАРАМЕТРАМИ СКОЛЬЗЯЩИХ ОКОН И ОЦЕНКОЙ РИСКОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

SOFTWARE IMPLEMENTATION OF R/S ANALYSIS WITH FLEXIBLE CONTROL OF SLIDING WINDOW PARAMETERS AND RISK ASSESSMENT

Попова Маргарита Игоревна
Старший преподаватель
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»,
Краснодар, Россия

Popova Margarita Igorevna
Senior lecturer
Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, Russia

Харитонов Никита Андреевич
магистрант
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»,
Краснодар, Россия

Kharitonov Nikita Andreevich
Master's student
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trublin, Krasnodar, Russia

Копытов Павел Геннадьевич
магистрант
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»,
Краснодар, Россия

Kopytov Pavel Gennadievich
Master's student
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trublin, Krasnodar, Russia

В работе представлена разработанное программное решение, направленное на развитие методической базы фрактального анализа. Ее функциональные возможности обеспечивают автоматизированный расчет показателя Херста и сравнительную оценку разных временных отрезков в рамках единой рабочей сессии. Практическая значимость разработки состоит в значительном сокращении трудозатрат и повышении достоверности выявления свойства долговременной памяти в анализируемых рядах. В сравнении с распространенными аналитическими платформами, данное решение предлагает уникальный функционал: гибкое управление параметрами «скользящих окон» и произвольный выбор сегментов последовательностей без предварительного ручного разделения исходного файла данных. Это дает возможность оперативно выявлять структурные изменения и оценивать устойчивость фрактальных параметров на различных участках ряда, что является важным при анализе нестационарных процессов в экономических и природных системах. Реализация системы на базе фреймворка Streamlit обеспечивает ее общедоступность и

The article presents a developed software solution aimed at developing the methodological base of fractal analysis. Its functionality provides an automated calculation of the Hearst index and a comparative assessment of different time periods within a single working session. The practical significance of the development consists in a significant reduction in labor costs and an increase in the reliability of identifying the properties of long-term memory in the analyzed series. In comparison with common analytical platforms, this solution offers a unique functionality: flexible control of the parameters of "sliding windows" and an arbitrary selection of sequence segments without first manually splitting the source data file. This makes it possible to quickly identify structural changes and assess the stability of fractal parameters in various parts of the series, which is important when analyzing non-stationary processes in economic and natural systems. The implementation of the system based on the Streamlit framework ensures its accessibility and cross-platform compatibility, eliminating the traditional barriers associated with the need to install specialized software

кроссплатформенность, устраняя традиционные барьеры, связанные с необходимостью установки специализированного программного обеспечения

Ключевые слова: R/S-АНАЛИЗ, ПОКАЗАТЕЛЬ ХЕРСТА, ДОЛГОСРОЧНАЯ ПАМЯТЬ, ПЕРСИСТЕНТНОСТЬ, ФИНАНСОВЫЕ ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ, ФРЕЙМВОРК STREAMLIT, СКОЛЬЗЯЩИЕ ОКНА

Keywords: R/S ANALYSIS, HURST INDEX, LONG-TERM MEMORY, PERSISTENCE, FINANCIAL TIME SERIES, STREAMLIT FRAMEWORK, SLIDING WINDOWS

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-220-034>

Введение

В исследованиях экономических и природных процессов существенное значение имеет изучение динамических рядов данных, часто характеризующихся сложной нелинейной динамикой, неподвластной адекватному моделированию традиционными линейными методами [1]. Фундаментальным свойством, определяющим внутреннюю организацию такого ряда, является степень его долгосрочной зависимости, или «долговременной памяти», отражающей влияние исторических значений на текущий уровень. Для количественного измерения данной величины применяется показатель Херста (H), вычисляемый посредством методологии анализа нормированного размаха (R/S-анализ).

Создание специализированного программного обеспечения для R/S-анализа приобретает особую значимость в свете потребности в высокоскоростной обработке значительных объёмов информации и обеспечении адаптивной настройки исследовательских критериев. Многие из доступных аналитических систем, как отмечается в ряде исследований [2-8], зачастую нуждаются в трудоёмкой первичной подготовке данных либо не поддерживают функцию сопоставительного изучения отрезков временного ряда (ВР) без обязательной сегментации исходного массива. Вследствие указанных ограничений, целью данной работы является представление разработанной авторской веб-ориентированной информационно-аналитической платформы, которая воплощает алгоритм

<http://ej.kubagro.ru/2026/06/pdf/34.pdf>

R/S-анализа, дополненный расширенными возможностями по управлению параметрами скользящих окон и селективному выделению анализируемых подпоследовательностей и сравнительной оценкой их динамики. Подробное описание системы от выбранных инструментов, архитектуры, алгоритмов до демонстрационных и аналитических особенностей разработанной информационной системы выступает в качестве задач настоящей работы. Отметим, что создание такой информационной системы имеет прикладное значение для повышения достоверности принимаемых решений в условиях неопределенности.

Методы и результаты исследования

Предлагаемая авторами информационная система представляет собой веб-ориентированный программный модуль, разработанный на языке Python с использованием библиотеки Streamlit. Система предназначена для автоматизации процесса R/S-анализа и визуализации фрактальных характеристик ВР.

Архитектура программного модуля включает три функциональных блока: блок предобработки данных, вычислительный блок и блок визуализации результатов. Взаимодействие пользователя с системой осуществляется через веб-интерфейс, обеспечивающий загрузку данных и настройку параметров анализа в режиме реального времени.

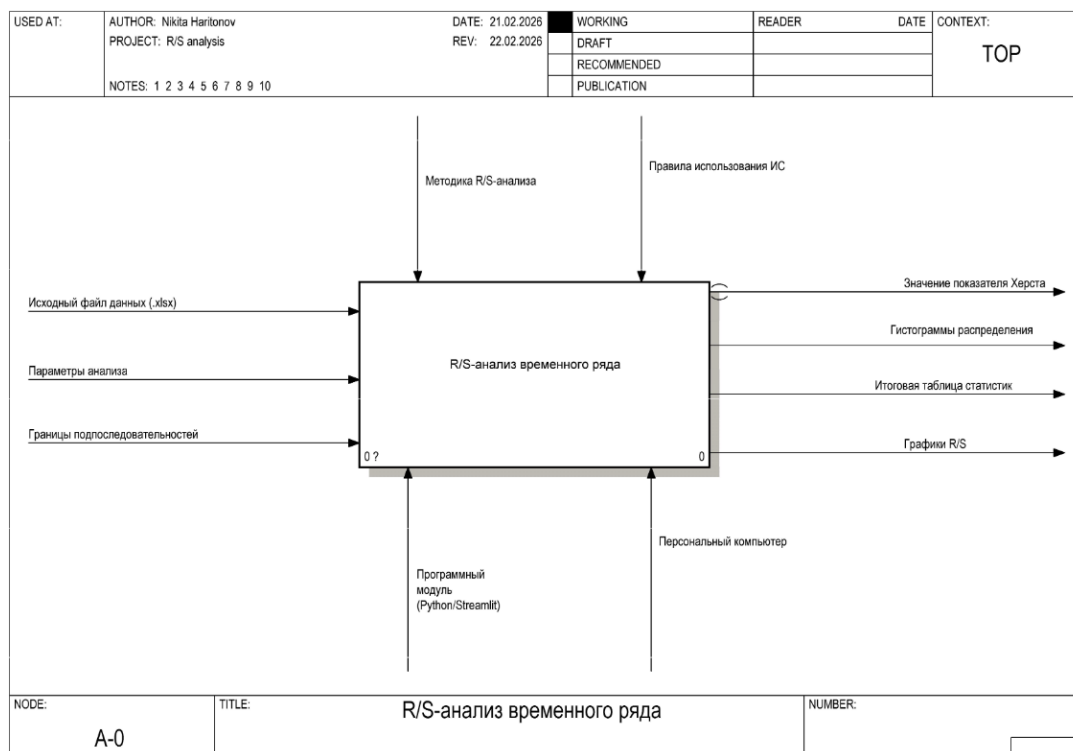


Рисунок 1 – Контекстная диаграмма процесса R/S-анализа

Для формализации процессов обработки данных и визуализации алгоритма работы разработанной системы построена функциональная модель в нотации IDEF0. Данная методология позволяет структурно отобразить входные данные, управляющие воздействия, механизмы и результирующие показатели. На рис. 1 представлена контекстная диаграмма уровня A-0, описывающая систему в целом как единый функциональный блок.

