# Анализ состояния фондового рынка на основе многомерных копула-функций

#### Выполнила:

Научный руководитель:

д.ф.-м.наук Бронштейн Е.М.

### Цель и задачи

**Целью работы** является исследование внутренней зависимости во временных рядах цен акций с помощью копула- и автокорреляционных функций.

#### Задачи:

- 1. Разработка методики применения многомерных копулафункций к анализу временных рядов курсов акций;
- 2. Построение статистических оценок трехмерных копулафункций и определение на их основе типа связи во временных рядах;
- 3. Построение автокорреляционных функций временных рядов;
- 4. Анализ результатов, полученных с помощью копула- и автокорреляционных функций.

### Основные определения

**Копула** (лат. *Сориlа*-пара) — это функция многомерного распределения, определённая на п-мерном единичном кубе  $[0,1]^n$ , такая, что каждое её маргинальное распределение равномерно на интервале [0,1].

**Автокорреляция** — статистическая взаимосвязь между случайными величинами из одного ряда, но взятыми со сдвигом по времени.

**Автокорреляционная функция** (АКФ) определяется интегралом:

$$\Psi(\tau) = \int_0^\infty f(t)f(t-\tau)dt$$

и показывает связь функции f(t) с копией самой себя, смещенной на величину  $\tau$ .

### Эталонные копула-фунции

• Независимая копула-функция:

$$\mathbf{C}^{\perp}(u_1...u_n)=u_1*...*u_n.$$

• Комонотонная копула-функция:

$$C_{\max}(u_1...u_n)=\min\{u_1...u_n\}.$$



### Этапы исследования

- Берется временной ряд цен акций компании, а также два ряда, полученные из исходного с помощью сдвига на величины  $t_1$  и  $t_2$ , находящиеся в промежутке от 1 до 10, причём  $t_1 < t_2$ .
- Строится статистическая оценка трёхмерной копула-функции на решётке с шагом 1/N.

 $\{u_{0_k}, u_{1_k}, u_{2_k}\}_{k=1}^n$  - результаты наблюдений, где  $u_0$  - исходный временной ряд,

#### Дано:

 $u_1$  и  $u_2$  -временные ряды, сдвинутые относительно исходного на величины  $t_1$  и  $t_2$ , n – число наблюдений (причем n>>N),  $u_{0(i)}, u_{1(j)}, u_{2(g)}$  - соответствующие порядковые статистики, n(i,j,g)/n — оценка значения копула-функции  $C\left(\frac{i}{N},\frac{j}{N},\frac{g}{N}\right)$ , где n(i,j,g) — число троек выборки  $\{u_{0_k},u_{1_k},u_{2_k}\}$ , для которого выполняются неравенства:  $u_{0_k} \le u_{0\left\lceil \frac{in}{N} \right\rceil}, \ u_{1_k} \le u_{1\left\lceil \frac{jn}{N} \right\rceil}, u_{2_k} \le u_{2\left\lceil \frac{gn}{N} \right\rceil}.$ 

### Этапы исследования

- 3. Вычисляются расстояния до эталонной копула-функции  $C^*$ , в качестве которой поочередно используются  $C^\perp$  и  $C_{\max}$ . Расчет производится по формуле:  $\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sum_{g=1}^N \left| C\left(\frac{i}{N}, \frac{j}{N}, \frac{g}{N}\right) C^*\left(\frac{i}{N}, \frac{j}{N}, \frac{g}{N}\right) \right|$
- 4. Строятся автокорреляционные функции:  $\Psi(\tau) = \int_0^\infty u_0(t)u_0(t-\tau)dt$
- 5. Проводится сравнительный анализ расчётов, полученных с помощью копулаи автокорреляционных функций.

### Исходные данные

	Российские компании	Аббревиатуры	Иностранные компании	Аббревиатуры	
	Иркутскэнерго	IRGZ	Chevron Corporation	CVX	
IK3	Кубаньэнерго	KUBE	Exxon Mobil Corporation	XOM	5
L'EL	Ленэнерго	LSNG	Suncor Energy Inc	SU	do l
Энергетика	Мосэнерго	MSNG	TOTAL SA	TOT	Опертегика
7752	лукойл	LKOH	EMC Corporation	EMC	+
компании	Роснефть	ROSN	Google Inc	GOOG	
MITE	Газпромнефть	SIBN	Intel Corporation	INTC	=
КОМПАНИИ	Сургутнефтегаз	SNGS	Microsoft Corporation	MSFT	

