

близок к 100%. Но на данный момент мы не можем с точностью спрогнозировать результат матчей.

Результатами проведенного исследования можно воспользоваться в качестве одного из инструментов при принятии решений – делать ставки или нет. Для этого могут быть использованы определенные расчеты для возможности сделать разные ставки на одни и те же матчи. В этом случае, возможно найти прибыльный вариант.

В процессе исследования показался весьма интересным тот факт, что возможен вариант появления ситуации “договорного” матча. Хотя конечно, 100-процентной вероятности в этом нет. Тут следует полагаться только на мнение экспертов или проводить дополнительные исследования. На наш взгляд, эта информация может заинтересовать различные футбольные комитеты и ассоциации.

В итоге, несмотря на определенные погрешности и неточности, был найден один из возможных способов прогнозирования исходов футбольных матчей. Если провести более углубленный анализ названных проблем, то можно обнаружить и другие аспекты, полезные для исследования.

**Список литературы**

1. Myscore.ru «Футбол прямые трансляции, результаты футбол онлайн, счет матчей livescore» (электронный ресурс). – URL: <http://www.myscore.ru> (дата обращения – 15.12.2014).
2. Whoscored.com «Football Statistics | Soccer Statistics | WhoScored.com» (электронный ресурс). – URL: <http://www.whoscored.com/statistics> (дата обращения – 15.12.2014).
3. Неужин В.П., Пашков П.А. Моделирование ценообразования на трансферном рынке футбольных игроков. // Экономика, управление и юриспруденция в современном мире: проблемы и поиски решений: материалы Международной научно-практической конференции (18 декабря 2013 года, г. Ижевск). – Ижевск: ФГБОУ ВПО «Вятский государственный гуманитарный университет», филиал в г. Ижевске. 2014. – С. 347-253.

**ТЕСТИРОВАНИЕ МУЛЬТИКОЛЛИНЕАРНОСТИ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ О РОССИЙСКИХ БАНКАХ**

Мартынова И.В., Куркова А.И.

Финансовый Университет при правительстве РФ, Москва, e-mail: [Irene.martynova@yandex.ru](mailto:Irene.martynova@yandex.ru)

Мультиколлинеарность – это явление, при котором существует линейная связь между всеми или несколькими объясняющими переменными, что приводит к уменьшению точности оценивания переменных или даже к невозможности оценивания. Основная

причина в том, что при наличии мультиколлинеарности переменные становятся зависимыми, поэтому становится невозможным выделение воздействия каждой из объясняющих переменных на зависимую. Наличие мультиколлинеарности является одной из основных причин неустойчивости регрессионных моделей. Одним из способов устранения мультиколлинеарности и повышения устойчивости модели является отбор наиболее значимых признаков. Проблема мультиколлинеарности, возможные способы её обнаружения и устранения описаны в [1, 2, 3, 6]. Также мультиколлинеарность приводит к уменьшению устойчивости оценок вектора параметров. Оценка вектора параметров называется устойчивой, если малое изменение некоторой компоненты этого вектора приводит к малому изменению соответствующей компоненты оценки целевого вектора.

В своей работе мы взяли данные по российским банкам и решили сравнить модели, полученные в результате исследования отдельно банков Московской и Ленинградской областей (включая города Москва и Санкт-Петербург). Мы использовали несколько способов определения мультиколлинеарности и избавления от нее. В качестве зависимой переменной у были признаны активы банков, а 11 факторов, которые будут представлены ниже – в качестве объясняющих переменных.

Актуальность работы обусловлена тесной связью банковской сферы России с экономическими событиями, происходящими в нашей стране. Целью работы стали выявление и исследование факторов, оказывающих наибольшее влияние на активы банков в Московской и Ленинградской областях. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Проверить данные на наличие мультиколлинеарности;
2. Построить многофакторные модели, максимально избавившись от мультиколлинеарности;
3. Провести сравнительный анализ полученных результатов.

Для того, чтобы показать как можно больше способов определения и избавления от мультиколлинеарности, при анализе Московской и Ленинградской области эти способы отличались.