Для детализации процессов произведена декомпозиция блока A-0 на три функциональных блока (рис. 2).

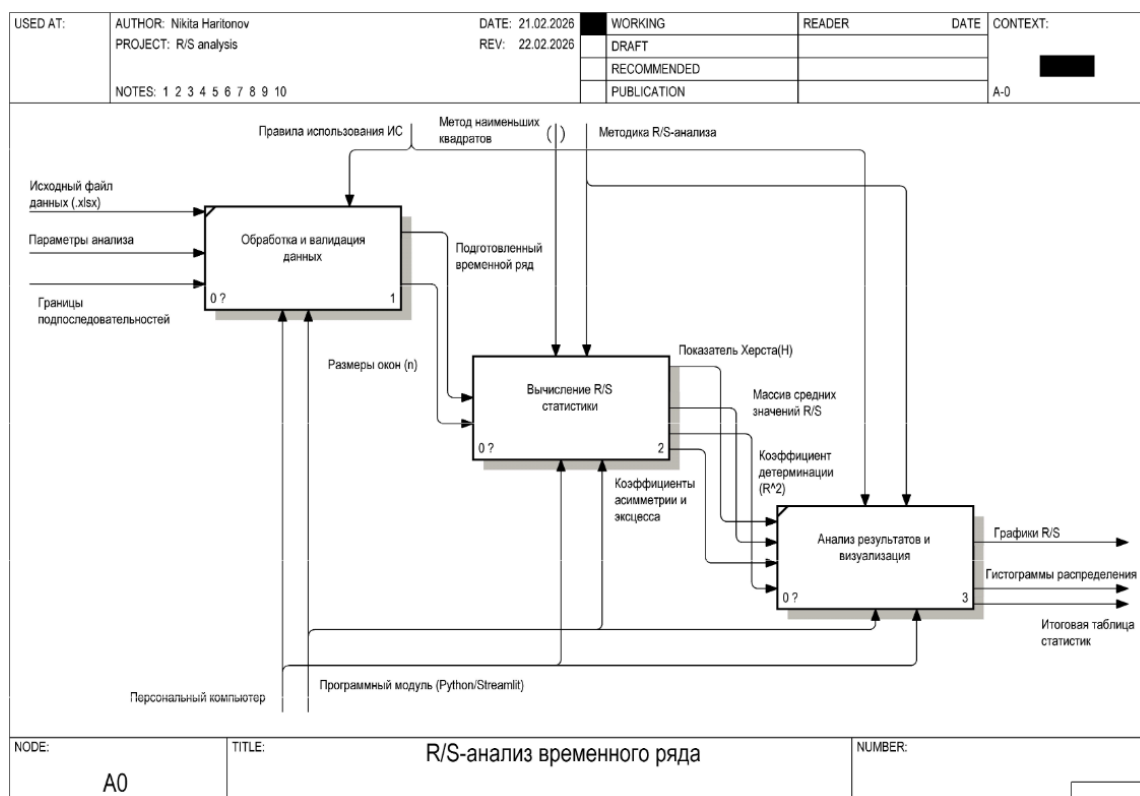


Рисунок 2 – Декомпозиция процесса R/S-анализа (Уровень A0)

Первый блок «Обработка и валидация входных данных» (A1) отвечает за предварительный анализ загруженных файлов: осуществляется процесс очистки данных от нечисловых значений, проверка достаточности длины ряда для выбранных размеров окон и удаление «хвостов» данных, не кратных размеру окна.

Второй блок «Вычисление R/S статистики» (A2) реализует основной вычислительный алгоритм. В рамках данного блока производится разбиение ряда на окна, расчет локальных статистик, вычисление показателя Херста (H) и коэффициента детерминации (R²), а также расчет статистик распределения рисков (асимметрия и эксцесс).

Третий блок «Анализ результатов и визуализация» (A3) формирует итоговый результат. На этом этапе производится построение графиков R/S-анализа и гистограмм распределения, формирование сводных таблиц и экспорт результатов в формат Excel.

Блок A2 является ключевым вычислительным модулем. Для его детализации построена диаграмма второго уровня (рис. 3), включающая пять функциональных блоков. Первый блок «Формирование подвыборок» (A21) отвечает за разбиение ряда на непересекающиеся отрезки в соответствии с заданными размерами окон.

Во втором блоке «Расчет локальных статистик» (A22) вычисляются размах (R) и стандартное отклонение (S) для каждого подпериода.

В третьем блоке «Вычисление нормированного размаха» (A23) на основе полученных значений R и S рассчитывается отношение R/S и определяется его среднее значение для каждого размера окна.

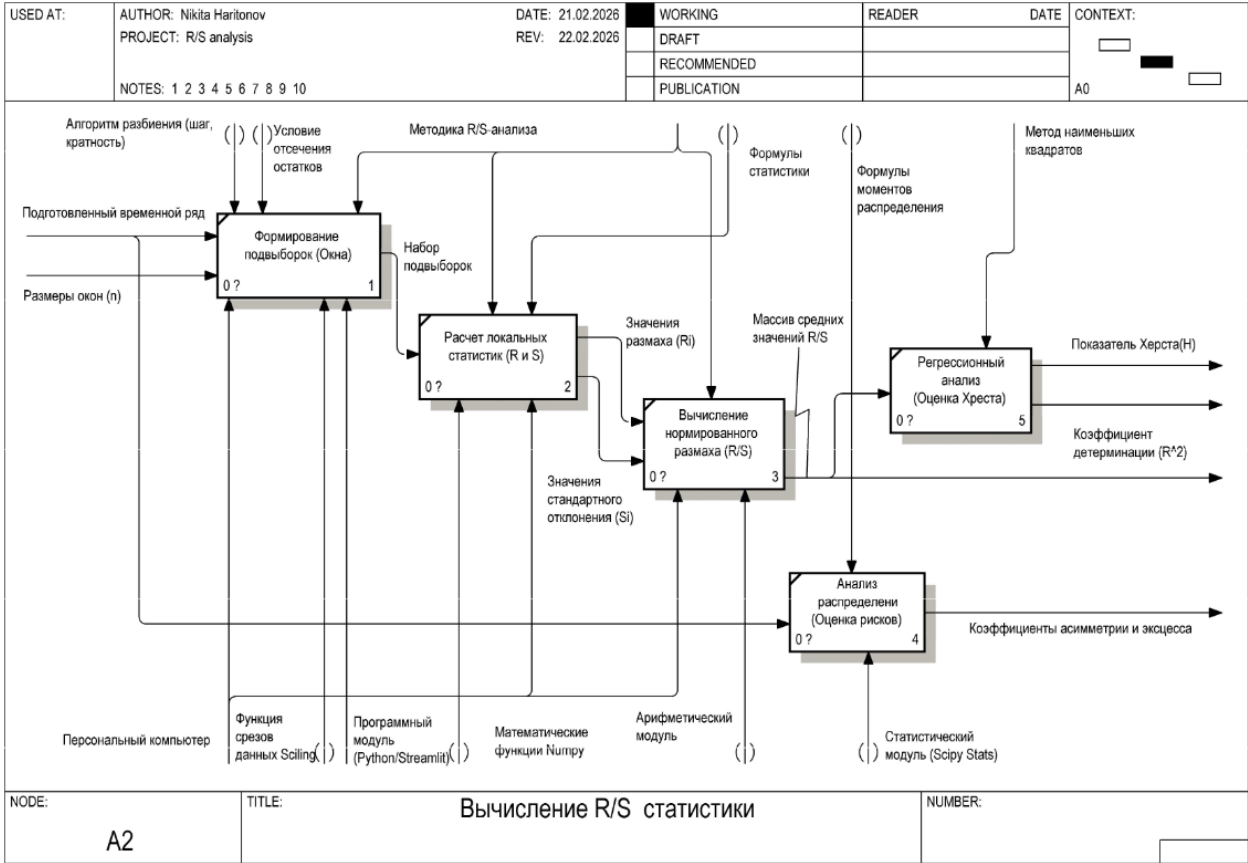


Рисунок 3 – Декомпозиция вычислительного алгоритма R/S-анализа

Четвертый блок «Регрессионный анализ» (A24) выполняет построение линейной регрессии в логарифмических координатах, определение показателя Херста и оценку качества аппроксимации через коэффициент детерминации R^2 .