Таблица 1. Список акций анализируемых компаний

### Применение аппарата копула-функций для исследования акций Google Inc.

			$\tau_2$									
	2008	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	-
	1	р. до Стах	0,738	0,925	1,079	1,233	1,388	1,492	1,638	1,779	1,988	
		р. до С⊥	17,263	17,075	16,921	16,767	16,613	16,508	16,363	16,221	16,013	
	2		р. до Стах	0,963	1,079	1,292	1,392	1,563	1,613	1,808	1,938	
			р. до С⊥	17,038	16,921	16,708	16,608	16,438	16,388	16,192	16,063	
	3			р. до Стах	1,083	1,283	1,475	1,583	1,696	1,779	1,950	
				р. до С⊥	16,917	16,717	16,525	16,417	16,304	16,221	16,050	
	4				р. до Стах	1,229	1,404	1,604	1,675	1,813	1,904	
					р. до С⊥	16,771	16,596	16,396	16,325	16,188	16,096	
	5					р. до Стах	1,383	1,542	1,725	1,838	1,954	
						р. до С⊥	16,617	16,458	16,275	16,163	16,046	
	6						р. до Стах	1,500	1,629	1,858	1,963	
	-						р. до С⊥	16,500	16,371	16,142	16,038	
	7							р. до Стах	1,596	1,767	2,017	
								р. до С—	16,404	16,233	15,983	
	8								р. до Стах	1,729	1,925	
	9	_							р. до С⊥	16,271	16,075 1,917	
	9									р. до Стах р. до С <sup>⊥</sup>	16,083	
	10									р. до с—	р. до Стах	
											р. до с⊪ал	
	2009	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	1	р. до Стах	0,629	0,667	0,646	0,729	0,804	0,817	0,817	0,867	0,871	
		р. до С <sup>⊥</sup>	17,371	17,333	17,354	17,271	17,196	17,183	17,183	17,133	17,129	
	2		р. до Стах		0,688	0,713	0,788	0,850	0,858	0,900	0,904	
			р. до С▲	17,363	17,313	17,288	17,213	17,150	17,142	17,100	17,096	
	3			р. до Стах	0,663	0,721	0,738	0,817	0,825	0,883	0,888	
	4		-	р. до С-	17,338	17,279	17,263 0,750	17,183	17,175 0,796	17,117 0,858	17,113 0,888	
	4				р. до Стах р. до С⊥	0,692 17,308	17,250	0,796 17,204	17,204	17,142	17,113	
	5				р. до С—	р. до Cmax	0,729	0,792	0,821	0,883	0,908	
	3					р. до спах	17,271	17,208	17,179	17,117	17,092	
	6	-				р. до с	р. до Стах	0,742	0,788	0,875	0,913	
	Ü						р. до сШ	17,258	17,213	17,125	17,088	
	7						р. до с	р. до Стах	0,725	0,842	0,888	
								р. до с⊥	17,275	17,158	17,113	
	8								р. до Стах	0,771	0,842	
									р. до С⊥	17,229	17,158	
	9									р. до Стах	0,817	
										р. до С⊥	17,183	
	10										р. до Стах	
											р. до С⊥	
	2010	1	-	-	4	-		-		9	40	
	1	р. до Стах	0,992	3 1,213	1,463	5 1,729	6 1,917	7 2,125	2,379	2,617	10 2,829	
	*	р. до СНах	17,008	16,788	16,538	16,271	16,083	15,875	15,621	15,383	15,171	
	2	p. Mo o	р. до Стах	1,213	1,446	1,713	1,883	2,171	2,346	2,608	2,825	
	_		р. до С⊥	16,788	16,554	16,288	16,117	15,829	15,654	15,392	15,175	
	3			р. до Стах	1,467	1,700	1,875	2,146	2,400	2,579	2,808	
				р. до С-	16,533	16,300	16,125	15,854	15,600	15,421	15,192	
	4				р. до Стах	1,713	1,858	2,129	2,371	2,633	2,779	
					р. до С⊥	16,288	16,142	15,871	15,629	15,367	15,221	
	5					р. до Стах	1,888	2,129	2,371	2,613	2,842	
Ĭ						р. до С⊥	16,113	15,871	15,629	15,388	15,158	
	6						р. до Стах	2,079	2,288	2,521	2,742	
							р. до С⊥	15,921	15,713	15,479	15,258	
	7							р. до Стах	2,350	2,563	2,779	
								р. до С—	15,650	15,438	15,221	
	8								р. до Стах	2,575	2,763	
	9								р. до С⊥	15,425 р. до Стах	15,238 2,779	
	9									р. до Стах р. до С <sup>⊥</sup>	15,221	
	10									р. до С	р. до Cmax	
											р. до с⊪ах	