**Определение мультиколлинеарности в массиве данных:**

Построим матрицу парных коэффициентов корреляции (табл. 1, 2).

Таблица 1

А) Для Московской области

	Активы	Валюта баланса	Прибыль до налогов	Депозиты частных лиц	Вложения в государственные ценные бумаги	Вложения в негосударственные ценные бумаги	Средства в банках (брутто)	Кредиты небанковскому сектору	Прочие кредиты небанковскому сектору	Кредиты физическим лицам	Обязательства перед банками	Иностранное обязательство
	X1	X2	Y	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
X1	1											
X2	0,994	1										
Y	0,951	0,978	1									
X3	0,967	0,98	0,98	1								
X4	0,96	0,98	0,99	0,98	1							
X5	0,93	0,898	0,807	0,83	0,83	1						
X6	0,83	0,785	0,688	0,729	0,701	0,854	1					
X7	0,997	0,997	0,965	0,978	0,971	0,91	0,785	1				
X8	0,83	0,797	0,698	0,769	0,734	0,86	0,816	0,81	1			
X9	0,95	0,959	0,94	0,98	0,935	0,82	0,748	0,958	0,795	1		
X10	0,98	0,96	0,898	0,91	0,914	0,96	0,870	0,967	0,891	0,90	1	
X11	0,87	0,825	0,714	0,734	0,7396	0,907	0,7705	0,853	0,751	0,728	0,88	1

Таблица 2

Б) Для Ленинградской области

	Активы	Валюта ба- ланса	Прибыль до налогов	Депозиты частных лиц	Вложения в государствен- ные ценные бумаги	Вложения в государ- ственные ценные бумаги	Средства в банках (брутто)	Кредиты небанковскому сектору	Просроченные кредиты небанковскому сектору	Кредиты физическим лицам	Обязательства перед банками	Иностранное обязательства
	Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
Y	1											
X1	0,98	1										
X2	0,998	0,986	1									
X3	0,169	0,189	0,18	1								
X4	0,162	0,316	0,21	0,26	1							
X5	0,998	0,981	1	0,2	0,194	1						
X6	0,999	0,973	1	0,13	0,125	0,995	1					
X7	1	0,983	1	0,19	0,184	0,999	0,997	1				
X8	0,998	0,969	0,99	0,15	0,104	0,994	0,999	0,996	1			
X9	0,031	0,041	0,04	0,97	0,145	0,053	-0	0,049	0,02	1		
X10	0,998	0,97	0,99	0,14	0,109	0,995	1	0,996	1	0	1	
X11	0,997	0,968	0,99	0,11	0,099	0,992	0,999	0,994	1	-0,02	0,999	1

Мультиколлинеарность существует, когда коэффициент парной корреляции  $> 0,8$ . Можно заметить, что значений, превышающих необходимое требование много. Соответственно, в рассматриваемом примере существует мультиколлинеарность. Для определения наличия мультиколлинеарности используются различные методы.

Для определения мультиколлинеарности используем метод Белсли. Belsley, Kuh и Welsch предложили метод анализа мультиколлинеарности основанный на индексах обусловленности (the scaled condition indexes) и дисперсионных долях (the variance-decomposition proportions) [2].

При численном решении различных прикладных задач исследователи часто сталкиваются с таким понятием как число обусловленности. Это понятие описывается в учебниках по матричной алгебре [5]. Чис-

ло обусловленности  $\eta$  является важнейшим «индикатором» для определения устойчивости решения той или иной задачи.

Обусловленность оценивает близость матрицы коэффициентов к вырожденной. Число обусловленности  $\eta$  является количественной оценкой обусловленности. Отметим, что всегда  $\eta > 1$ . Если  $\eta > 103$ , то говорят, что матрица плохо обусловлена. Если  $1 < \eta < 100$ , то матрица считается хорошо обусловленной.

