

Моделювання в економіці, організація виробництва та управління проектами

УДК 519.233.3:523.98:336.76

В.Ю. Дубницький, А.И. Ходырев

*Харьковский институт банковского дела Университета банковского дела
Национального банка Украины (Киев), Харьков*

ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗЫ О НАЛИЧИИ СВЯЗИ МЕЖДУ СРЕДНЕМЕСЯЧНЫМИ ИНДЕКСАМИ СОЛНЕЧНОЙ И БИРЖЕВОЙ АКТИВНОСТИ

В работе проанализированы изменения среднемесячных, за период с января 2007 г. по декабрь 2011 г., базисных темпов роста показателей солнечной активности – чисел Вольфа и показателей индексов фондового рынка: ПФТС, RTS, S&P500, DJI, NASDAQ, NIKKEI 225, а также индексы системообразующих рынков Золота, Алюминия и Нефти. Показатель Херста H за этот промежуток времени для ряда чисел Вольфа равен 0,693, что свидетельствует о наличии тренда в развитии процесса. Анализ взаимных корреляционных функций показал присутствие тренда между временными рядами чисел Вольфа и индексом ЗОЛОТО. Применение критерия Фостера-Стюарта обнаружило наличие тренда в рядах чисел Вольфа и индекса ЗОЛОТО. Получено уравнение регрессии, устанавливающее связь между индексом солнечной активности (предиктор) и индексом рынка ЗОЛОТО (прогнозируемая величина).

Ключевые слова: солнечная активность, числа Вольфа, индексы фондового рынка, биржевая активность, взаимные корреляционные функции, критерий Фостера–Стюарта, индекс Херста, регрессионные уравнения.

Введение

В 1924 г. вышла в свет работа А.Л. Чижевского «Физические факторы исторического процесса» [1], переизданная в расширенном виде в 1973 [2] и выложенная в версии 1924 г. издания на сайте [3] В этой работе, в разделе II «О соотношении между периодической деятельностью Солнца и синхроничной ей периодичностью колебаний всемирно-исторического процесса», сказано, что ещё в первые десятилетия XIX века была установлена связь между солнечной активностью и ценами на хлеб в Англии и ценами на вино во Франции. В этих же работах [1...3] отмечено, что вышедшая в 1878 году работа известного английского экономиста Дживонса имела название «Commercial Crises and Sunspots – Экономические кризисы и солнечные пятна». Следовательно, проблема установления связи между показателями солнечной и биржевой активности имеет давнюю историю. Бурные экономических потрясения последних десятилетий нашего века вновь пробудили интерес к ней.

Анализ литературы. Мерилом солнечной активности служит число Вольфа. В работе [4] приведена формула его определения для данного дня:

$$W = k(f + 10g), \quad (1)$$

где W — число Вольфа; f — количество наблюдаемых солнечных пятен; g — количество наблюдаемых групп пятен; k — коэффициент условий наблюдения.

Данные о среднемесячных числах Вольфа приведены на сайте [5]. В современной научной литературе [6], рассматривающей условия протекания биохимических процессов, учёт космофизических факторов при анализе результатов исследований, становится обязательным условием. В работах [1 – 3] также, как и в работах их предшественников, упомянутых во Введении, рассмотрены 11-летние солнечные циклы и их влияние на экономику. В работах [1, 2] отмечено, что история насчитывала 40 – 50 биржевых крахов за последние 500 лет, то есть средний интервал между ними 10 – 12,5 лет, что близко к продолжительности солнечного цикла. В работе [7] получено решение вероятностной задачи, которую в общепринятых обозначениях можно записать так:

$$P\{ |DGIt + 1 - DGIt; Wt| < \epsilon\} < \delta; \quad (2)$$

где P – вероятность события, состоящего в том, что модуль разности двух последовательных ежедневных значений индекса Доу-Джонса на даты $(t+1)$ и t , при условии, что на дату t число Вольфа равно W_t , не превзойдёт ϵ , будет менее величины δ . В работе [7] выполнена проверка этого условия на временном интервале с 1915 по 2000 гг. Следует отметить, что эта работа статистически не вполне корректна так, как построена на гипотезе нормального распределения разности под знаком модуля, хотя результаты проверки этого условия не приведены. В работе [8] приведены результаты наблюдений, подтверждающие данные работы [7]. В работе [9] приведены

данные о среднегодовых числах Вольфа в годы экстремумов солнечной активности и индексе реального ВВП США, взятого со сдвигом на один год вперёд по отношению к году экстремума (табл. 1). Таким образом, авторы работы [9] попытались учесть инерционность процесса взаимодействия солнечной активности и экономики.