Пятый блок «Анализ эмпирических функций распределения» (A25) предназначен для расчета коэффициентов асимметрии и эксцесса по логарифмическим доходностям, когда анализируются временные ряды цен акций.

У разработанной системы есть несколько практических особенностей. Прежде всего она подстраивается под структуру входных данных. Если в загруженном файле несколько числовых столбцов, запускается режим сравнительного анализа активов; если столбец один, система переходит к анализу временных периодов. За счет этого один и тот же инструмент можно применять и для сопоставления нескольких активов, и для изучения поведения одного ряда на разных участках.

Кроме того, в систему включен блок предварительной статистической диагностики. Помимо показателя Херста, программа вычисляет асимметрию и эксцесс, а также строит гистограммы распределения логарифмических доходностей. Это помогает понять, насколько распределение исследуемого ряда отличается от нормального закона.

Для оценки надежности результата дополнительно рассчитывается коэффициент детерминации R^2 для линии тренда в логарифмических координатах. Чем ближе его значение к единице, тем увереннее можно судить о качестве аппроксимации и полученной оценке показателя Херста.

Результаты выводятся в наглядной форме: формируется Excel-отчет с итоговыми таблицами, гистограммами и графиками зависимости R/S от n .

Ниже подробнее рассмотрим алгоритм, реализованный в системе. Вычисления идут по двум направлениям: отдельно оцениваются характеристики распределения и отдельно определяются фрактальные параметры ряда.

Для оценки риска и проверки распределения сначала рассчитываются логарифмические доходности ряда:

$$r_t = \ln \left(\frac{X_t}{X_{t-1}} \right) \quad (1)$$

По полученному ряду определяются коэффициенты асимметрии и эксцесса. Асимметрия показывает, в какую сторону смещено распределение, а эксцесс отражает выраженность «тяжелых хвостов» и вероятность резких отклонений.

Далее выполняется основная часть вычислений — классический R/S -анализ. Для временного ряда X и выбранного набора окон n последовательно выполняются следующие действия.

Математическая основа R/S -анализа связана с оценкой роста размаха накопленных отклонений временного ряда [9-12].

Пусть задан временной ряд

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_N\}, \quad (2)$$

то есть последовательность значений исследуемого показателя, например объемов продаж, цен или биржевых котировок. Анализ проводится для набора масштабов n , которые задают размеры окон.

Для каждого выбранного размера окна выполняются одинаковые шаги:

Сначала временной ряд разбивается на k непересекающихся подпериодов длиной n .

Затем для каждого подпериода i ($i = 1, \dots, k$) вычисляется среднее значение m_i и строится ряд накопленных отклонений от среднего:

$$Z_t = \sum_{i=1}^t (x_i - m) \quad (3)$$

Этот ряд описывает, как внутри выбранного интервала накапливаются отклонения относительно среднего уровня. По его максимуму и минимуму можно судить о разбросе значений внутри окна.

После этого размах R для каждого подпериода определяется как разность между максимальным и минимальным значениями накопленной суммы:

$$R = \max(Z_t) - \min(Z_t) \quad (4)$$

Именно эта величина характеризует масштаб колебаний накопленных отклонений.

Для сопоставимости данных разных масштабов и размерностей, размах R нормируется на стандартное отклонение S , рассчитанное для элементов данного подпериода:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - m)^2}. \quad (5)$$

В формуле (5) вместо стандартно применяемого делителя $(n - 1)$ использован n , т.к. в рамках R/S-анализа данные одного окна определяют динамику процесса на данном отрезке времени представляя полный набор данных.

Отношение R/S рассчитывается отдельно для каждого окна:

$$(R/S) = \frac{R}{S}, \quad (6)$$

Причем для выбранного значения n считается среднее значение нормированного размаха по всем k подпериодам, тем самым исключая искажение общей оценки $(R/S)_n$.

В соответствии с эмпирическим законом Херста средний нормированный размах связан с длиной окна степенной зависимостью:

$$(R/S)_n = C \cdot n^H. \quad (7)$$

Завершающим этапом зависимость рассматривают в двойных логарифмических координатах и строят линейную регрессию. Логарифмическая функции представлена следующим образом:

$$\log(R/S)_n = H \cdot \log(n) + \log(C), \quad (8)$$

а угловой коэффициент построенной прямой, рассчитанный методом наименьших квадратов, принимается как оценка показателя Херста H .

Классическая интерпретация показателя H автоматизирована в системе: если $H \approx 0,5$, поведение ряда близко к случайному; при $H > 0,5$ говорят о наличии свойства персистентности, а при $H < 0,5$ – об антиперсистентности, то есть о склонности к смене направления $H \approx 0.5H > 0.5H < 0.5$.

Следующим этапом, реализованным в системе, выступает расчет показателя детерминации:

$$R^2 = \frac{\sum(\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum(y_i - \bar{y})^2} \quad (9)$$

где $\hat{y}_i$ – расчетные значения $\log(R/S)$,

y_i – наблюдаемые.

Чем ближе значение R^2 к 1, тем выше аппроксимация и, соответственно, полученная оценка H считается достаточно надежной.

Расчет статистических показателей асимметрии и эксцесса, логарифмических доходностей и визуализация гистограмм эмпирических функций позволяют оценить не только численные оценки, но и характер распределения.

В качестве эмпирических данных авторами использованы котировки акций ПАО «Полюс» (PLZL) [5]. Длина экспериментального ежедневного ВР $n = 1319$.

Работа с модулем осуществляется через веб-интерфейс. Исходные данные были подготовлены в формате .xlsx и содержали один числовой столбец — цены закрытия торгов (Close).

	A
1	Полюс (PLZL)
2	1404,35
3	1398,80
4	1410,00
5	1417,80
6	1453,00
7	1445,85
8	1420,00
9	1449,35
10	1451,00
11	1418,25
12	1420,00
13	1423,00

Рисунок 4 – Подготовка данных по акциям ПАО «Полюс» для загрузки в систему

На первом этапе пользователь загружает исходный файл через окно загрузки. После чтения файла программа определяет числовые столбцы и показывает длину ряда. Поскольку в рассматриваемом примере в таблице был только один столбец данных, автоматически включился режим «Анализ периодов», который используется для изучения динамики одного актива во времени.