Оценки собственных значений получены в программе VSTAT. Вычислим 11 коэффициентов обусловленности по формуле  $\eta_j = \mu_{max} / \mu_j$ . В нашем примере показатель обусловленности  $\eta$  равен 416,247. Следовательно, можно сделать вывод о наличии зависимости близкой к линейной между столбцами матрицы X, т.е. о наличии мультиколлинеарности (табл. 3).

Таблица 3

Коэффициенты обусловленности

Фактор	Собств. значение (I) $\lambda_1 = \mu_1^2$	$\mu$	$\eta$
1	9,313549546	3,051811	1
2	1,085728384	1,041983	2,92885
3	0,254369927	0,504351	6,05097
4	0,192395949	0,43863	6,9576
5	0,073098285	0,270367	11,2877
6	0,045620985	0,213591	14,2881
7	0,026565880	0,16299	18,7239
8	0,004414457	0,066441	45,9324
9	0,002707560	0,052034	58,6501
10	0,001495273	0,038669	78,9219
11	0,000053754	0,007332	<b>416,247</b>

**Метод дополнительных регрессий (Тест VIF).**

Для измерения эффекта мультиколлинеарности используется показатель VIF – «фактор инфляции вариации»:

$$VIF_{X_j} = \frac{1}{(1 - R^2_{X_j, X_1 \dots X_{j-1}, X_{j+1} \dots X_k})},$$

где  $R^2_{X_j, X_1 \dots X_{j-1}, X_{j+1} \dots X_k}$  – это значение коэффициента множественной корреляции, полученное для регрессора  $X_j$  как зависимой переменной и остальных переменных. При этом степень мультиколлинеарности, представляемая в регрессии переменной  $X_j$ , когда все переменные  $X$  включены в регрессию, есть функция множественной корреляции между  $X_j$  и другими переменными  $X$  (табл. 4, 5).

**Таблица 4**

А) Для Московской области

VIF	1	2	3	4	5
Значение	1432,32	211,37	387,71	153,47	26,1131

VIF	6	7	8	9	10	11
Значение	11,8380	806,792	13,9070	90,5577	102,679	34,8001

Такие большие значения свидетельствуют о наличии мультиколлинеарности.

**Таблица 5**

Б) Для Ленинградской области

VIFx1	VIFx2	VIFx3	VIFx4	VIFx5	VIFx6
117,437	1553,46	54,1101	65,2989	10774,4	10774,4

VIFx7	VIFx8	VIFx9	VIFx10	VIFx11
8617,59	8971,33	38,3602	95674,6	29214,6

На основании только данного способа построение уравнения регрессии представляется затруднительным в силу того, что все показатели вздутия регрессии по всем факторам принимают очень большие значения.

Используем пошаговый метод избавления от мультиколлинеарности (табл. 6, 7, 8).

**Таблица 6**

А) Для Московской области

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Активы	656377,9	320869,2	2,04562419	0,0413729	25793,484	1286962,2	25793,48472	1286962,24
Валюта баланса	0,034053	0,004782	7,12161243	4,248E-12	0,024655	0,0434491	0,024655793	0,0434498
Прибыль до налогов	-3,73084	0,342514	-10,892541	1,09E-24	-4,403964	-3,057722	-4,40396448	-3,0577229
Депозиты частных лиц	-0,04382	0,017078	-2,5656506	0,0106203	-0,07737	-0,010253	-0,0773792	-0,0102539
Вложения в государственные ценные бумаги	0,981389	0,107064	9,1663929	1,736E-18	0,770982	1,1917942	0,77098273	1,1917942
Вложения в негосударственные ценные бумаги	0,669773	0,019868	33,7117500	2,58E-125	0,6307283	0,7088176	0,630728374	0,7088176
Средства в банках (брутто)	0,912039	0,012199	74,764229	2,97E-256	0,8880657	0,9360130	0,888065716	0,9360130
Кредиты небанковскому сектору	1,111184	0,014478	76,748008	5,29E-261	1,0827307	1,1396375	1,082730792	1,13963757
Просроченные кредиты небанковскому сектору	-0,45274	0,053391	-8,4796615	3,251E-16	-0,5571004	-0,340052	-0,55766004	-0,3478100
Кредиты физическим лицам	0,023151	0,01561	1,483061419	0,138756537	-0,007526862	0,053828576	-0,007526862	0,053828576
Обязательства перед банками	0,151825	0,025522	5,94869445	5,427E-09	0,101667	0,2019825	0,101667371	0,2019825
Иностранные обязательства	-0,05632	0,021472	-2,6227674	0,0090171	-0,098511	-0,014112	-0,09851192	-0,0141182
		t значение	1,965237					