Таблица 1
Среднегодовые числа Вольфа и индекс реального ВВП США

№ п/п	Год экстремума солнечной активности	Среднегодовое число Вольфа	Год, следующий за годом экстремума солнечной активности	Индекс реального ВВП США, %
1	2	3	4	5
1	1964	10,2	1965	6,4
2	1969	105,9	1970	0,2
3	1976	12,5	1977	4,6
4	1979	155,4	1980	-0,3
5	1986	13,4	1987	3,2
6	1990	157,6	1991	-0,2
7	1996	8,6	1997	4,5
8	2000	119,6	2001	1,1

Результаты исследований, подтверждающие наличие связи между циклами экономической активности и солнечной, также приведены в работе [9]. В работе [10] показана связь между циклами солнечной активности и циклическим изменением банковской процентной ставки.

Рассмотрим подробнее данные, приведенные в табл. 1. Рассчитанный авторами работы [9] коэффициент корреляции был нами (авторами настоящего сообщения) пересчитан с учётом ограниченной выборки и невозможностью, вследствие этого, установить действительный закон распределения исходных данных. Теоретические основы расчёта изложены в работе [11], реализованы вычисления с использованием программы AtteSta и показаны в табл. 2.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции между среднегодовыми числами Вольфа и индексом реального ВВП США.

Коэффициент корреляции	Нижняя доверительная граница	Средина доверительного интервала	Верхняя доверительная граница
	коэффициента корреляции		
Пирсона	-0,97	-0,87	-0,50
Спирмена	-0,94	-0,75	-0,17

Действительно, приведенные результаты дают основание считать не противоречащей экспериментальным данным гипотезу о наличии связи между изучаемыми процессами, а знак коэффициентов корреляции позволяет считать эти процессы противоположно направленными.

Постановка задачи. В упомянутых выше работах шаг по временной оси принимали равным од-

ному году. Это, безусловно, верно при планировании финансовой и инвестиционной политики на длительный период. При оперативном бизнес-планировании такой большой шаг по оси времени неприемлем. **Цель работы** – проверка нестатистической гипотезы о наличии связи между среднемесячными индексами солнечной и биржевой активности по результатам наблюдений с января 2007 г. по декабрь 2011 г. В качестве индексов биржевой активности приняты индексы ПФТС, RTS, S&P500, DJI, NASDAQ, NIKKEI 225 и индексы таких системообразующих рынков, как рынки Золота, Алюминия и Нефти. Сведения о значениях соответствующих индексов приведены на сайтах [http://www.quote-spy.com/ http://fundmarket.ua/statistics/... http://stock-list.ru/category/index].

Результаты исследований

Исходные данные о значении чисел Вольфа приведены в табл. 3.

Таблица 3.
Среднемесячные значения чисел Вольфа

Годы	Месяцы											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2007	26,6	17,2	9,7	6,9	19	20	15,6	9,9	4,8	1,3	2,5	16,2
2008	5,1	3,8	15,9	4,9	5,7	4,2	1	0	1,5	5,2	6,8	1,3
2009	2,8	2,5	0,7	1,2	3,9	6,6	5	0,3	6,6	7	7,7	15,7
2010	21,3	31	24,7	11,2	20	18	23,1	28,2	35,6	35	36,1	22
2011	32,1	53,2	81	81,7	61	56	67	66,1	106	117	133	106

Методики определения различных индексов фондовых рынков таковы, что их численные значения различаются на три порядка. Поэтому для корректного сравнения будем сравнивать величины, которые в анализе временных рядов [12] называют базисным темпом роста и определяют по формуле:

$$x_i / x_1 = y_i, \quad i = 2, 3, \dots, n, \quad (3)$$

где x_i – значение соответствующего показателя в i -ом году.

Такой приём даёт возможность сравнивать динамику изменения различных показателей независимо от их абсолютных значений.

Рассматривая приведенные на рис. 1 – 3 графики можно предположить, что связь между рассмотренными показателями отсутствует. Проверка этого предположения была выполнена несколькими методами. Прежде всего, используя показатель Херста, оценено возможное наличие тренда в данных о темпах базисного роста чисел Вольфа. Расчёт выполнен на основе алгоритма, описанного в работе [13]. В этой работе показано, что если показатель Херста находится в интервале от 0,326 до 0,674 то модель ряда можно представить в виде одномерного броуновского (винеровского) процесса.