2011	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	р. до Стах	1,558	2,063	2,508	2,942	3,271	3,563	3,854	4,146	4,513
	р. до С⊥	16,442	15,938	15,492	15,058	14,729	14,438	14,146	13,854	13,488
2		р. до Стах	2,042	2,508	2,971	3,313	3,671	3,908	4,263	4,563
		р. до С⊥	15,958	15,492	15,029	14,688	14,329	14,092	13,738	13,438
3			р. до Стах	2,508	2,979	3,358	3,729	4,033	4,321	4,675
			р. до С⊥	15,492	15,021	14,642	14,271	13,967	13,679	13,325
4				р. до Стах	2,904	3,292	3,700	4,013	4,367	4,663
				р. до С⊥	15,096	14,708	14,300	13,988	13,633	13,338
5					р. до Стах	3,225	3,629	4,000	4,363	4,725
					р. до С⊥	14,775	14,371	14,000	13,638	13,275
6						р. до Стах	3,475	3,842	4,267	4.638
						р. до С⊥	14,525	14,158	13,733	13,363
7				1			р. до Стах	3,729	4,163	4,592
							р. до С⊥	14,271	13,838	13,408
8							J. H.	р. до Стах	4.017	4,454
								р. до С-	13,983	13,546
9									р. до Стах	4,354
70									р. до С⊥	13.646
10										р. до Ста
										р. до С⊥
										р. до С⊥
1043							_			
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
	р. до Стах	0,892	1,192	1,454	1,683	1,867	2,088	2,296	2,504	10 2,721
1		0,892 17,108	1,192 16,808	1,454 16,546	1,683 16,317	1,867 16,133	2,088 15,913	2,296 15,704	2,504 15,496	10 2,721 15,279
1	р. до Стах	0,892 17,108 р. до Стах	1,192 16,808 1,188	1,454 16,546 1,513	1,683 16,317 1,721	1,867 16,133 1,958	2,088 15,913 2,142	2,296 15,704 2,371	2,504 15,496 2,579	10 2,721 15,279 2,767
2	р. до Стах	0,892 17,108 р. до Стах р. до С <sup>⊥</sup>	1,192 16,808 1,188 16,813	1,454 16,546 1,513 16,488	1,683 16,317 1,721 16,279	1,867 16,133 1,958 16,042	2,088 15,913 2,142 15,858	2,296 15,704 2,371 15,629	2,504 15,496 2,579 15,421	10 2,721 15,279 2,767 15,233
2	р. до Стах	0,892 17,108 р. до Стах р. до С <sup>⊥</sup>	1,192 16,808 1,188 16,813 р. до Стах	1,454 16,546 1,513 16,488 1,463	1,683 16,317 1,721 16,279 1,729	1,867 16,133 1,958 16,042 1,958	2,088 15,913 2,142 15,858 2,196	2,296 15,704 2,371 15,629 2,383	2,504 15,496 2,579 15,421 2,604	10 2,721 15,279 2,767 15,233 2,796
2	р. до Стах	0,892 17,108 р. до Стах р. до С <sup>⊥</sup>	1,192 16,808 1,188 16,813	1,454 16,546 1,513 16,488 1,463 16,538	1,683 16,317 1,721 16,279 1,729 16,271	1,867 16,133 1,958 16,042 1,958 16,042	2,088 15,913 2,142 15,858 2,196 15,804	2,296 15,704 2,371 15,629 2,383 15,617	2,504 15,496 2,579 15,421 2,604 15,396	10 2,721 15,279 2,767 15,233 2,796 15,204
2	р. до Стах	0,892 17,108 р. до Стах р. до С <sup>⊥</sup>	1,192 16,808 1,188 16,813 р. до Стах р. до С <sup>⊥</sup>	1,454 16,546 1,513 16,488 1,463 16,538 p. go Cmax	1,683 16,317 1,721 16,279 1,729 16,271 1,704	1,867 16,133 1,958 16,042 1,958 16,042 1,996	2,088 15,913 2,142 15,858 2,196 15,804 2,225	2,296 15,704 2,371 15,629 2,383 15,617 2,471	2,504 15,496 2,579 15,421 2,604 15,396 2,650	10 2,721 15,279 2,767 15,233 2,796 15,204 2,858
2	р. до Стах	0,892 17,108 р. до Стах р. до С <sup>⊥</sup>	1,192 16,808 1,188 16,813 р. до Стах р. до С <sup>⊥</sup>	1,454 16,546 1,513 16,488 1,463 16,538	1,683 16,317 1,721 16,279 1,729 16,271	1,867 16,133 1,958 16,042 1,958 16,042 1,996 16,004	2,088 15,913 2,142 15,858 2,196 15,804 2,225 15,775	2,296 15,704 2,371 15,629 2,383 15,617 2,471 15,529	2,504 15,496 2,579 15,421 2,604 15,396 2,650 15,350	10 2,721 15,279 2,767 15,233 2,796 15,204 2,858 15,142