Таблица 7

Исключаем фактор «Кредиты физическим лицам», потому что трасч<табл по модулю.

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Активы	676056,2	321019,9	2,10596362	0,0357583	45179,50	1306932,8	45179,503	1306932,82
Валюта баланса	0,033152	0,004749	6,98054992	1,057E-11	0,023818	0,0424846	0,023818406	0,04248462
Прибыль до налогов	-3,66193	0,339797	-10,776818	2,948E-24	-4,32970	-2,994142	-4,3297037	-2,9941492
Депозиты частных лиц	-0,02504	0,011476	-2,1818304	0,0296364	-0,047592	-0,002485	-0,047592	-0,0024857
Вложения в государственные ценные бумаги	0,89814	0,09129	9,8383641	7,969E-21	0,718735	1,0775441	0,718735036	1,0775441
Вложения в негосударственные ценные бумаги	0,664487	0,019571	33,952281	1,92E-126	0,626024	0,702948	0,626024889	0,70294854
Средства в банках (брутто)	0,915277	0,012018	76,159332	5,5E-260	0,891658	0,9388945	0,891658648	0,9388945
Кредиты небанковскому сектору	1,113918	0,01438	77,465463	4,43E-263	1,085659	1,1421772	1,0856591	1,1421772
Просроченные кредиты небанковскому сектору	-0,43523	0,052139	-8,3475550	8,568E-16	-0,53769	-0,332765	-0,537693	-0,3327652
Обязательства перед банками	0,150313	0,025536	5,8863376	7,703E-09	0,100128	0,2004962	0,100128846	0,2004962
Иностранные обязательства	-0,05314	0,021393	-2,4839806	0,0133535	-0,095181	-0,011097	-0,0951815	-0,0110976
		t значение	1,965226					

Теперь все факторы значимые: не проходят через 0, адекватные стандартные ошибки и сопоставимое значение t-статистики. Можем составлять модель:  $y = 676056,2 + 0,033152 \times x_1 - 3,66193 \times x_2 - 0,02504 \times x_3 + 0,89814 \times x_4 + 0,664487 \times x_5 + 0,915277 \times x_6 + 1,113918 \times x_7 - 0,43523 \times x_8 + 0,150313 \times x_{10} - 0,05314 \times x_{11}$ .

Несмотря на то, что модель составлена, переменные поменяли знак при анализе, значит, эта модель не имеет смысла – пошаговый метод не справился с избавлением от мультиколлинеарности.

При пошаговом методе были исключены следующие факторы: депозиты частных лиц, вложения в государственные ценные бумаги, прибыль до налогов.

Таблица 8

А) Для Ленинградской области

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
У-пересечение	68551,1	203468,9	0,336912	0,738254	-344947	482050	-344947,4	482049,6
Валюта баланса	0,005735	0,000947	6,054548	7,32E-07	0,00381	0,00766	0,00381	0,00766
Вложения в негосударственные ценные бумаги	1,092755	0,084623	12,9132	1,15E-14	0,92078	1,26473	0,920779	1,264729
Средства в банках (брутто)	1,056923	0,066691	15,84797	2,87E-17	0,92139	1,19246	0,921389	1,192456
Кредиты небанковскому сектору	0,917211	0,023789	38,55651	1,2E-29	0,868867	0,96556	0,868866	0,965555
Просроченные кредиты небанковскому сектору	4,979605	0,725254	6,866013	6,62E-08	3,505711	6,4535	3,505710	6,453498
Кредиты физическим лицам	0,249733	0,066758	3,740865	0,000676	0,114064	0,3854	0,114064	0,385401
Обязательства перед банками	-0,31542	0,096694	-3,26208	0,00252	-0,51193	-0,1182	-0,511928	-0,118917
Иностранные обязательства	0,484714	0,164696	2,943094	0,005819	0,150013	0,81942	0,150012	0,819415
		tтабл	2,728394					