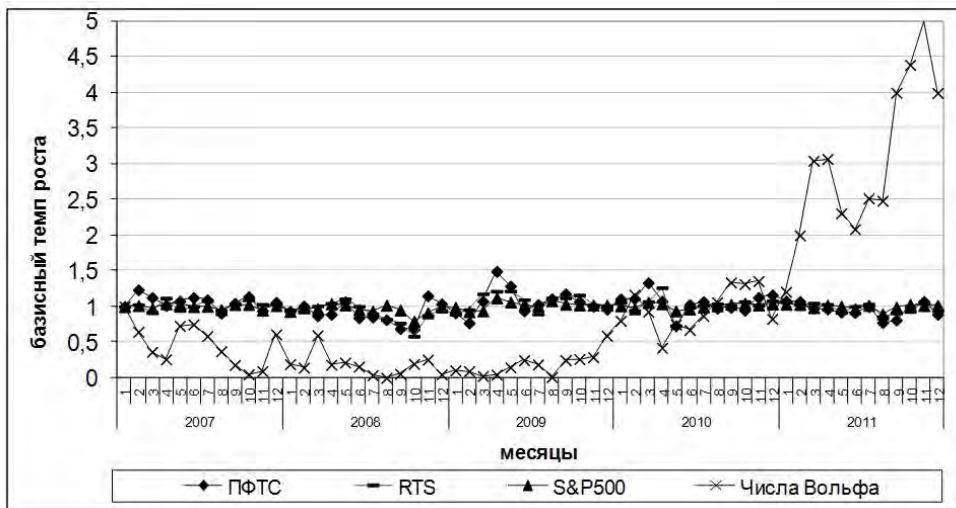


Рис. 1. Изменение базисного темпа роста за период с января 2007 г. по декабрь 2011 г. чисел Вольфа и индексов активности фондового рынка: ПФТС, RTS, S&P500

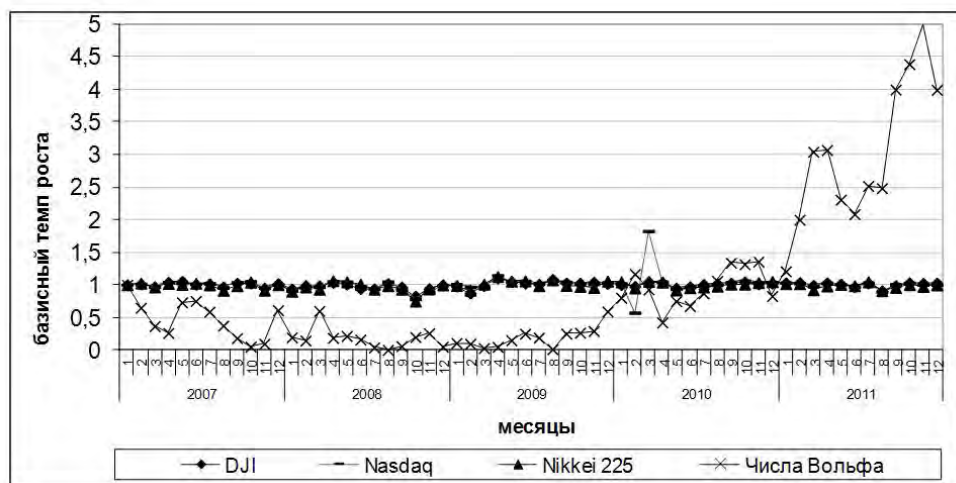


Рис. 2. Изменение базисного темпа роста за период с января 2007 г. по декабрь 2011 г. чисел Вольфа и индексов активности фондового рынка: DJI, NASDAQ, NIKKEI 225

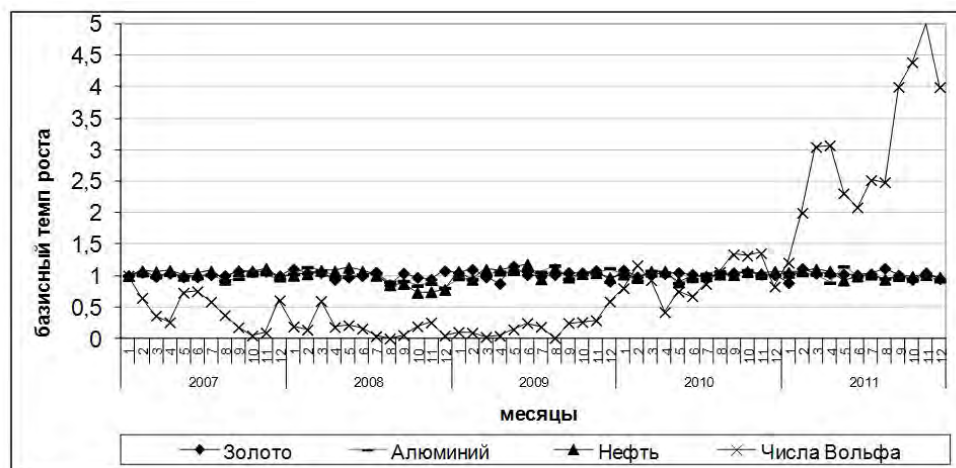


Рис. 3. Изменение базисного темпа роста за период с января 2007 г. по декабрь 2011 г. чисел Вольфа и индексов активности рынков Золота, Алюминия и Нефти

В нашем случае показатель Херста $H = 0,693$. Это даёт основание предположить наличие тренда в наблюдаемом процессе. Для оценки связи между изучаемыми процессами были определены взаимные корреляционные функции между временным рядом, образованными

числами Вольфа и показателями индексов фондового рынка. Расчёт численных значений коэффициентов взаимной автокорреляции и построение графиков выполнен с использованием системы STATGRAPHICS PLUS. Графики этих функций показаны на рис. 4 – 12.