1 2 3 4	р. до Стах	0,892 17,108 р. до Стах р. до С <sup>⊥</sup>	1,192 16,808 1,188 16,813 р. до Стах р. до С <sup>⊥</sup>	1,454 16,546 1,513 16,488 1,463 16,538 р. до Стах р. до С	1,683 16,317 1,721 16,279 1,729 16,271 1,704 16,296 р. до Стах	1,867 16,133 1,958 16,042 1,958 16,042 1,996 16,004 1,925	2,088 15,913 2,142 15,858 2,196 15,804 2,225 15,775 2,196	2,296 15,704 2,371 15,629 2,383 15,617 2,471 15,529 2,429	2,504 15,496 2,579 15,421 2,604 15,396 2,650 15,350 2,671	10 2,721 15,279 2,767 15,233 2,796 15,204 2,858 15,142 2,829
1 2 3 4	р. до Стах	0,892 17,108 р. до Стах р. до С <sup>⊥</sup>	1,192 16,808 1,188 16,813 р. до Стах р. до С <sup>⊥</sup>	1,454 16,546 1,513 16,488 1,463 16,538 р. до Стах р. до С	1,683 16,317 1,721 16,279 1,729 16,271 1,704 16,296	1,867 16,133 1,958 16,042 1,958 16,042 1,996 16,004 1,925 16,075	2,088 15,913 2,142 15,858 2,196 15,804 2,225 15,775 2,196 15,804	2,296 15,704 2,371 15,629 2,383 15,617 2,471 15,529 2,429 15,571	2,504 15,496 2,579 15,421 2,604 15,396 2,650 15,350 2,671 15,329	10 2,721 15,279 2,767 15,233 2,796 15,204 2,858 15,142 2,829 15,171
1 2 3 4	р. до Стах	0,892 17,108 р. до Стах р. до С <sup>⊥</sup>	1,192 16,808 1,188 16,813 р. до Стах р. до С <sup>⊥</sup>	1,454 16,546 1,513 16,488 1,463 16,538 р. до Стах р. до С	1,683 16,317 1,721 16,279 1,729 16,271 1,704 16,296 р. до Стах	1,867 16,133 1,958 16,042 1,958 16,042 1,996 16,004 1,925 16,075 р. до Стах	2,088 15,913 2,142 15,858 2,196 15,804 2,225 15,775 2,196 15,804 2,154	2,296 15,704 2,371 15,629 2,383 15,617 2,471 15,529 2,429 15,571 2,421	2,504 15,496 2,579 15,421 2,604 15,396 2,650 15,350 2,671 15,329 2,650	10 2,721 15,279 2,767 15,233 2,796 15,204 2,858 15,142 2,829 15,171
1 2 3 4	р. до Стах	0,892 17,108 р. до Стах р. до С <sup>⊥</sup>	1,192 16,808 1,188 16,813 р. до Стах р. до С <sup>⊥</sup>	1,454 16,546 1,513 16,488 1,463 16,538 р. до Стах р. до С	1,683 16,317 1,721 16,279 1,729 16,271 1,704 16,296 р. до Стах	1,867 16,133 1,958 16,042 1,958 16,042 1,996 16,004 1,925 16,075 р. до Стах р. до С <sup>⊥</sup>	2,088 15,913 2,142 15,858 2,196 15,804 2,225 15,775 2,196 15,804 2,154	2,296 15,704 2,371 15,629 2,383 15,617 2,471 15,529 2,429 15,571	2,504 15,496 2,579 15,421 2,604 15,396 2,650 15,350 2,671 15,329	10 2,721 15,279 2,767 15,233 2,799 15,204 2,858 15,142 2,829 15,171 2,871
1 2 3 4 5	р. до Стах	0,892 17,108 р. до Стах р. до С <sup>⊥</sup>	1,192 16,808 1,188 16,813 р. до Стах р. до С <sup>⊥</sup>	1,454 16,546 1,513 16,488 1,463 16,538 р. до Стах р. до С	1,683 16,317 1,721 16,279 1,729 16,271 1,704 16,296 р. до Стах	1,867 16,133 1,958 16,042 1,958 16,042 1,996 16,004 1,925 16,075 р. до Стах	2,088 15,913 2,142 15,858 2,196 15,804 2,225 15,775 2,196 15,804 2,154 15,846 p. до Стах	2,296 15,704 2,371 15,629 2,383 15,617 2,471 15,529 2,429 15,571 2,421	2,504 15,496 2,579 15,421 2,604 15,396 2,650 15,350 2,671 15,329 2,650	10 2,721 15,279 2,767 15,233 2,799 15,204 2,858 15,142 2,829 15,171 2,871
1 2 3 4 5	р. до Стах	0,892 17,108 р. до Стах р. до С <sup>⊥</sup>	1,192 16,808 1,188 16,813 р. до Стах р. до С <sup>⊥</sup>	1,454 16,546 1,513 16,488 1,463 16,538 р. до Стах р. до С	1,683 16,317 1,721 16,279 1,729 16,271 1,704 16,296 р. до Стах	1,867 16,133 1,958 16,042 1,958 16,042 1,996 16,004 1,925 16,075 р. до Стах	2,088 15,913 2,142 15,858 2,196 15,804 2,225 15,775 2,196 15,804 2,154	2,296 15,704 2,371 15,629 2,383 15,617 2,471 15,529 2,429 15,571 2,421 15,579	2,504 15,496 2,579 15,421 2,604 15,396 2,650 15,350 2,671 15,329 2,650 15,350	10 2,721 15,279 2,767 15,233 2,796 15,204 2,858 15,142 2,829