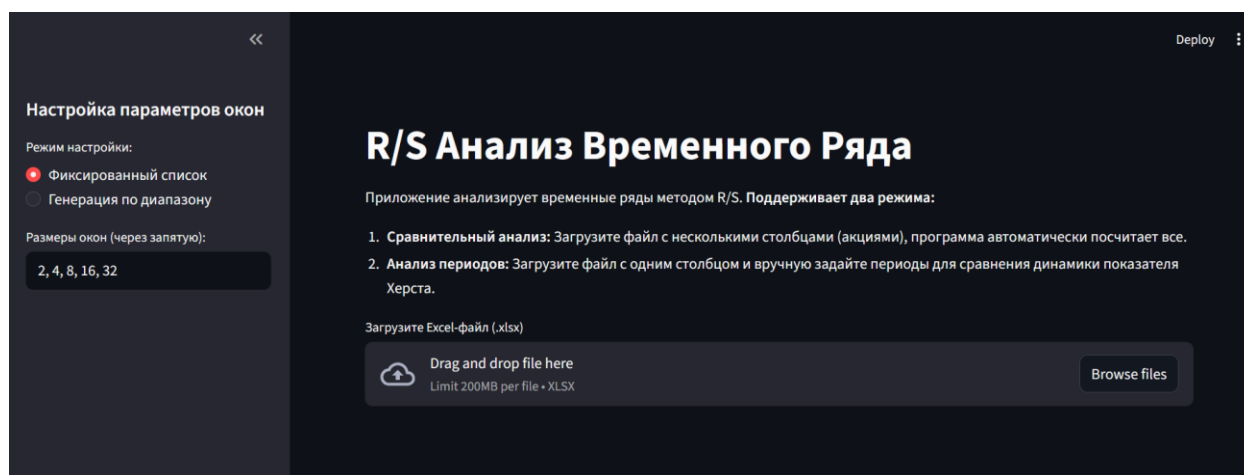


Рисунок 5 – Общий вид интерфейса системы

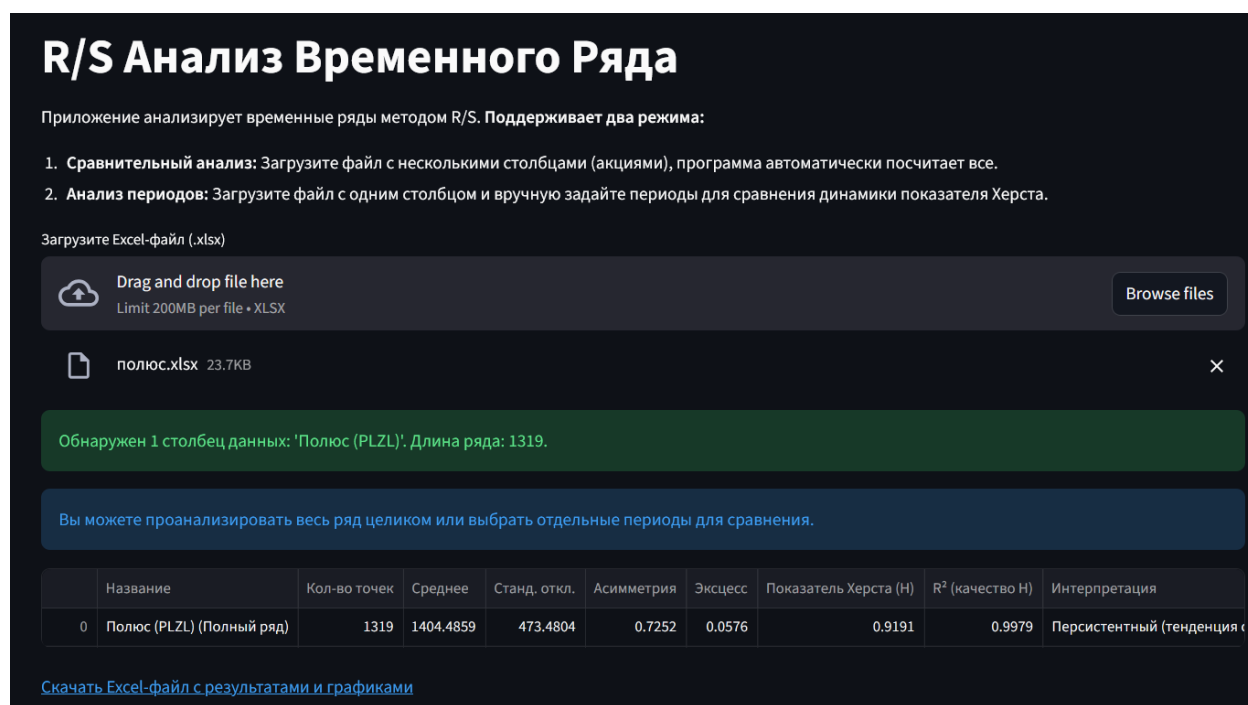


Рисунок 6 – Интерфейс информационной системе «Комплексный анализ временных рядов: оценка трендоустойчивости по Херсту»: режим «Анализ периодов», предназначенный для исследования динамики одного актива

Интерфейс меняется в зависимости от структуры загруженных данных. В случае файла с одним числовым столбцом система распознает режим «Анализ периодов». После этого в боковой панели становятся доступны инструменты для анализа полного ряда и задания отдельных подпоследовательностей (рис. 6). В основной части окна при этом отображается структура распознанных данных.

Основной задачей исследования являлось выявление динамики изменений значения показателя Херста на различных этапах жизненного цикла акции. Для этого использована функция анализа подпоследовательностей.

В боковой панели интерфейса «Настройка параметров окон» выбран режим генерации окон по диапазону с экспоненциальным шагом (от 2 до 64), что является оптимальным для R/S-анализа, так как обеспечивает более плотное покрытие малых масштабов (рис. 7).

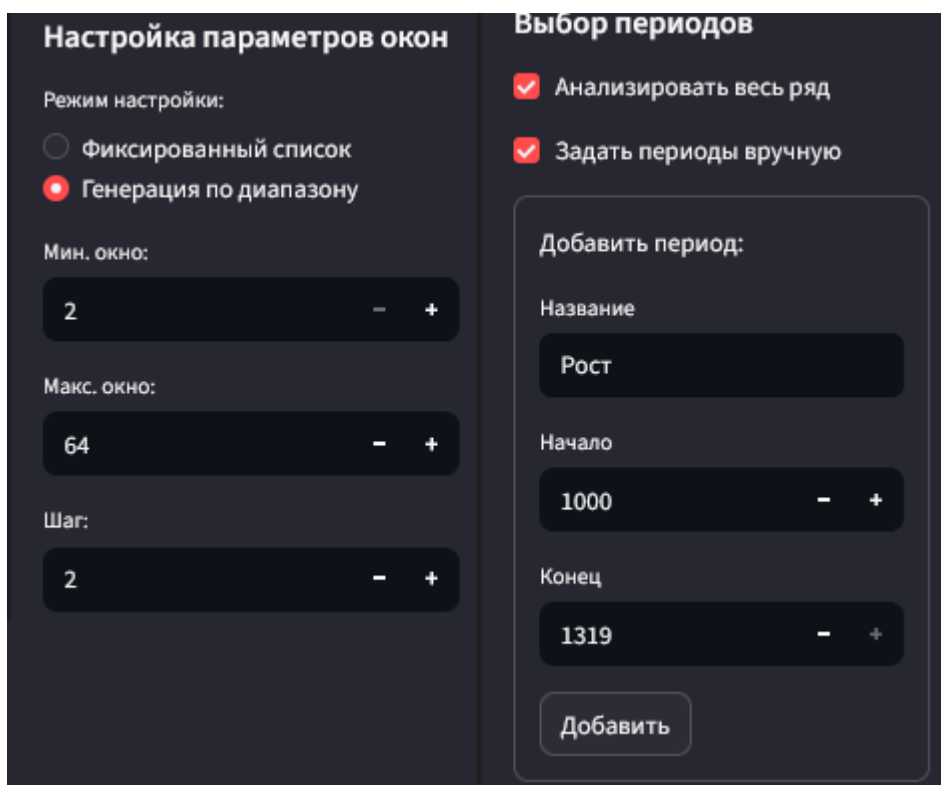


Рисунок 7 – Интерфейс информационной системе «Комплексный анализ временных рядов: оценка трендоустойчивости по Херсту»: «Настройка параметров окон» выбран режим генерации окон по диапазону с экспоненциальным шагом (от 2 до 64)

С помощью инструментов управления сегментами последовательностей заданы три условных временных периода для сравнительного анализа:

1. Период «Рост» – восходящий тренд, наблюдавшийся в начале анализируемого пятилетнего отрезка;
2. Период «Коррекция» – промежуток с боковым движением и высокой волатильностью;
3. Период «Восстановление» – этап восстановления тренда в конце временного интервала.