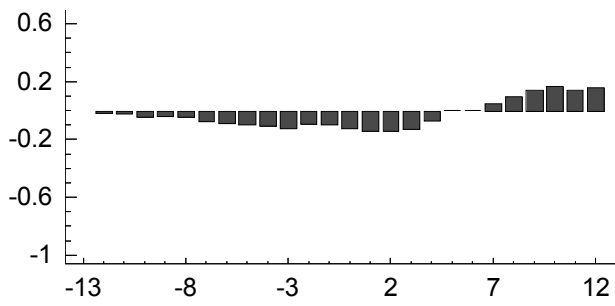


Рис. 4. Взаимная корреляционная функция чисел Вольфа и индекса ПФТС

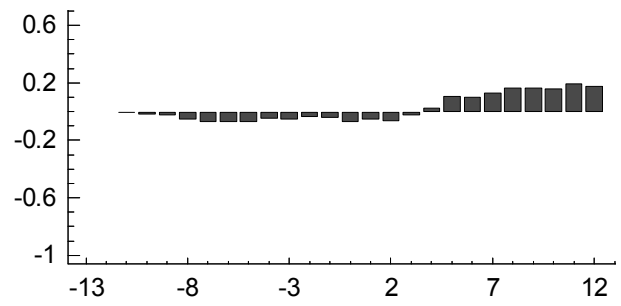


Рис. 5. Взаимная корреляционная функция чисел Вольфа и индекса RTS

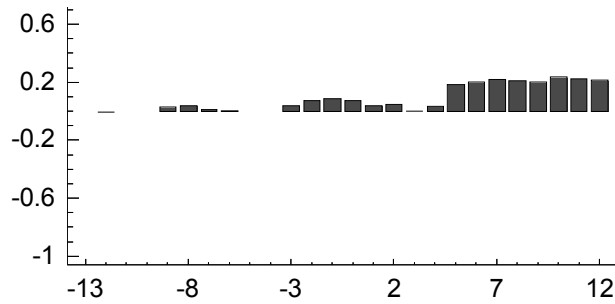


Рис. 6. Взаимная корреляционная функция чисел Вольфа и индекса SP&500

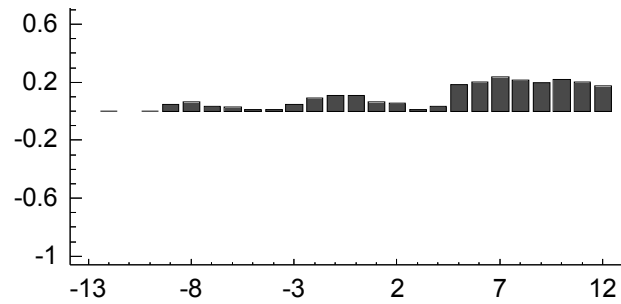


Рис. 7. Взаимная корреляционная функция чисел Вольфа и индекса DJI

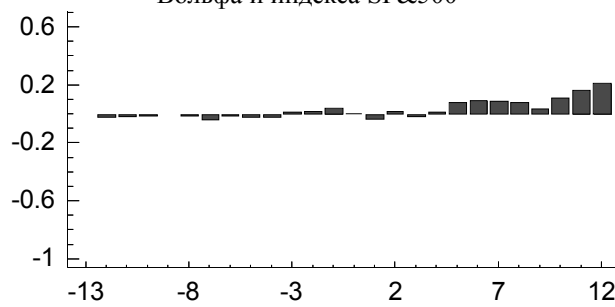


Рис. 8. Взаимная корреляционная функция чисел Вольфа и индекса NASDAQ

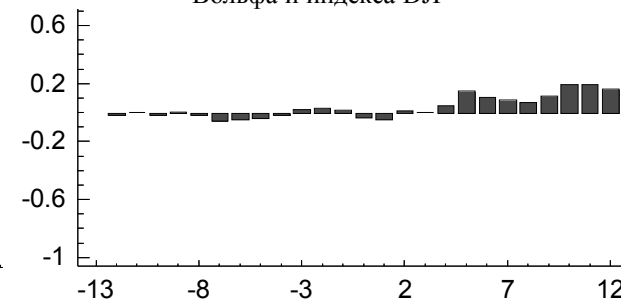


Рис. 9. Взаимная корреляционная функция чисел Вольфа и индекса NIKKEI 225

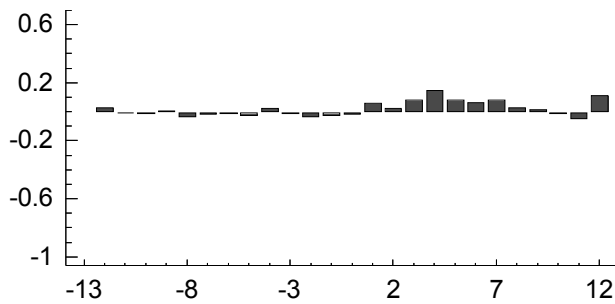


Рис. 10. Взаимная корреляционная функция чисел Вольфа и индекса ЗОЛОТО

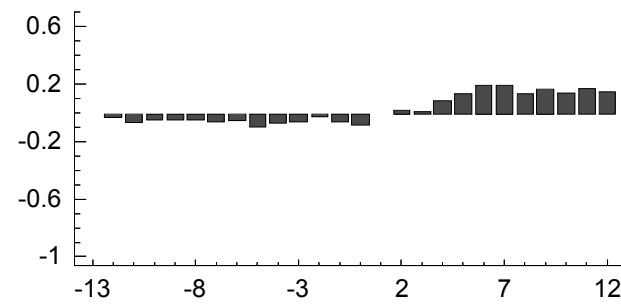


Рис. 11. Взаимная корреляционная функция чисел Вольфа и индекса АЛЮМИНИЙ

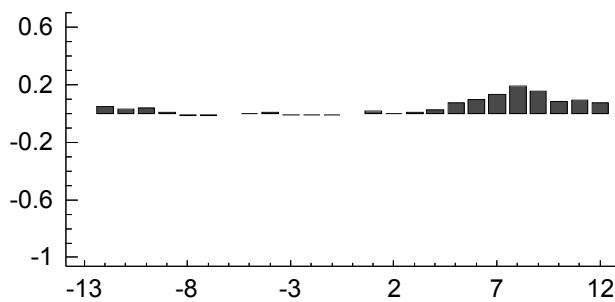


Рис. 12. Взаимная корреляционная функция чисел Вольфа и индекса НЕФТЬ

Из этих графиков следует, что связь между изучаемыми процессами очень слабая. Полученный результат противоречит выводу, сделанному при обработке данных, приведенных в табл. 1. Он может быть объяснён тем, что в нашей работе был принят намного меньший, по сравнению с работой [9], лаг при вычислении взаимной корреляционно функции. В нашем случае лаг был месячным, в то время как в работе [9] – годичным. В работе [15] отсутствие тренда в пронумерованной по какому-либо признаку последовательности данных определено как «отсутствия взаимосвязи между значениями реализаций наблюдаемой случайной величины и их номерами в выборочной последовательности».