1 2 3 4 5	р. до Стах	0,892 17,108 р. до Стах р. до С <sup>⊥</sup>	1,192 16,808 1,188 16,813 р. до Стах р. до С <sup>⊥</sup>	1,454 16,546 1,513 16,488 1,463 16,538 р. до Стах р. до С	1,683 16,317 1,721 16,279 1,729 16,271 1,704 16,296 р. до Стах	1,867 16,133 1,958 16,042 1,958 16,042 1,996 16,004 1,925 16,075 р. до Стах	2,088 15,913 2,142 15,858 2,196 15,804 2,225 15,775 2,196 15,804 2,154 15,846 p. до Стах	2,296 15,704 2,371 15,629 2,383 15,617 2,471 15,529 2,429 15,571 2,421 15,579 2,375	2,504 15,496 2,579 15,421 2,604 15,396 2,650 15,350 2,671 15,329 2,650 15,350 2,633	10 2,721 15,279 2,767 15,233 2,796 15,204 2,858 15,142 2,829 15,171 2,871 15,129 2,854
1 2 3 4 5	р. до Стах	0,892 17,108 р. до Стах р. до С <sup>⊥</sup>	1,192 16,808 1,188 16,813 р. до Стах р. до С <sup>⊥</sup>	1,454 16,546 1,513 16,488 1,463 16,538 р. до Стах р. до С	1,683 16,317 1,721 16,279 1,729 16,271 1,704 16,296 р. до Стах	1,867 16,133 1,958 16,042 1,958 16,042 1,996 16,004 1,925 16,075 р. до Стах	2,088 15,913 2,142 15,858 2,196 15,804 2,225 15,775 2,196 15,804 2,154 15,846 p. do CMax p. do CL	2,296 15,704 2,371 15,629 2,383 15,617 2,471 15,529 2,429 15,571 2,421 15,579 2,375 15,625	2,504 15,496 2,579 15,421 2,604 15,396 2,650 15,350 2,671 15,329 2,650 15,350 2,633 15,367	10 2,721 15,279 2,767 15,233 2,796 15,204 2,858 15,142 2,829 15,171 2,871 15,129 2,854 15,146
1 2 3 4 5 6	р. до Стах	0,892 17,108 р. до Стах р. до С <sup>⊥</sup>	1,192 16,808 1,188 16,813 р. до Стах р. до С <sup>⊥</sup>	1,454 16,546 1,513 16,488 1,463 16,538 р. до Стах р. до С	1,683 16,317 1,721 16,279 1,729 16,271 1,704 16,296 р. до Стах	1,867 16,133 1,958 16,042 1,958 16,042 1,996 16,004 1,925 16,075 р. до Стах	2,088 15,913 2,142 15,858 2,196 15,804 2,225 15,775 2,196 15,804 2,154 15,846 p. do CMax p. do CL	2,296 15,704 2,371 15,629 2,383 15,617 2,471 15,529 2,429 15,571 2,421 15,579 2,375 15,625 p. до Cmax	2,504 15,496 2,579 15,421 2,604 15,396 2,650 15,350 2,671 15,329 2,650 15,350 2,633 15,367 2,592	10 2,721 15,279 2,767 15,233 2,796 15,204 2,858 15,142 2,829 15,171 2,871 15,129 2,854 15,146 2,846 15,154
1 2 3 4 5	р. до Стах	0,892 17,108 р. до Стах р. до С <sup>⊥</sup>	1,192 16,808 1,188 16,813 р. до Стах р. до С <sup>⊥</sup>	1,454 16,546 1,513 16,488 1,463 16,538 р. до Стах р. до С	1,683 16,317 1,721 16,279 1,729 16,271 1,704 16,296 р. до Стах	1,867 16,133 1,958 16,042 1,958 16,042 1,996 16,004 1,925 16,075 р. до Стах	2,088 15,913 2,142 15,858 2,196 15,804 2,225 15,775 2,196 15,804 2,154 15,846 p. do CMax p. do CL	2,296 15,704 2,371 15,629 2,383 15,617 2,471 15,529 2,429 15,571 2,421 15,579 2,375 15,625 p. до Cmax	2,504 15,496 2,579 15,421 2,604 15,396 2,650 15,350 2,671 15,329 2,650 15,350 2,633 3,536 2,633 15,367 2,592	10 2,721 15,279 2,767 15,233 2,796 15,204 2,858 15,142 2,829 15,171 2,871 15,129 2,854 15,146
2 3 4 5 6 7	р. до Стах	0,892 17,108 р. до Стах р. до С <sup>⊥</sup>	1,192 16,808 1,188 16,813 р. до Стах р. до С <sup>⊥</sup>	1,454 16,546 1,513 16,488 1,463 16,538 р. до Стах р. до С	1,683 16,317 1,721 16,279 1,729 16,271 1,704 16,296 р. до Стах	1,867 16,133 1,958 16,042 1,958 16,042 1,996 16,004 1,925 16,075 р. до Стах	2,088 15,913 2,142 15,858 2,196 15,804 2,225 15,775 2,196 15,804 2,154 15,846 p. do CMax p. do CL	2,296 15,704 2,371 15,629 2,383 15,617 2,471 15,529 2,429 15,571 2,421 15,579 2,375 15,625 p. до Cmax	2,504 15,496 2,579 15,421 2,604 15,396 2,650 15,350 2,671 15,329 2,650 2,633 15,367 2,592 15,408 p. до Cmax	10 2,721 15,279 2,767 15,233 2,796 15,204 2,858 15,142 2,829 15,171 2,871 15,129 2,854 15,146 15,154 15,146 15,154