Табличное значение критерия стьюдента:  $t_{табл} = (a=0,01; df=n-k-1=43-8-1) = 34$

Таблица 9

Активы	Валюта баланса	Вложения в негосударственные ценные бумаги	Средства в банках (брутто)	Кредиты небанковскому сектору	Просроченные кредиты небанковскому сектору	Кредиты физическим лицам	Обязательства перед банками	Иностранные обязательства
181834540	424106466	24063371	52667821	93100261	3700977	2198913	5,7E+07	22811820
314260202	733473633	42027740	92628367	1,61E+08	6523656	3256250	1E+08	41505209

Первая строка – среднее

Вторая строка – среднеквадратическое отклонение

Таблица 10

	Ак- тивы	Валюта баланса	Вложения в негосударственные ценные бумаги	Средства в банках (брутто)	Кредиты небанковскому сектору	Просроченные кредиты небанковскому сектору	Кредиты физическим лицам	Обязательства перед банками	Ино- странные обяза- тельства
Акти- вы	1	0,980	0,998	0,99885	0,99957	0,99821	0,03043	0,9982	0,99665

В этом случае нам удалось избавиться от мульти- коллинеарности

Полученная модель

$$Y = 68551 + 0,0057X1 + 1,0928X2 + 1,0928X5 + 1,0569X6 + 0,9172X7 + 4,9796X8 + 0,2497X9 - 0,315X10 + 0,4847X11$$

Проверим качество полученной модели (табл. 9, 10).

Долю влияния фактора в суммарном влиянии всех факторов можно оценить по величине дельта – коэф- фициентов дельта j:

дельта1	дельта 5	дельта6	дельта7
0,013341	0,000124	2,39E-07	2,39E-07

дельта 8	дельта9	дельта 10	дельта 11
8,17E-05	2,43E-06	0,001285	0,00102

Наибольшее влияние на результирующий показате- ль оказывают просроченные кредиты небанковскому сектору, однако мы должны учесть высокую степень волатильности этого фактора, что было показано в предыдущем расчете

Наименьший результат и здесь снова принадле- жит фактору вложений в негосударственные ценные бумаги.

Делая выводы о качестве данной модели необхо- димо заметить, что коэффициент детерминации при- нимает большое значение, что говорит нам о том, что в модель было включено подавляющее большинство факторов, оказывающих значительно влияние на ито- говый показатель. Коэффициенты эластичности по- казывают, что именно такие факторы, как объем кре- дитов, выданных физическим лицам, объем кредитов небанковскому сектору, объем просроченных креди- тов имеют наибольший эффект для накопления бан- ков активов.

**Тест Фаррара – Глоубера из 3х последователь- ных процедур:**

В результате проведенных расчётов были получе- ны следующие данные:

А) Для Московской области:

FG набл	14501,10476	61,65623338	Fgтабл
---------	-------------	-------------	--------

$FG_{набл} > FG_{крит}$ , Но отклоняясь, факторы при- знаются коллинеарными. В массиве есть коллинеар- ность.

F1	F2	F3
62098,78	9105,807513	7656,165574

F4	F5	F6
4863,41902	1070,423867	461,2419851

F7	F8	F10	F11
34958,60566	539,2204578	4476,832858	1475,324

Так как все  $F > F_{табл}$ , то соответствующие пере- менные X мультиколлинеарны друг с другом.