Поэтому для проверки наличия тренда в изменении анализируемых показателей был выполнен их анализ по схеме, описанной в работе [14]. Для ряда показателей, расположенных в исходном порядке и упорядоченного по их возрастанию ряда вычисляли коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Для той пары показателей, для которой этот коэффициент выше, наличие тренда более вероятно. Обоснование этого дано в работах [11, 12]. Результаты расчётов приведены в табл. 4.

Из результатов расчёта следует, что лишь в изменении временных рядов показателей «Числа Вольфа» и «Золото» описанный критерий обнаружил присутствие тренда. Были получены, используя возможности системы STATGRAPHICS PLUS, статистически значимые кривые роста только для этих же показателей. Графики этих кривых приведены на рис. 13, 14, результаты расчётов приведены в табл. 5.

Для проверки этого наличия тренда в анализируемых временных рядах нами использован критерий Фостера-Стюарта. Так, как этот критерий, по нашему мнению, недостаточно описан в учебной литературе, рассмотрим его подробнее. Дальнейшее изложение выполнено согласно работе [15].

Статистики критерия имеют вид:

$$S = \sum_{i=2}^n S_i; \quad d = \sum_{i=2}^n d_i, \quad (4)$$

где $d_i = u_i - l_i; \quad S_i = u_i + l_i; \quad (5)$

если $x_i > x_{i-1}, \dots, x_1$, то $u_i = 1$, иначе $u_i = 0$; если $x_i < x_{i-1}, \dots, x_1$, то $l_i = 1$, иначе $l_i = 0$

Статистика S используется для проверки тренда в дисперсиях, статистика d – для выявления тренда в средних.