Таблицы 2. Суммы отклонений статистических оценок копула-функций от эталонных за 2008-2012гг

### Таблица 3. Динамика связей в ряду данных в зависимости от макроэкономических факторов за 2008-2012гг

Год	Макроэкономические факторы	Динамика комонотонной (красн.) и независимой (син.) связей в ряду данных компании Google
2008	Начало мирового финансового кризиса	-
2009	Формирование предпосылок для перевода кризиса в хроническую затяжную стадию	1 1
2010	Мировая экономика начинает постепенно выходить из рецессии	J T
2011	Мировая экономика сбавила темпы роста. Сектор IT успешно развивается. Растет спрос на электронные услуги среди населения	J T
2012	Сектор IT переживает бурный рост. Google приобрел Motorolla Mobiliti, оказавшееся плохим вложением средств	1 1

### Применение аппарата копула-функций для исследования акций Google Inc.

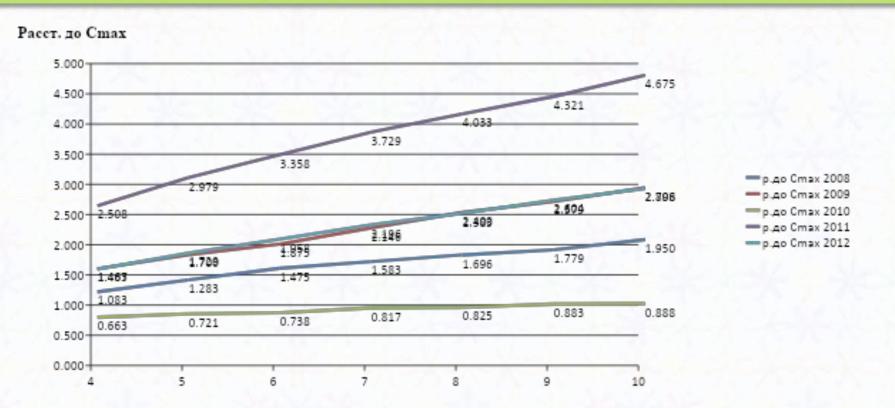


Рисунок 1. Динамика сумм отклонений расчетных копула-функций от комонотонной за 2008-2012 гг (для  $t_1$ =3)

### Применение аппарата копула-функций для исследования акций Google Inc.

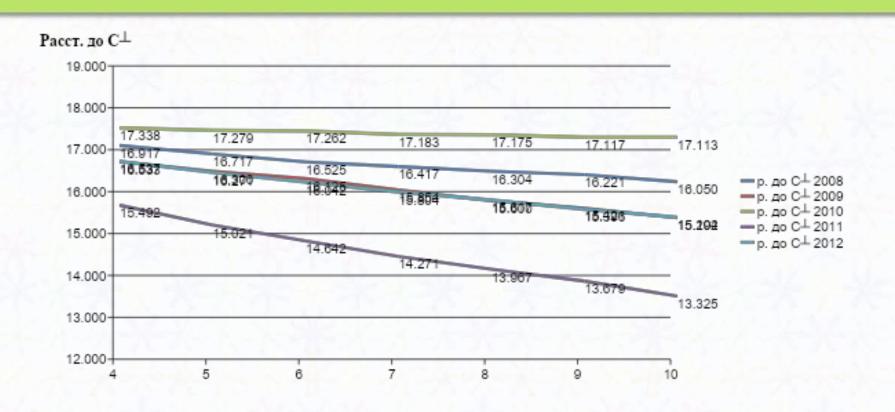


Рисунок 2. Динамика сумм отклонений расчетных копула-функций от независимой за 2008-2012 гг (для  $t_1$ =3)

## Применение аппарата автокорреляционных функций для исследования акций Google Inc.

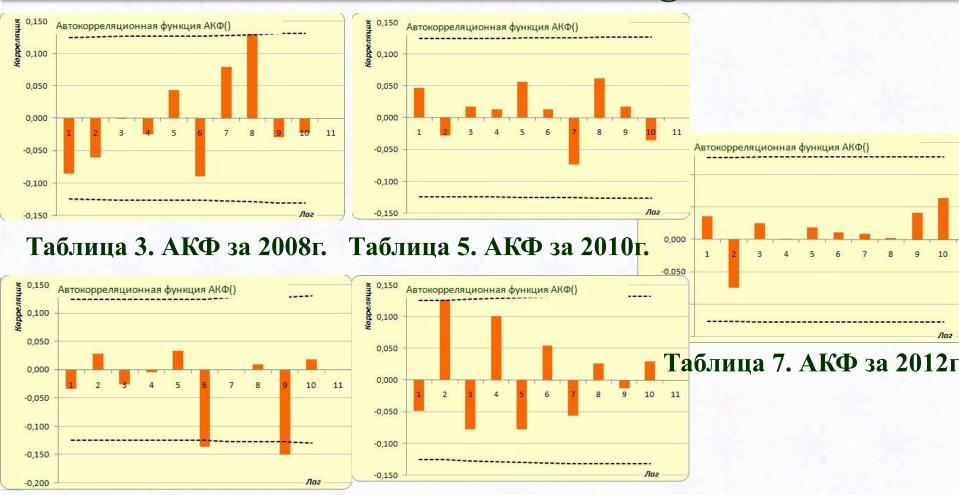


Таблица 4. АКФ за 2009г.