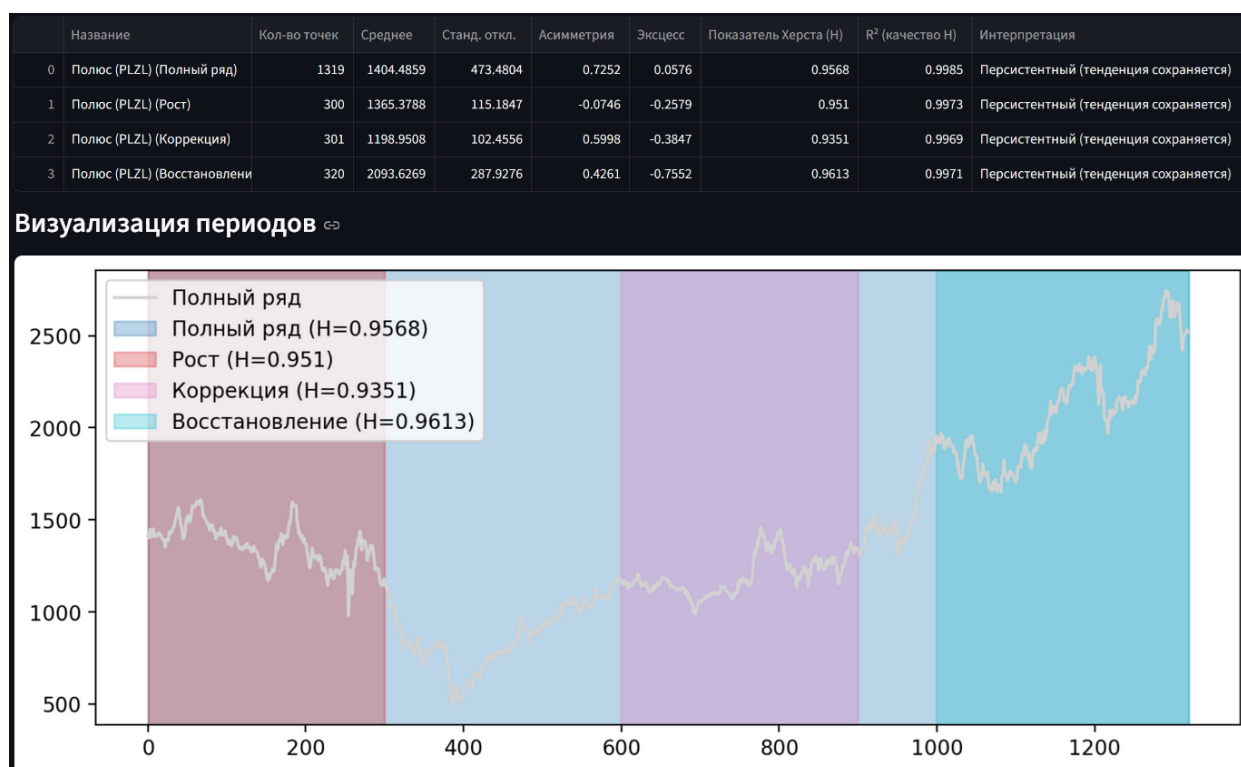


Рисунок 8 – Интерфейс информационной системе «Комплексный анализ временных рядов: оценка трендоустойчивости по Херсту»: автоматическая валидация диапазонов

Название	Кол-во точек	Среднее	Станд. откл.	Асимметрия	Эксцесс	H	R ²	Интерпретация
Полус (PLZL) (Полный ряд)	1319	1404,4859	473,4804	0,7252	0,0576	0,957	0,9985	Персистентный (тенденция сохраняется)
Полус (PLZL) (Рост)	300	1365,3788	115,1847	-0,0746	-0,2579	0,951	0,9973	Персистентный (тенденция сохраняется)
Полус (PLZL) (Коррекция)	301	1198,9508	102,4556	0,5998	-0,3847	0,935	0,9969	Персистентный (тенденция сохраняется)
Полус (PLZL) (Восстановление)	320	2093,6269	287,9276	0,4261	-0,7552	0,961	0,9971	Персистентный (тенденция сохраняется)

Рисунок 9 – Сравнение временных рядов по рассчитанным статистическим показателям

Для каждого периода вручную указаны начальный и конечный индексы. Система автоматически провела валидацию диапазонов, убедившись, что длина выбранных отрезков достаточна для проведения расчетов при заданных размерах окон. После этого на экран выведены основные результаты (рис.8):

1. Сводная таблица метрик, включающая рассчитанные показатели Херста, коэффициенты детерминации, подтверждающие качество аппроксимации, а также статистики риска (асимметрии и эксцесс).

2. Графические материалы, визуализирующие выбранные периоды на общем графике котировок.

Для дальнейшей работы и включения в аналитическую записку сформирован Excel-файл, скачивание которого инициируется нажатием на ссылку в интерфейсе. Структура файла включает несколько листов.

Первый лист «Сравнение» содержит итоговую таблицу с количественными показателями для всех периодов (рис. 9).

Второй лист «Гистограммы» содержит распределения логарифмических доходностей по каждому выбранному периоду. По этим графикам можно визуально оценить наличие «тяжелых хвостов» в распределении (рис. 10).