После исключения факторов имеем модель:

$$y = 268715 + 0,319194 \times x3 + 0,800632 \times x7 + 1,732275 \times x10 + 0,656838 \times x11,$$

в которой коэффициент эластичности равен 3,52%, а  $R^2 = 0,816$ , что свидетельствует о высокой точности и хорошем качестве полученной модели.

Интерпретируя модель, можно сказать, что основ- ными факторами, которые влияют на активы банков в Москве и Московской области, являются депозиты частных лиц, кредиты небанковскому сектору, обяза- тельства перед банками и иностранные обязатель- ства. Достаточно странно, что фактор «кредиты физи- ческим лицам» был исключен в ходе построения мо- дели, но, тем не менее, это можно связать с тем, что столичные банки очень тесно связаны с корпоратив- ными клиентами, фирмами и бизнесом. Крупные кре- диты на развитие бизнеса выдаются именно в круп- ных банках, чаще всего государственных, которые сосредоточены как раз в Москве. Так же в столице развит рынок межбанковских кредитов, поэтому фак- тор «обязательства перед банками» оказывает силь- ное прямое воздействие на размер активов.

Б) Для Ленинградской области:

Проверив наличие мультиколлинеарности всего массива переменных, выяснили, что  $FG_{набл} > FG_{крит}$ , факторы признаются коллинеарными. Так же переменные оказались мультиколлинеарными друг с другом.

После исследования мультиколлинеарности и ис- ключения факторов с целью избавления от нее, была получена следующая модель:

$$Y = -1986523,164 + 2,02X7 - 2,23X9$$

Отрицательный знак при X9 и свободном члене является явным признаком признаком того, что ре- зультат, показываемый данной моделью, может быть искаженным, даже принимая во

дельта7	дельта 9
1,033510199	-0,0006605

Наибольшее влияние на Y оказывает также объем кредитов небанковскому сектору.

Наименьший результат и здесь снова принадлежит фактору вложений в негосударственные ценные бумаги.

### Заключение

Целью нашей работы было исследование и сравнение факторов, влияющих на величину активов банков Московской и Ленинградской области.

На активы банков **Московской области** больше всего влияют такие факторы, как депозиты частных лиц, кредиты небанковскому сектору, обязательства перед банками и иностранные обязательства. Ф «кредиты физическим лицам» был исключен в ходе составления модели, однако это объясняется тем, что в Москве сосредоточены крупные государственные банки, которые дают много кредитов небанковскому сектору и в которые аккумулируют значительные сбережения населения.

На активы банков **Ленинградской области** больше всего влияют такие факторы, как депозиты частных лиц, кредиты небанковскому сектору, обязательства перед банками и иностранные обязательства.

Таким образом, несмотря на некоторые различия, наблюдаются значительные сходства. Во-первых, это объясняется тем, что в Московской и Ленинградской областях есть спрос на банковские услуги одного типа. Во-вторых, это ключевые области Российской Федерации, где сосредоточены все виды бизнеса, которые нуждаются в банковском кредитовании. В-третьих, именно в Москве и Санкт-Петербурге больше всего развиты международные обязательства, поэтому фактор «иностранные обязательства» играет важное и ключевое значение при выявлении влияния факторов на активы банков.

### Список литературы

1. Гармаш А.Н., Орлова И.В. Математические методы в управлении: учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2012.
2. Дрейпер, Норман, Смит, Гарри. Прикладной регрессионный анализ. – 3-е изд. / пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2007.
3. Бабешко Л.О. Основы эконометрического моделирования.
4. Назарова М.Г. Курс социально-экономической статистики.
5. Орлова И.В. Линейная алгебра и аналитическая геометрия для экономистов: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / И.В. Орлова, В.В. Угрозов, Е.С. Филонова. – М.: Издательство Юрайт. 2014 – 370 с. – Серия: Бакалавр. Прикладной курс.
6. Орлова И.В., Половников В.А. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Статистика» и другим экономическим специальностям. – 3-е издание, переработанное и дополненное. Серия «Вузовский учебник». – Москва, 2011.
7. Ферстер Э., Ренц Б. Методы корреляционного и регрессионного анализа.

### ОЦЕНКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОЛАТИЛЬНОСТИ ФИНАНСОВОГО РЫНКА НА ПРИМЕРЕ ИНДЕКСА РТС В УСЛОВИЯХ ДЕВАЛЬВАЦИИ РУБЛЯ

Матвеев М.А.

Финансовый Университет при Правительстве РФ,  
Москва, e-mail: MAKSI199496@yandex.ru

В последнее время оценка и прогнозирование волатильности все чаще встречается в современной науке. Если раньше, во времена зарождения электронных торгов, было необходимо непосредственное присутствие брокера на бирже, то теперь все кардинально изменилось. Математические программы и мощные компьютерные системы, позволяющие принимать молниеносные решения в зависимости от конъюнктуры рынка, вывели уровень спекуляции на запредельный уровень. Такое положение дел привело к раздуванию финансовых пузырей, а частота возникновения кризисов увеличилась многократно. В

этой связи, я решил обратиться к данной теме. Передо мной стояла *цель* найти эффективный способ анализа индекса РТС и в целом дать ответ на вопрос, какой же из методов математического моделирования является оптимальным при осуществлении оценки и прогнозирования поведения инвестора на финансовом рынке.

Существует целый ряд методов для анализа и прогнозирования волатильности финансовых инструментов, но чаще все прибегают к *анализу временных рядов*. В рамках данной работы были использованы методы экспоненциального скользящего среднего и Хольта-Винтерса, также был произведен анализ моделей семейства GARCH. Последующее сопоставление того, что можно рассчитать в рамках эконометрической теории и того, какие возможности предоставляет игровое моделирование поведения инвестора на финансовом рынке, позволяет еще более детально погрузиться в суть этой проблемы.

В ходе составления спецификации для методов экспоненциального скользящего среднего, Хольта-Винтерса и их практического применения удалось выяснить, что методы экспоненциального скользящего среднего и Хольта-Винтерса не являются допустимыми ввиду их неэффективности в среднесрочной и долгосрочной перспективе, а также невозможности полного учета всех внешних макроэкономических и политических факторов. Это подтверждается данными по корректировке значений сезонной компоненты и полученным графиком *экспоненциального сглаживания*.

По сути, на данном этапе анализ оценки и прогнозирования волатильности индекса РТС был поставлен в тупик, однако по сравнению с методами экспоненциального скользящего среднего и Хольта-Винтерса, анализ моделей семейства GARCH, с помощью программных сред MS Excel и MATLAB позволяет наиболее эффективно производить оценку и строить прогнозы волатильности, так как он максимально правдоподобен и реалистичен. Расчет стандартного отклонения в период с 26.11.2013 по 21.11.2014 показал, что волатильность характеризуется серийностью движения индекса РТС, то есть значительные и незначительные колебания индекса вызваны синергией ряда внешних факторов, которые может учитывать GARCH модель. Однако ее сложно использовать без статистических пакетов, поэтому для адекватной оценки волатильности нужно постоянно совершенствовать технологию прогнозирования временных рядов и реализовывать эту технологию в новейшие торговые системы. Итак, перейдем к расчетам, разработанным в соответствии со спецификацией метода. В итоге нашего анализа были проведены следующие расчеты (рис. 1).

Условная и безусловная дисперсии находятся по базовым формулам. В результате получают данные, представленные на рисунках 1 и 2 (рисунок 1 – 6 столбец – условная дисперсия; рисунок 2 – 1 строка – безусловная).

Для того чтобы найти условный и безусловный стандарт отклонения, взвешенный по времени, необходимо взять корни из условной и безусловной дисперсий. Итог на рисунке 1 – два последних столбца. На рисунке 2 приведены специально рассчитанные с помощью MATLAB среды, с учетом рыночной конъюнктуры, параметры  $\omega$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ . В итоге мы получаем график условных и безусловных колебаний индекса РТС (рис. 3).

Несмотря на достижение определенных результатов, даже GARCH модель не способна в полной мере оценить волатильность индекса РТС.