

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЛОГАРИФМИЧЕСКИХ ДОХОДНОСТЕЙ АКЦИЙ

А. Б. Жуман

Научный руководитель: доцент, к. ф.-м. н. М. Е. Семенов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: aigerima_z@list.ru

STATISTICAL ANALYSIS OF LOGARITHMIC ASSET RETURNS

A.B. Zhuman

Scientific Supervisor: Associate prof., PhD M.E. Semenov

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: aigerima_z@list.ru

Abstract. *In the study, we conducted a statistical analysis of asset returns of 16 companies during the period from 2000 to 2015. We used the Shapiro–Wilk test and determined that time series are not from a normal distribution. We detect structural breaks in time series with the Chow test, and then the correlation coefficients between asset returns were calculated. We found the first four moments of correlation coefficients. Data collection and statistical computing have been done in the programming language R.*

Анализ временных рядов может быть проведен для различных целей, например, требуется выявить механизмы, лежащие в основе ценообразования, или сжато представить характерные особенности ряда. Цель данной работы – провести статистический анализ временных рядов составленных из логарифмических доходностей акций и выявить динамические особенности этих рядов.

В качестве исходных данных использованы ежедневные цены закрытия (close) акций 16 компаний (табл. 1), торгующих на Нью-Йоркской фондовой бирже, в период с 1 января 2000 по 31 декабря 2015 года ($n=3780$ наблюдений). В качестве исходных данных были взяты логарифмические доходности цен акций, вычисленные по следующей формуле [1]: $r_i(t) = \ln P_i(t) / P_i(t-1)$, $i=1, 2, \dots, 16$. Полученные временные ряды протестированы на нормальность и была определена точка структурного сдвига (дата) в выборке. Для проверки подчинения случайной величины нормальному закону распределения использован критерий Шапиро-Уилка, наличие структурного сдвига определено с использованием теста Чоу [2, 3]. Результаты вычисления статистик Шапиро-Уилка, W , Чоу, F , и соответствующие p -значения приведены в табл. 1.

Показано, что логарифмические доходности имеют распределение, отличное от нормального, а также во временных рядах присутствует структурный сдвиг (для 9 компаний – осень 2008), поэтому в дальнейшем исследовании мы разбили исходные данные по годам. Были вычислены коэффициенты корреляции доходностей компаний ($i, j=1, 2, \dots, 16$) для каждого года. Зная, что коэффициенты корреляции удовлетворяют условию $\rho_{ij}(t) \in [-1, 1]$ мы разбили отрезок $[-1, 1]$ на пять полуинтервалов с шагом 0,2 и вычислили относительные частоты попадания коэффициентов корреляции в каждый полуинтервал. На основе полученных данных был построен график относительных частот в зависимости от года (рис. 1).

Таблица 1

Результаты вычисления критерий Шапиро-Уилка и теста Чоу, уровень значимости $\alpha=0,05$

	Тикер	Название компании	критерий Шапиро-Уилка		тест Чоу		
			W	p	F	p	точка
1	MSFT	Microsoft Corporation	0,755	7,109e-61	0,043	0,958	24.10.2008
2	GE	General Electric Company	0,563	3,249e-72	0,013	0,987	13.11.2008
3	AMD	Advanced Micro Devices	0,889	5,158e-47	0,006	0,994	13.11.2009
4	BAC	Bank of America	0,699	8,186e-65	0,839	0,432	14.10.2009
5	INTC	Intel Corporation	0,818	1,688e-55	0,123	0,885	02.10.2008
6	MU	Micron Technology	0,898	1,037e-45	0,053	0,948	19.05.2008
7	NOK	Nokia Corporation	0,667	9,553e-67	0,163	0,85	02.03.2009
8	X	United States Steel Corporation	0,962	3,550e-31	0,417	0,659	09.10.2008
9	F	Ford Motor Company	0,848	2,384e-52	0,340	0,712	21.05.2008
10	FCX	Freeport-McMoRan	0,874	3,774e-49	0,982	0,375	30.09.2008
11	NVDA	NVIDIA Corporation	0,753	4,632e-61	0,155	0,857	04.12.2009
12	RF	Regions Financial Corporation	0,738	3,469e-62	1,221	0,295	04.11.2008
13	QQQ	PowerShares QQQ Trust	0,712	5,955e-64	1,005	0,366	17.10.2008
14	C	Citigroup	0,389	3,290e-79	0,500	0,606	26.09.2008
15	CHK	Chesapeake Energy Corporation	0,919	5,520e-42	0,034	0,967	23.09.2008
16	WFC	Wells Fargo & Company	0,674	2,423e-66	0,284	0,753	15.10.2009

На следующем шаге мы разбили наши данные по месяцам, учитывая, что в каждом месяце в среднем $n=20$ торговых дней и были вычислены матрицы корреляций доходностей для каждого месяца. Для вычисленных коэффициентов корреляции найдены первые четыре момента [1]: математическое ожидание $\bar{\rho} = \frac{1}{N(N-1)/2} \sum_{i,j} \rho_{ij}^t$, где ρ_{ij}^t – недиагональные элементы верхней треугольной матрицы корреляции доходностей, стандартное отклонение, коэффициенты асимметрии и эксцесса:

$$\lambda_2(t) = \frac{1}{N(N-1)/2} \sum_{i,j} \left(\rho_{ij}^t - \bar{\rho}^t \right)^2,$$

$$\lambda_3(t) = \frac{1}{N(N-1)/2} \sum_{i,j} \left(\rho_{ij}^t - \bar{\rho}^t \right)^3 \left(\lambda_2^{3/2}(t) \right)^{-1}$$

$$\lambda_4(t) = \frac{1}{N(N-1)/2} \sum_{i,j} \left(\rho_{ij}^t - \bar{\rho}^t \right)^4 \left(\lambda_2^{-2}(t) \right).$$