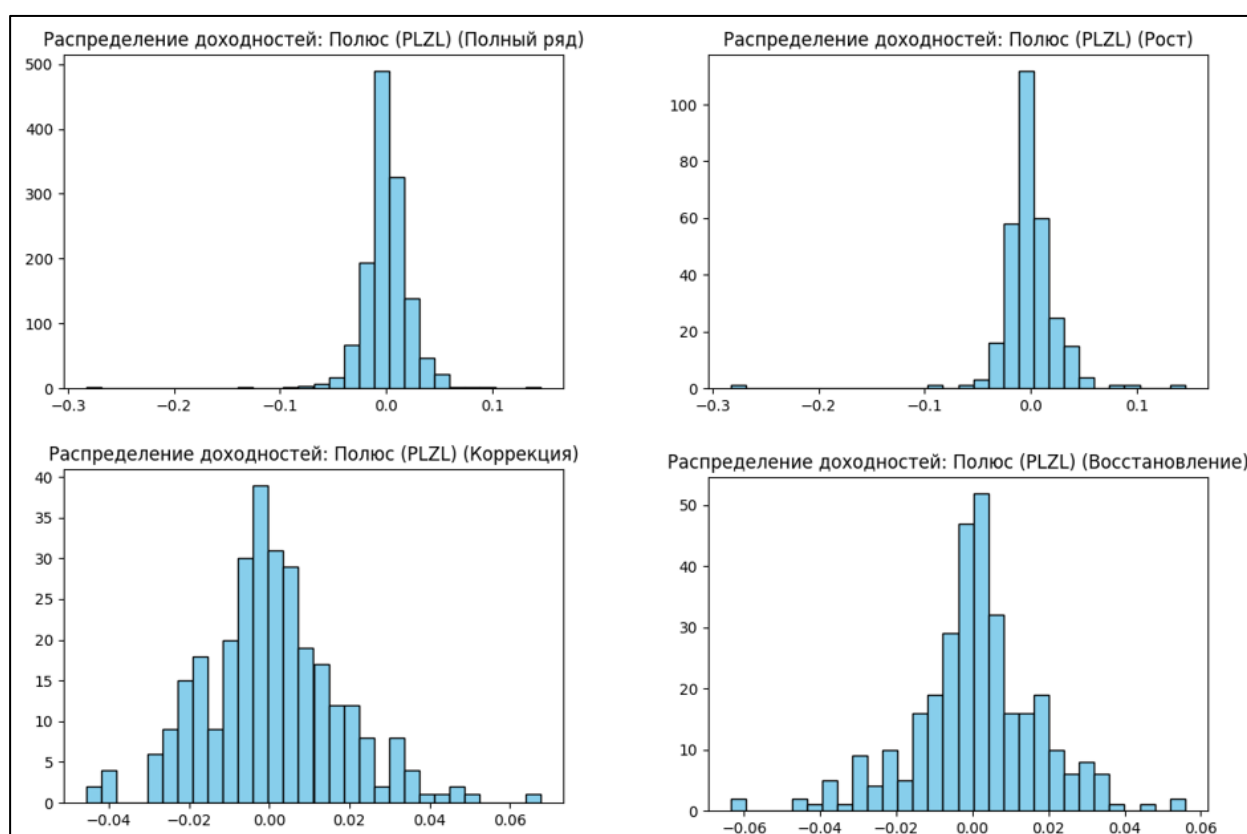


Рисунок 10 – Гистограммы распределения логарифмических доходностей по выбранным периодам

Завершающий лист «R_S_Analysis» включает графики зависимости $\log(R/S)$ от $\log(n)$ с нанесенными линиями тренда, по которым удобно сопоставлять полученные значения показателя Херста (рис. 11).

В системе также предусмотрен режим портфельного анализа. Для его проверки использовались данные по пяти ликвидным акциям российского

фондового рынка: ПАО «Полус» (PLZL), ПАО «Сбербанк» (SBER), ПАО «Газпром» (GAZP), ПАО «Роснефть» (ROSN) и ПАО «Магнит» (MGNT). Исходный файл .xlsx в этом случае содержал пять столбцов с ценами закрытия за тот же пятилетний период (рис. 12).

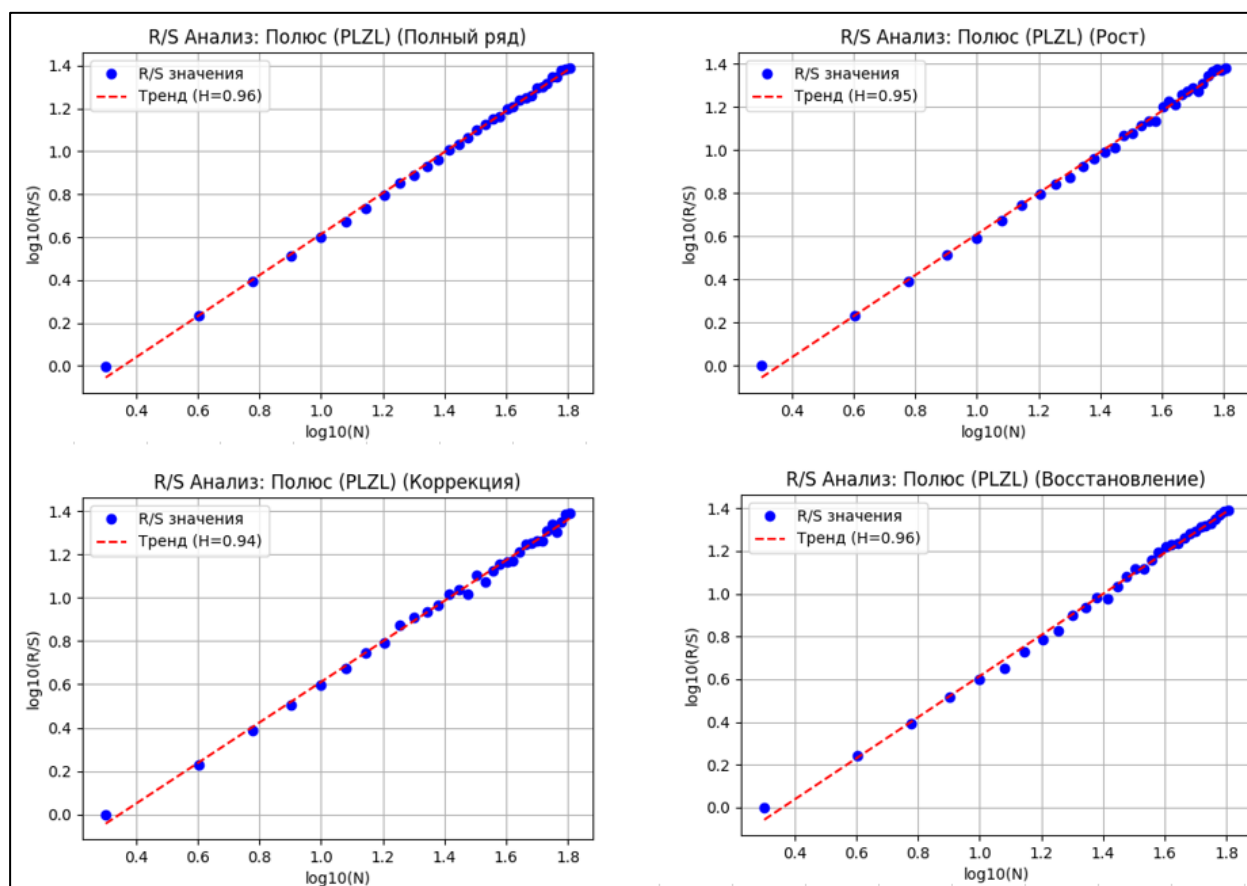


Рисунок 11 – Графики зависимости $\log(R/S)$ от $\log(n)$ с линиями тренда

	A	B	C	D	E
1	Полус (PLZL)	Сбербанк (SBER)	Газпром (GAZP)	Роснефть (ROSN)	Магнит (MGNT)
2	1412,00	270,71	221,70	529,35	4919,50
3	1402,70	270,17	217,56	523,35	4929,00
4	1426,00	273,58	221,47	524,10	4970,50
5	1450,50	279,10	222,74	526,00	5068,50
6	1440,15	278,01	222,15	533,80	5030,00
7	1406,40	274,75	221,14	540,10	4965,50
8	1450,00	277,50	227,00	561,00	5010,00
9	1451,30	285,79	232,10	570,60	4980,50
10	1410,75	282,24	231,69	561,15	5070,00

Рисунок 12 – Исходные данные по пяти акциям для режима сравнительного анализа

После загрузки такого файла программа определяет наличие нескольких числовых столбцов и переключается в режим «Сравнительный

анализ». В этом режиме каждый столбец обрабатывается как отдельный актив, поэтому вручную задавать периоды уже не требуется.

В интерфейсе выводится индикатор прогресса (рис. 13), по которому можно отслеживать ход последовательного расчета показателей для всех пяти инструментов. Для каждой акции автоматически вычисляются фрактальные характеристики и статистики риска, после чего строятся соответствующие графики.