Очевидно, что:

$$0 \leq S \leq n-1 \quad \text{и} \quad -(n-1) \leq d \leq n-1 \quad (6)$$

При отсутствии тренда величины

$$t = \frac{d}{f} \quad \text{и} \quad \tilde{t} = \frac{S - f^2}{l}, \quad (7)$$

где $l = \sqrt{2 \ln n - 3.4253}, \quad (8)$

$$f = \sqrt{2 \ln n - 0.8456} \quad (9)$$

имеют распределение Стьюдента с $v = n$ степенями свободы. Формулы для f и l применяются при $n > 50$, их значения при $n < 50$ даны в таблице, приведенной в [15, С.519]

Если $|t|, |\tilde{t}| > t_{1+\alpha}/2$, то с доверительной вероятностью α нулевая гипотеза H_0 о существовании тренда принимается, в противоположном случае гипотеза H_0 отклоняется. Результаты вычислений статистики d для критерия Фостера-Стюарта приведены в табл. 6.

Следует отметить, полученные при этом выводы не полностью совпадают с результатами, полученными другими методами. Таким образом, это означает, что однозначный вывод о наличии (отсутствии) тренда в анализируемых рядах сделать нельзя и проблема требует дальнейшего изучения.

В работе [15, с. 519] таблицы параметров f и l приведены при условии $n=5(5)50$. При малых выборках желательно иметь табличные значения для всех n. Нами получены эти уравнения. Их вид, оценки коэффициентов и показатели качества показаны в табл. 7. Графики приведены на рис. 13, 14.

Таблица 4

Проверка наличия тренда во временных рядах с использованием коэффициента корреляции Спирмена

Коэффициент корреляции Спирмена	Наименование временного ряда									
	Числа Вольфа	ПФТ С	RTS	S&P 500	DJI	NAS-DAQ	NIKKEI 225	Золото	Алюминий	Нефть
Нижняя доверительная граница коэффициента корреляции	0.48	-0.34	-0.49	-0.60	-0.34	-0.01	-0.80	0.94	-0.58	0.19
Средина доверительного интервала коэффициента корреляции	0.66	-0.09	-0.27	-0.42	-0.55	0.16	-0.69	0.96	-0.38	0.43
Верхняя доверительная граница коэффициента корреляции	0.78	0.16	-0.03	-0.18		0.340	-0.52	0.98	-0.14	0.61

Таблица 5

Уравнения кривых роста показателей «Число Вольфа» и «Золото»

Наименование показателя	Вид уравнения	Величина Pv	Скорректированный коэффициент детерминации
Числа Вольфа, W	$W=17 \cdot 10^{-2} + 9,8 \cdot 10^{-3} t^2$	$< 10^{-3}$	71,4%
Золото, Au	$Au=1,13 + 4,49 \cdot 10^{-3} t^2$	$< 10^{-3}$	97,5%

Таблица 6

Проверка наличия тренда во временных рядах с использованием критерия Фостера-Стюарта

Значение статистики d	Наименование временного ряда									
	Числа Вольфа	ПФТС	RTS	S&P 500	DJI	NAS-DAQ	NIKKEI 225	Золото	Алюминий	Нефть
Расчётное значение величины t	0.74	1.11	0.37	2.95	2.21	0.74	4.43	8.86	2.95	4.80
Принятое решение ¹⁾	н	н ¹⁾	н	д	д	н	д	д	д	д

Примечание: ¹⁾ На уровне значимости 0,05 принимается гипотеза-тренд отсутствует, д- принимается гипотеза-тренд присутствует.

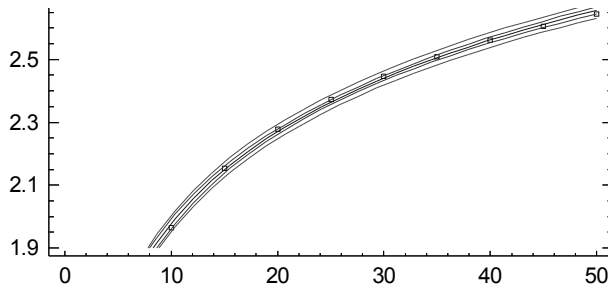


Рис. 13. Зависимость статистики f критерия Фостера-Стюарта для выборок объема $10 < n < 50$

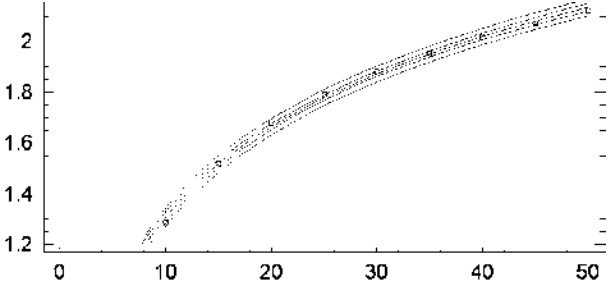


Рис. 14. Зависимость статистики k критерия Фостера-Стюарта для выборок объема $10 < n < 50$