Графики изменения вычисленных моментов приведены на рис. 2. Красная кривая на графиках – сглаживающая кривая, вычисленная по правилу

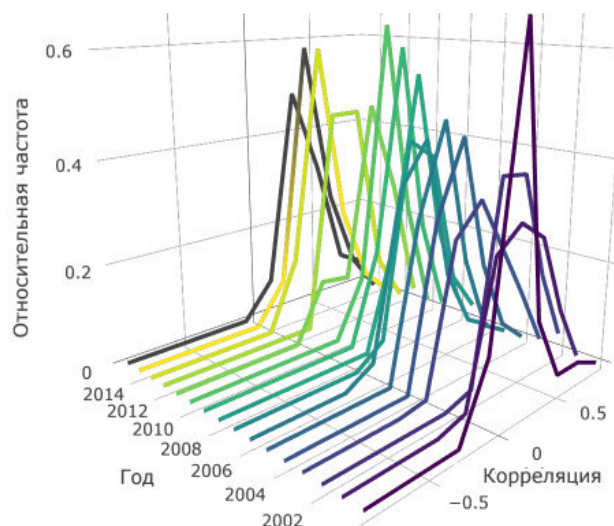


Рис 1. График относительных частот

$SMA_t = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} p_{t-i}$, где n – интервал сглаживания, p_{t-i} – значение случайной величины на момент времени $(t-i)$, $n=20$ торговых дней.

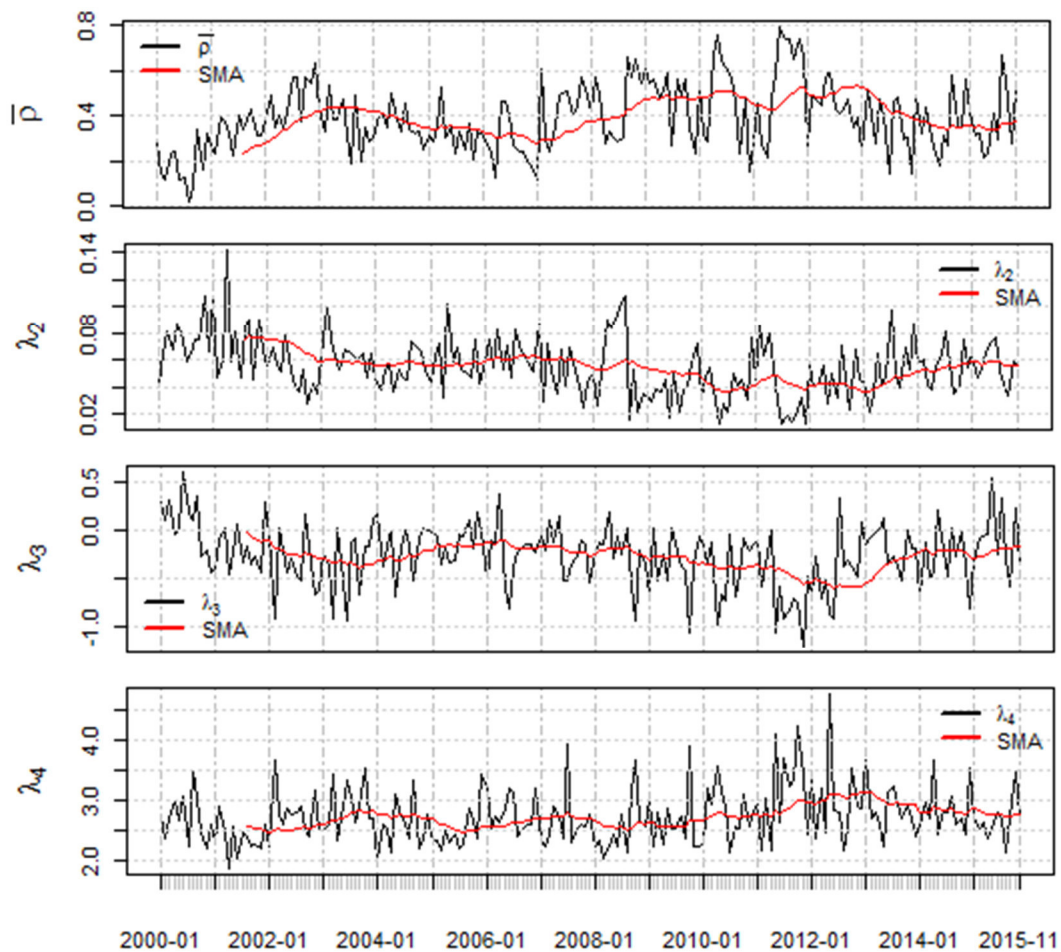


Рис 2. Графики первых четырех моментов

Заключение. В работе был проведен статистический анализ логарифмической доходности акций 16 компаний с 1 января 2000 по 31 декабря 2015 года. Осуществлена проверка на нормальность, определены точки структурного сдвига, вычислены динамические значения первых четырех моментов и коэффициенты корреляции доходностей акций. Процесс загрузки исходных данных, все вычисления реализованы на языке программирования R.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Onnela. J.-P., Chakraborti A. Kaski K. Kertesz, J. Kanto A. (2003) Dynamics of market correlations: Taxonomy and portfolio analysis. *Physical Review E*, vol 68, p. 056110. DOI: 10.1103/PhysRevE.68.056110
2. Подкорытова О. А., Соколов М. В.. Анализ временных рядов. – М. : Изд-во Юрайт, 2016. – 266 с.
3. Суслов В.И., Ибрагимов Н. М., Талышева Л. П., Цыплаков А. А. Эконометрия. Издательство: Новосибирского государственного университета. – 2005. – 742с.