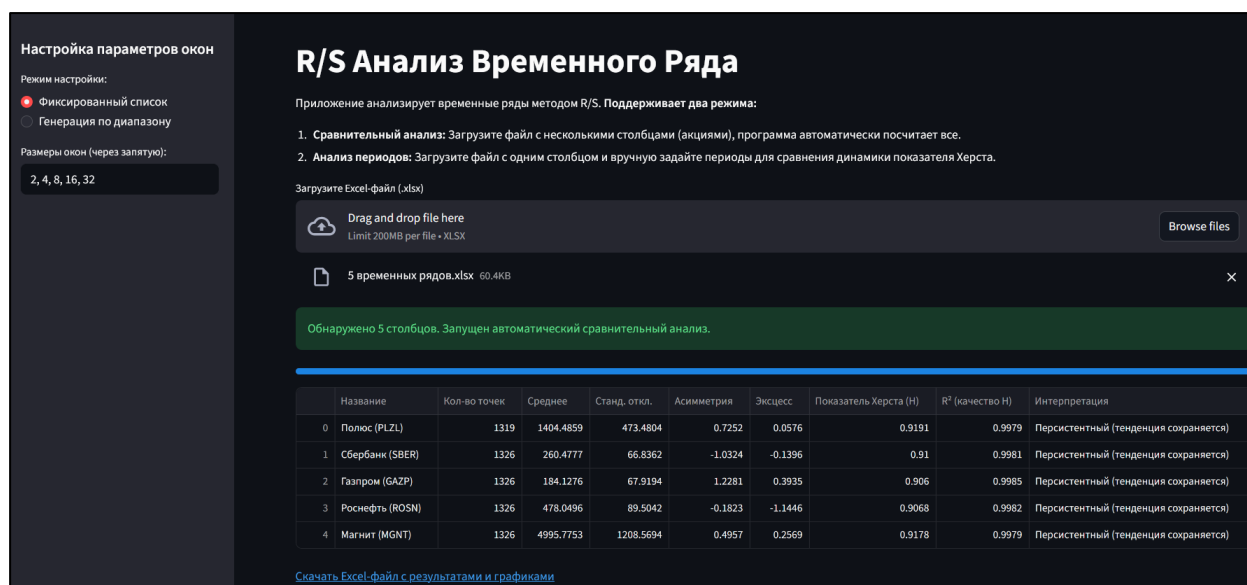


Рисунок 13 – Индикатор выполнения расчетов для пяти инструментов

Название	л-во точ	Среднее	Станд. откл.	Асимметрии	Экссесс	H	R ²	Интерпретация			
Полус (PLZL)	1319	1404,486	473,4804	0,7252	0,0576	0,9191	0,9979	Персистентный (тенденция сохраняется)			
Сбербанк (SBER)	1326	260,4777	66,8362	-1,0324	-0,1396	0,91	0,9981	Персистентный (тенденция сохраняется)			
Газпром (GAZP)	1326	184,1276	67,9194	1,2281	0,3935	0,906	0,9985	Персистентный (тенденция сохраняется)			
Роснефть (ROSN)	1326	478,0496	89,5042	-0,1823	-1,1446	0,9068	0,9982	Персистентный (тенденция сохраняется)			
Магнит (MGNT)	1326	4995,775	1208,5694	0,4957	0,2569	0,9178	0,9979	Персистентный (тенденция сохраняется)			

Рисунок 14 – Сводная таблица сравнительных метрик по пяти эмитентам

Система также формирует Excel-отчет из трех листов. На листе «Сравнение» приводится сводная таблица с показателями Херста и статистиками риска для всех пяти акций, что позволяет сопоставить активы по степени их предсказуемости. Пример такого листа приведен на рис. 14.

Следующий лист «Гистограммы». Набор из пяти гистограмм распределения доходностей, позволяющий визуально сравнить рисковые

профили активов (например, сравнить «тяжелые хвосты» Сбербанка и Газпрома). Пример на рис. 15.

Итогом работы программы становится сводная таблица, по которой можно быстро сопоставить показатели всех пяти эмитентов. Это упрощает оценку персистентности отдельных активов. Например, ряды с $H > 0,5$ интерпретируются как трендоустойчивые, тогда как при $H < 0,5$ поведение ряда ближе к антиперсистентному.

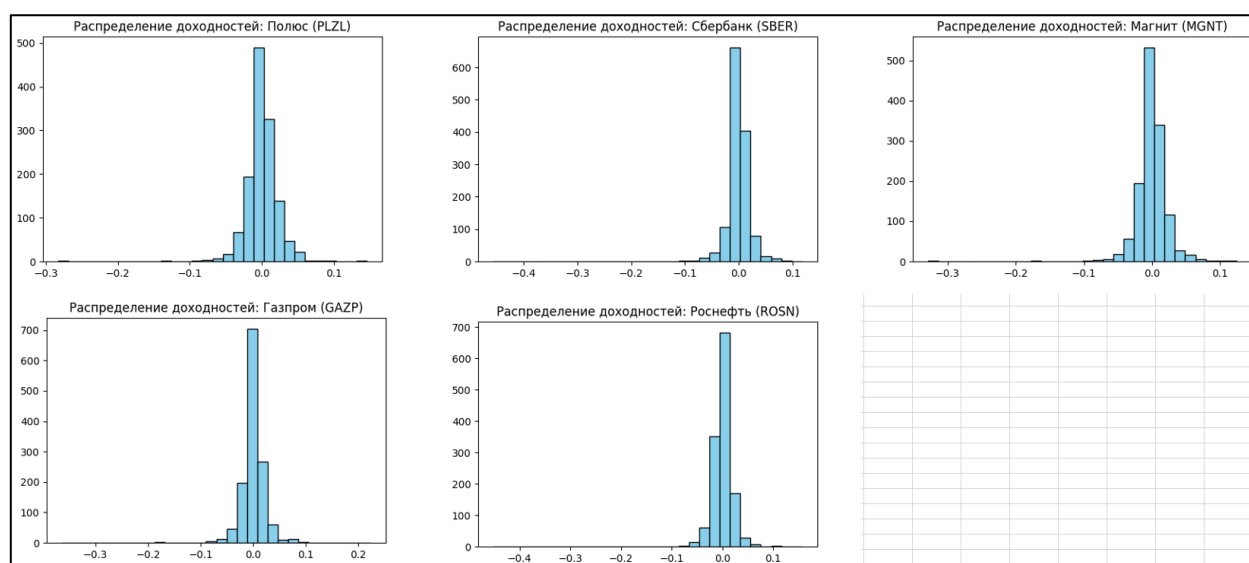


Рисунок 15 – Набор гистограмм распределения доходностей для сравнения рисков профилей активов

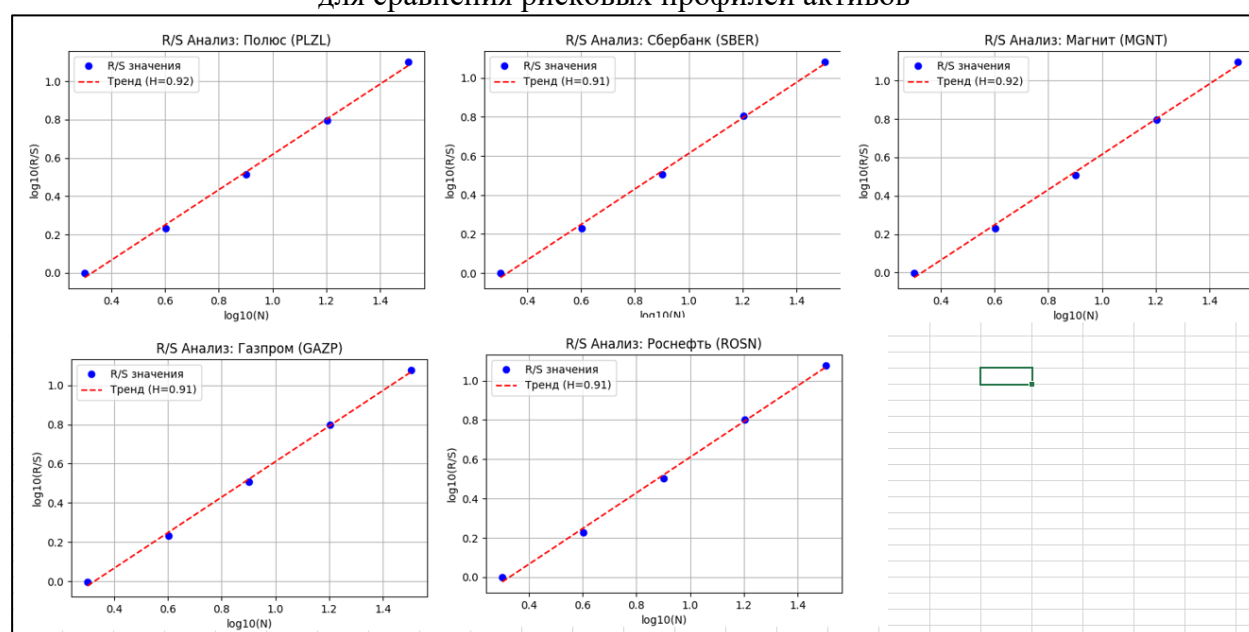


Рисунок 16 – Графики R/S-анализа для каждого эмитента

Завершающий исследование лист (рис. 16) содержит графики R/S-анализа для каждого эмитента.