Таблица 7

Интерполяционные уравнения для параметров f и l критерия Фостера-Стюарта

Наименование параметра	Вид уравнения	Величина R_v	Скорректированный коэффициент детерминации
f	$f=1,009+0,421 \ln(n)$	$<10^{-3}$	99,8%
l	$l=0,124+0,514 \ln(n)$	$<10^{-3}$	99,6%

Для проверки высказанной в работе [9] гипотезы о наличии временного лага между числами Вольфа и показателями экономической активности была вычислена взаимная корреляционная функция с лагом в один месяц для пар «Число Вольфа-Индекс фондового рынка». Коэффициент корреляции брали в виде коэффициента Спирмена. Результаты вычислений показаны в табл.8.

Из этой таблицы следует, что наибольшее влияние изменение чисел Вольфа оказывает на индекс ЗОЛОТО. Соответствующее уравнение имеет вид:

$$Au_t = 1.258 + 0.641W_{t-1} - 0.070W_{t-1}^2, \quad (9)$$

где Au_t – величина базисного темпа роста индекса ЗОЛОТО в момент времени t , W_{t-1} – величина базисного темпа роста числа Вольфа в момент времени $(t-1)$.

Данное уравнение имеет скорректированный коэффициент детерминации равный 70,3%. То есть качество его удовлетворительное.

Выводы

1. В работе проанализированы изменения среднемесячных, за период с января 2007 г. по декабрь 2011г., базисных темпов роста показателей солнечной активности – чисел Вольфа и показателей индексов фондового рынка: ПФТС, RTS, S&P500, DJI, NASDAQ, NIKKEI 225, а также индексы системообразующих рынков Золота, Алюминия и Нефти.

2. Установлено, что показатель Херста H за исследованный промежуток времени для ряда, образованного среднемесячными числами Вольфа равен 0,693, что свидетельствует о наличии тренда в развитии процесса.

Таблица 8

Взаимная корреляция между базисным темпом роста чисел Вольфа и аналогичными показателями индексов фондового рынка с лагом в один шаг

Коэффициент корреляции Спирмена	Наименование временного ряда									
	Числа Вольфа	ПФТС	RTS	S&P 500	DJI	NAS-DAQ	NIKKEI 225	Золото	Алюминий	Нефть
Нижняя доверительная граница коэффициента корреляции	1	0,10	-0,3	-0.02	0,04	0,38	-0,39	0.48	-0,09	0,18
Средина доверительного интервала коэффициента корреляции	1	0,35	0,22	0,23	0,29	0,58	-0,15	0.67	0,16	0,42
Верхняя доверительная граница коэффициента корреляции	1	0,55	0,45	0,46	0,51	0,72	0,10	0,79	0,40	0,61

3. Анализ взаимных корреляционных функций, при вычислении которых использовали пирсоновский коэффициент корреляции, показал отсутствие связи между рядами чисел Вольфа и рядами индексов фондового рынка.

4. Анализ взаимных корреляционных функций, при вычислении которых использовали коэффициент корреляции Спирмена, показал присутствие связи между рядами чисел Вольфа и временным рядом индекса ЗОЛОТО.

5. Для установления наличия тренда в исследуемых временных рядах использован критерий Фостера-Стюарта. Он показал наличие тренда в рядах чисел Вольфа и индекса ЗОЛОТО.

6. Получено удовлетворительное по качеству уравнение регрессии с запаздыванием на один шаг (один месяц), связывающее индекс солнечной активности (предиктор) и индекс рынка ЗОЛОТО (прогнозируемая величина).

Список литературы

1. Чижевский А.Л. Физические факторы исторического процесса / А.Л. Чижевский. – Калуга: 1-я госполиграфия, 1924. – 76 с.
2. Чижевский А.Л. Земное эхо солнечных бурь / А.Л. Чижевский – М.: Мысль, 1973. – 349 с.
3. Чижевский А.Л. Физические факторы исторического процесса [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.xsp.ru/ch/pub/outpub.php?id=676/27.04.2013> г.
4. Витинский Ю.И. Статистика пятнообразовательной деятельности Солнца / Ю.И. Витинский, М. Копецкий, Г.В. Куклин. – М.: Наука, 1986. – 201 с.
5. Среднемесячные числа Вольфа. [Электронный ресурс] / http://www.kosmofizika.ru/spravka/data/wolf_monthly.txt / 27.04.2013 г. – Загл. с экрана.