Таблица 6. АКФ за 2011г.

### Выводы

Произведена оценка характера связи внутри временного ряда в зависимости от величины временных лагов с использованием копулафункций.

Было выявлено, что:

- 1. Комонотонная связь внутри ряда выражена сильнее, чем независимая.
- 2. Во время экономического подъёма во временном ряду усиливается независимость, а во время экономического спада комонотонная связь между наблюдениями.
- 3. При увеличении комонотонной связи разброс расстояний до эталонных копула-функций при увеличении временных лагов уменьшается, то есть прогноз цены акции становится более обоснованным.
- 4. Были построены автокорреляционные функции и произведено сравнение результатов, полученных с помощью копула- и автокорреляционных функций.

#### А. И. Авзалова, М.В. Филиппова.

Исследование динамики цен акций с помощью копула-функций.

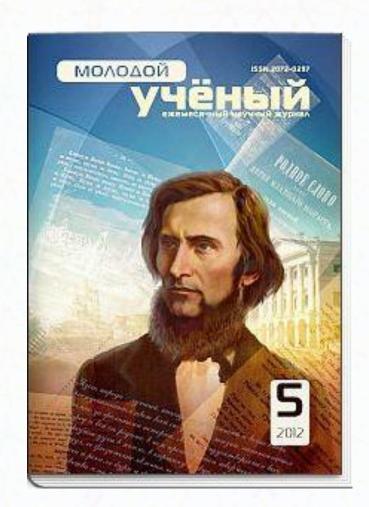
#### Молодой ученый:

ежемесячный научный журнал.

Том 2  $N_{2}5(40)/2012$ .

Чита: ООО Молодой ученый.

C. 232-238



### Спасибо за внимание!

### Результаты исследования Иностранный IT сектор

Год	Экономические факторы	20000	амика зателей	Коррел яция
		Go	ogle	
		ком	нез	
	Сектор IT			
2009	Формирование предпосылок для перевода кризиса в хроническую затяжную стадию	*	~	+(6,9)
2010	Мировая экономика начинает постепенно выходить из рецессии	~	Я	**
2011	Сектор IT успешно развивается. Растет спрос на электронные услуги среди населения	~	<b>*</b>	¥
2012	Google приобрел Motorolla Mobiliti, оказавшееся плохим вложением средств	,	~	-
		E	MC	
		KOM	нез	
2009	Слияние с компанией Data Domain. Выпуск нового поколения систем хранения данных корпоративного класса.	~	*	+(4)
2010	Мировая экономика начинает постепенно выходить из рецессии	~	*	+(6)
2011	Угроза второй волны кризиса	7	~	-
2012	Сектор IT переживает бурный рост.	~	~	+(10)

		ь	ntel	
		ком	нез	36
2009	Формирование предпосылок для перевода кризиса в хроническую затяжную стадию	<b>*</b>	~	+(9)
2010	Мировая экономика начинает постепенно выходить из рецессии	~	<b>*</b>	+(6)
2011	Из-за накладок с поставкой жестких дисков доход компании снизился	~	~	84 58
2012	Рынок РС все еще не может оправиться от «планшетного удара». Подразделения Intel, связанные с персональными компьютерами имеют низкий доход	~	~	+(4,10)
		Mic	rosoft	50
		KOM	нез	
2009	Еврокомиссия предъявляет Microsoft обвинения в нарушении антимонопольного законодательства	×	~	+(1)
2010	Глава Microsoft Стив Балмер продал почти 50млн принадлежащих ему акций, его доля уменьшилась почти на 12%	Л	~	·
2011	Сектор IT успешно развивается. Растет спрос на электронные услуги среди населения	~	~	To
2012	Рынок РС все еще не может оправиться от «планшетного удара». Містоѕобі основывала свою деятельность на программном обеспечении, что оказалось недостаточным, чтобы выжить в меняющемся мире технологий	*	~	+(4)

### Результаты исследования Иностранный энергетический сектор

		Ch		
		ком	нез	
2009	Мировая экономика нестабильна, но первый шок от кризиса уже прошел. Chevron разрабатывает новые месторождения нефти и газа	~	Я	+(1)
2010	Закрытие программ финансового стимулирования	~	~	2
2011	Чистая прибыль выросла на 41% по сравнению с предыдущим годом	~	~	+(5)
2012	Власти Эквадора требуют от компании выплатить штраф за загрязнение окружающей среды	×	~	-
			xon	2
2009	I #	KOM	нез	
	Формирование предпосылок для перевода кризиса в хроническую затяжную стадию, но первый шок от кризиса уже прошел	~	*	5
2010	Закрытие программ финансового стимулирования	<b>*</b>	~	2
2011	Еххоп объявлен партнером Роснефти по освоению арктического шельфа	~	~	+(4,5)
2012	В США и Европе продолжают бороться с кризисом, делая значительные финансовые вливания в экономику	~	Я	+(9)