Таким образом, разработанная система решает задачу эффективного анализа инвестиционного портфеля, предоставляя эксперту инструментарий для быстрого скрининга активов по фрактальным свойствам без необходимости индивидуальной обработки каждого ВР.

Заключение

В ходе исследования разработана и реализована веб-ориентированная информационная система для проведения комплексного R/S-анализа ВР. Информационная система представляет собой универсальный инструмент для исследования фрактальных свойств ВР. Реализованный функционал позволяет не только автоматизировать расчет показателя Херста, но и проводить сравнительный анализ различных временных интервалов в рамках одного сеанса работы.

Детрендированный фрактальный анализ, который полезен при наличии у ВР сильного тренда, статистические критерии для проверки значимости получаемых оценок, модуль сопоставления нескольких рядов и поиск скрытых зависимостей планируется к реализации в перспективном расширении функциональности системы.

Разработанную информационную систему можно рассматривать как практический инструмент для фрактального анализа временных рядов. Она переводит методику R/S-анализа из теоретического описания в рабочий программный формат, которым можно пользоваться при исследовании рядов со сложной динамикой и получать на этой основе обоснованные выводы.

Список литературы

1. Петерс, Э. Э. Хаос и порядок на рынках капитала. Новый аналитический взгляд на циклы, цены и изменчивость рынка / Э. Петерс. – М.: Мир, 2000. – 333 с.

2. Александрович С. В. R/S-анализ температурных временных рядов //Иновации и инвестиции. – 2020. – №. 2. – С. 119-122.

3. Попова М. И. Декомпозиционный подход к исследованию временных рядов объемов продаж монопродуктового бизнеса сервисного типа //Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. – №. 203. – С. 40.

4. Клевцов С. И. Анализ устойчивости тренда временных рядов параметра технического объекта с использованием показателя Херста //Инженерный вестник Дона. – 2018. – №. 4 (51). – С. 138.

5. FINAM.RU: АО «Инвестиционная компания «ФИНАМ». Сайт. Москва, 2000. // finam.ru (дата обращения: 25.01.2026). Режим доступа: для не зарегистрированных пользователей.

6. Бисчоков Р. М. Использование методов фрактального анализа для выявления характеристик временных рядов //Вестник Курганской ГСХА. – 2017. – №. 4 (24). – С. 76-80.

7. Юсифов С. И. Алгоритм проведения r/s-анализа и интерпретация его результатов //Экономика, финансы и управление: актуальные вопросы теории и практики. – 2023. – С. 129-133.

8. Зиненко А. В. Обоснование прогнозирования финансовых временных рядов методами авторегрессии–скользящего среднего и интегрированной авторегрессии–скользящего среднего в зависимости от показателя Херста //Журнал Современные наукоемкие технологии. – 2025. – №. 6. – С. 23-28.

9. Предпрогнозный анализ временного ряда с выявлением тренд-сезонных компонент методом Четверикова с использованием средств MS EXCEL / Д. Н. Савинская, Л. О. Великанова, Л. К. Дунская, М. И. Попова // Современная экономика: проблемы и решения. – 2020. – № 10(130). – С. 18-25. – DOI 10.17308/meps.2020.10/2445.

10. Попова, М. И. Декомпозиционный подход к исследованию временных рядов объемов продаж монопродуктового бизнеса сервисного типа / М. И. Попова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. – № 203. – С. 440-453. –

11. Перепелица, В. А. Анализ основных исторических и современных определений понятия "риск" / В. А. Перепелица, Е. В. Попова, Д. Н. Савинская // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2011. – № 72. – С. 210-223.

12. Перепелица, В. А. Комбинированные экономико-математические методы в практике управления налоговым органом / В. А. Перепелица, Д. А. Тамбиева, Е. В. Попова. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2008. – 130 с.

References

1. Peters, E`. E`. Chaos i poriadok na ry`nkach kapitala. Novy`j analiticheskij vzglyad na cikly`, ceny` i izmenchivost` ry`nka / E`. Peters. – M.: Mir, 2000. – 333 s.

2. Aleksandrovich S. V. R/S-analiz temperaturny`x vremenny`x ryadov //Innovacii i investicii. – 2020. – №. 2. – S. 119-122.

3. Popova M. I. Dekompozicionny`j podxod k issledovaniyu vremenny`x ryadov ob`emov prodazh monoproduktovogo biznesa servisnogo tipa //Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2024. – №. 203. – S. 40.

4. Klevczov S. I. Analiz ustojchivosti trenda vremennyx ryadov parametra texnicheskogo ob`ekta s ispol`zovaniem pokazatelya Xersta //Inzhenerny`j vestnik Dona. – 2018. – №. 4 (51). – S. 138.
5. FINAM.RU: AO «Investicionnaya kompaniya «FINAM». Sajt. Moskva, 2000. // finam.ru (data obrashheniya: 25.01.2026). Rezhim dostupa: dlya ne zaregistrovannyx pol`zovatelej.
6. Bischokov R. M. Ispol`zovanie metodov fraktal'nogo analiza dlya vy`yavleniya xarakteristik vremennyx ryadov //Vestnik Kurganskoj GSXA. – 2017. – №. 4 (24). – S. 76-80.
7. Yusifov S. I. Algoritm provedeniya r/s-analiza i interpretaciya ego rezul'tatov //E`konomika, finansy` i upravlenie: aktual'ny`e voprosy` teorii i praktiki. – 2023. – S. 129-133.
8. Zinenko A. V. Obosnovanie prognozirovaniya finansovyx vremennyx ryadov metodami avtoregressii–skol`zyashhego srednego i integrirovannoj avtoregressii–skol`zyashhego srednego v zavisimosti ot pokazatelya Xersta //Zhurnal Sovremennye naukoemkie texnologii. – 2025. – №. 6. – S. 23-28.
9. Predprognozny`j analiz vremennogo ryada s vy`yavleniem trend-sezonnyx komponent metodom Chetverikova s ispol`zovaniem sredstv MS EXCEL / D. N. Savinskaya, L. O. Velikanova, L. K. Dunskeya, M. I. Popova // Sovremennaya e`konomika: problemy` i resheniya. – 2020. – № 10(130). – S. 18-25. – DOI 10.17308/meps.2020.10/2445.
10. Popova, M. I. Dekompozicionny`j podxod k issledovaniyu vremennyx ryadov ob`emov prodazh monoproduktovogo biznesa servisnogo tipa / M. I. Popova // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2024. – № 203. – S. 440-453. –
11. Perepelicz, V. A. Analiz osnovnyx istoricheskix i sovremennyx opredelenij ponyatiya risk / V. A. Perepelicz, E. V. Popova, D. N. Savinskaya // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2011. – № 72. – S. 210-223.
12. Perepelicz, V. A. Kombinirovanny`e e`konomiko-matematicheskie metody` v praktike upravleniya nalogovy`m organom / V. A. Perepelicz, D. A. Tambieva, E. V. Popova. – Krasnodar : Kubanskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet imeni I.T. Trubilina, 2008. – 130 s.