6. Шноль С.Э. Космофизические факторы в случайных процессах. / С.Э. Шноль. – Стокгольм : Изд. Svenska fysikarkivet, 2009. – 388 с.

7. Найман Э.Л. Трейдер-инвестор, разд. Статистическое приложение. Проверка гипотезы о влиянии солнечной активности на фондовый рынок [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://biblio-trade.com/nyman_trader49.html/.

8. Белкин В.А. Нетрадиционные теории цикличности: цикличность солнечной активности и цикличность развития экономики / В.А. Белкин, С.А. Полуяхтов // Вопросы управления. – 2011. – № 2 (15). – С. 57-65.

9. Филер З.Е. Мировые циклы экономики и солнечная активность / З.Е. Филер, А.Н. Дреев / Культура народов Причерноморья. – 2001. – № 205. – С. 228-231.

10. Полуяхтов С.А. Циклы солнечной активности как основа циклов банковской процентной ставки / С.А. Полуяхтов, В.А. Белкин // Вестник Челябинского государственного университета. – 2011. – № 6 (221). – С. 39-43.

11. Айвазян С.А. Статистическое исследование зависимостей / А.С. Айвазян. – М: Металлургия, 1968. – 227 с.

12. Теория статистики с основами теории вероятностей / И.И. Елисеева, В.С. Князевский, Л.И. Ниворожкина, З.А. Морозова; под ред. И.И. Елисеевой. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 446 с.

13. Найман Э. Расчёт показателя Херста с целью выявления трендовости (персистентности) финансовых рынков и макроэкономических индикаторов / Э. Найман // Экономист. – 2009. – № 10. – С. 25-29.

14. Кондрашова Н.В. Анализ случайности и степени гетерогенности временного ряда / Н.В. Кондратова // Индуктивные моделирование складных систем. – 2010. – № 2. – С. 90-100.

15. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников / А.И. Кобзарь. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с.

Поступила в редколлегию 5.03.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.А. Гороховатский, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

ПЕРЕВІРКА ГІПОТЕЗИ ПРО НАЯВНІСТЬ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ СЕРЕДНЬОМІСЯЧНИМИ ІНДЕКСАМИ СОНЯЧНОЇ І БІРЖОВОЇ АКТИВНОСТІ

В.Ю. Дубницький, О.І. Ходирєв

У роботі проаналізовані зміни середньомісячних, за період з січня 2007 р. по грудень 2011 р., базисних темпів зростання показників сонячної активності – чисел Вольфа і показників індексів фондового ринку: ПФТС, RTS, S&P500, DJI, NASDAQ, NIKKEI 225, а також індекси системоутворюючих ринків Золота, Алюмінію і Нафти. Показник Херста H за цей проміжок часу для ряду чисел Вольфа дорівнює 0,693, що свідчить про наявність тренда в розвитку процесу. Аналіз взаємних кореляційних функцій показав присутність тренда між часовими рядами чисел Вольфа і індексом ЗОЛОТО. Застосування критерію Фостера-Стюарта виявила наявність тренда в рядах чисел Вольфа і індексу ЗОЛОТО. Отримано рівняння регресії, що встановлює зв'язок між індексом сонячної активності (предиктор) і індексом ринку ЗОЛОТО (прогнозована величина).

Ключові слова: сонячна активність, числа Вольфа, індекси фондового ринку, біржова активність, взаємні кореляційні функції, критерій Фостера – Стюарта, індекс Херста, регресійні рівняння.

HYPOTHESIS VERIFICATION ABOUT CONNECTION BETWEEN AVERAGE MONTHLY INDEXES OF SUN AND EXCHANGE ACTIVITY

V.Iu. Dubnytskyi, A.I. Khodyrev

The changes of average monthly are in-process analysed, for period from January, 2007 to December 2011, base rates of growth of indexes of sun activity – Vol'f numbers and indexes of indexes of fund market: PFTS, RTS, S&P500, DJI, NASDAQ, NIKKEI 225, and also indexes of markets of Gold, Aluminium and Oil. The Herst index H for this interval of time for the row of Vol'f numbers is equal to 0,693, that testifies to the presence of mpenda in development of process. The analysis of mutual cross-correlation functions rotined the presence of mpenda between the temporal rows of Vol'f numbers of and index GOLD. The presence of mpenda found out application of Foster – Styuart criterion in rows Vol'f numbers of and index GOLD. Equalization of regression, establishing a connection between the index of sun activity (npедиктор) and market index GOLD, is got (forecast size).

Keywords: sun activity, Vol'f numbers, indexes of fund market, exchange activity, mutual cross-correlation functions, Foster – Cmoapmriterion, Herst index, regressive equalizations.