		Su		
		ком	нез	
2009	Suncor приобрел Petro-Canada	~	<b>*</b>	+(7)
2010	Мировая экономика начинает постепенно выходить из рецессии	~	Я	×
2011	Угроза второй волны кризиса	×	~	+(5)
2012	В США и Европе продолжают бороться с кризисом, делая значительные финансовые вливания в экономику	~	Я	ti)
	10000000000000000000000000000000000000	T	otal	
		ком	нез	1
2009	Формирование предпосылок для перевода кризиса в кроническую затяжную стадию, но первый шок от кризиса уже прошел	~	Х	₹.
2010	Мировая экономика начинает постепенно выходить из рецессии	~	7	8
2011	Угроза второй волны кризиса	7	~	×
2012	В США и Европе продолжают бороться с кризисом, делая значительные финансовые вливания в экономику	~	Я	+(9)

### Результаты исследования Российский нефтегазовый сектор

Год	Экономические факторы	100000000000000000000000000000000000000	амика зателей	Коррел яция
		Газ	пром	
		ком	нез	
V.	Нефтегазовый сектор		ev s	
2009	Формирование предпосылок для перевода кризиса в хроническую затяжную стадию, но первый шок от кризиса уже прошел	~	*	948
2010	Мировая экономика начинает постепенно выходить из рецессии	~	~	**************************************
2011	Угроза второй волны кризиса	<b>*</b>	~	20
2012	Темп роста российской экономики ускорился по сравнению с прошлым годом	~	<b>*</b>	S#3
		Лу	койл	c
		ком	нез	
2009	Формирование предпосылок для перевода кризиса в хроническую затяжную стадию, но первый шок от кризиса уже прошел	~	*	9 <del>5</del> 8
2010	Мировая экономика начинает постепенно выходить из рецессии	~	*	529
2011	Угроза второй волны кризиса	7		928
2012	Темп роста российской экономики ускорился по сравнению с прошлым годом	~	~	+(2)

		Роснефть		
		ком	нез	
2009	Формирование предпосылок для перевода кризиса в хроническую затяжную стадию, но первый шок от кризиса уже прошел	~	*	
2010	Мировая экономика начинает постепенно выходить из рецессии	~	7	+(10)
2011	Угроза второй волны кризиса	~	~	14. <del>5</del> 4
2012	Темп роста российской экономики ускорился по сравнению с прошлым годом	~	Я	50 <b>2</b> 5
9		Сург	утнефт	
		ком	нез	
2009	Формирование предпосылок для перевода кризиса в хроническую затяжную стадию, но первый шок от кризиса уже прошел		*	7
2010	Сургутнефтегаз приобрел 21,2% акций венгерской нефтегазовой компании, что было расценено властями Венгрии как попытка недружественного поглощения	~	~	8 <b>-</b> 8
2011	Угроза второй волны кризиса	~	~	- 3
2012	Темп роста российской экономики ускорился по сравнению с прошлым годом	~	~	+(1,4)

### Результаты исследования Российский энергетический сектор

	Энергетический сектор			
		Иркз	нерго	
		KOM	нез	1
2009	Формирование предпосылок для перевода кризиса в хроническую затяжную стадию, но первый шок от кризиса уже прошел	~	Л	+(2)
2010	Закрытие программ финансового стимулирования	~	~	228
2011	Рост тарифов на электроэнергию	~	~	
2012	Год неясной стратегии правительства в секторе и неоднократного изменения тарифной политики, создававшего неопределенность и ухудшавшего настроение инвесторов	*	~	+(1,2)
- 6	•	Куба	ньэнер	
		го		
		ком	нез	1
2009	Формирование предпосылок для перевода кризиса в хроническую затяжную стадию, но первый шок от кризиса уже прошел	~	<b>***</b>	1.7
2010	Мировая экономика начинает постепенно выходить из рецессии	~	*	
2011	Угроза второй волны кризиса	×	~	
2012	Темп роста российской экономики ускорился по сравнению с прошлым годом	~	~	22

		Лен	энерго	
		ком	нез	
2009	Снижение чистой прибыли. Частое приостановление торговлей акциями ЛенЭнерго	Я	~	+(9)
2010	Мировая экономика начинает постепенно выходить из рецессии	~	*	+(7)
2011	Угроза второй волны кризиса. Ленэнерго терпит убытки	7	~	55
2012	Темп роста российской экономики ускорился по сравнению с прошлым годом	~	Я	5 <del>.7</del>
		Moc	Энерго	
		ком	нез	
2009	Формирование предпосылок для перевода кризиса в кроническую затяжную стадию. Увеличение чистого убытка компании	~	~	+(1)
2010	Закрытие программ финансового стимулирования	~	~	+(2,7)
2011	Рост тарифов на электроэнергию	~	~	+(1)
2012	Год неясной стратегии правительства в секторе и неоднократного изменения тарифной политики, создававшего неопределенность и ухудшавшего настроение	*	~	+(3,8)
	ухудшавшего настроение инвесторов			