

## МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ «МЯГКОСТИ» СИСТЕМЫ ПО ОТНОШЕНИЮ К ВНЕШНИМ ФАКТОРАМ

Ксения Сергеевна ГОЛОВКОВА<sup>а</sup>, Александр Вячеславович ПАХОМОВ<sup>б</sup>,  
Елена Анатольевна ПАХОМОВА<sup>с,\*</sup>

<sup>а</sup> студентка магистратуры кафедры экономики, Международный университет природы, общества и человека «Дубна», Дубна, Российская Федерация  
golovkovaks@yandex.ru

<sup>б</sup> кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, Международный университет природы, общества и человека «Дубна», Дубна, Российская Федерация  
dubna@list.ru

<sup>с</sup> доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры экономики, Международный университет природы, общества и человека «Дубна», Дубна, Российская Федерация  
uni-dubna@mail.ru

\*Ответственный автор

### История статьи:

Принята 21.04.2015

Одобрена 28.04.2015

УДК 338.27

**Ключевые слова:** фондовый рынок, логнормальное распределение, «мягкая» система, «жесткая» система, финансовый леверидж

### Аннотация

**Предмет.** Оценка влияния внешних факторов на состояние фондового рынка по-прежнему является одной из важнейших проблем как для исследователей, так и для инвесторов. К таким внешним факторам можно отнести политическую и экономическую ситуацию в стране. Именно в 2014 г. можно было наблюдать за тем, как решения, принимаемые в сфере политики, оказывали влияние на состояние российского фондового рынка.

**Цели.** Целью настоящего исследования является разработка методического подхода, позволяющего оценить динамический ряд цен на акции с точки зрения «мягкости» и «жесткости» по отношению к внешним условиям, и его проверка на конкретном объекте – динамическом ряде цен на акции АО «Аэрофлот».

**Методология.** Методологической основой исследования являются общие принципы проведения системного анализа, в том числе новая методология применения системного инструментария в экономических исследованиях, методы прикладной статистики, обобщение и анализ информации об исследуемом объекте. Показано, что динамический ряд цен на акции компании «Аэрофлот» на рассматриваемом временном интервале (2013–2014 гг.) подчиняется логнормальному распределению. Оценка параметров модели производилась эконометрическими методами, а затем определялся ключевой параметр, отвечающий за характер влияния внешних факторов на динамический ряд.

**Результаты.** Описан методический подход в виде алгоритма, позволяющего оценить «мягкость»/«жесткость» системы (динамического ряда цен на акции), с последующей его реализацией на примере АО «Аэрофлот». Регрессионным методом построен прогноз на 2014 г., проведено сравнение полученных прогнозных данных с реальными ценами, что позволило определить наиболее важные внешние факторы – политические и экономические события, повлиявшие на российский фондовый рынок.

**Выводы.** Сделаны выводы о возможности использования предлагаемого алгоритма на различных динамических рядах показателей финансовых инструментов (курсовой стоимости ценных бумаг, индексов, валютных курсов и др.), об особенностях применяемого аналитического инструментария. Проведенный анализ показал, что по отношению к внешним факторам исследуемый объект является «мягкой» системой. Данный подход может быть использован инвесторами, аналитиками (в том числе биржевыми при разработке портфелей ценных бумаг) для оценки устойчивости различных экономических объектов.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2015

В современной науке при проведении экономического анализа перед исследователем возникает ряд проблем, усложняющих оценку какого-либо реального объекта. К числу таких проблем относится учет не только внутренних факторов объекта или системы, в том числе разграничение и взаимодополнение понятий «номинальный объект»

и «реальный объект»<sup>1</sup> [1], но и «учет реальных характеристик внешнего окружения» [2]. Как правило, внешние факторы являются «неуправляемыми» [3], т.е. регулировать влияние таких факторов исследователь не может, но обязан учитывать при анализе объекта. При этом увеличение количества факторов сужает область формализованных методов, которые могли бы быть использованы для проведения исследования [4]. Именно поэтому перед исследователями стоит задача создать алгоритм, позволяющий описать изменения объектов или систем под влиянием внешних факторов.

Объектом данного исследования выступает динамический ряд цен на акции АО «Аэрофлот». Количественная оценка акций представлена, например, такой моделью, как САРМ (*Capital Assets Pricing Model*) [5], однако попытки применить такую зарубежную модель к анализу российского рынка не привели к положительным результатам [2, 6]. Это связано с тем, что в России экономические процессы протекают в условиях, достаточно сильно отличающихся от условий в странах Запада. Так, по мнению В.Н. Лившица, «экономические процессы, происходящие в последнее десятилетие в России, несмотря на недавнее признание ее страной с рыночной экономикой, довольно специфичны и мало напоминают аналоги благополучных промышленно развитых стран Запада» [7]. Именно поэтому возникла задача предложить вариант усовершенствования аналитического представления, позволяющего в формализованном виде описать процесс формирования цен на акции. Динамический ряд цен на акции в данном случае представляет собой фрагмент реальности, относительно обособленный и относительно устойчивый в пространстве и во времени, характеризующийся внешней целостностью и внутренним многообразием [8, 9].

На первом шаге следует определить, какой параметр может количественно оценить качественные изменения, произошедшие в системе под действием каких-либо внешних факторов (в рамках данной статьи назовем этот параметр «ключевым параметром модели»).

На следующем шаге, имея в виду точку зрения, что применение эконометрических методов позволяет

<sup>1</sup> Согласно Г.Б. Клейнеру [1], существует два типа объектов: номинальный и реальный, причем номинальный «дотраивается» до реального, который, в свою очередь, уже используется в исследовании. Например, модель САРМ (*Capital Assets Pricing Model*), используемая в данном исследовании, «работая» с доходностью и риском определенного вида актива, требует определения среднерыночных доходности и премии за риск, т.е. фактически изучения фондового рынка в целом. В этом смысле номинальный объект моделирования в модели САРМ (актив) дотраивается до реального объекта (фондового рынка).

конструировать достаточно строгий анализ [10], следует подобрать инструментарий, с помощью которого можно оценить выбранный на первом шаге ключевой параметр.

Далее с помощью выбранного метода следует оценить ключевой параметр до и после изменений во внешней среде, после чего описать характер произошедших изменений, используя понятия «мягкой» и «жесткой» систем. Если ключевой параметр под воздействием внешних факторов остался неизменным, то такую систему следует называть мягкой, в которой при изменении формы содержание не меняется. Если же при изменении условий внешней среды изменился и ключевой параметр, то систему следует называть жесткой [11]. Графически алгоритм исследования представлен на рис. 1.

Динамический ряд цен на акции АО «Аэрофлот» в 2013 г. [12] представлен на рис. 2.

Проведем предварительный анализ данных: определим основные характеристики выборки и проанализируем характер распределения данных временного ряда. К основным характеристикам ряда данных относятся среднее значение, несмещенная оценка дисперсии, коэффициент асимметрии и эксцесс. Поскольку данный ряд представляет собой достаточно большую выборку (250 точек), предварительно проведем группировку данных.

Сгруппируем данные по доходностям на акции «Аэрофлот», используя оптимальный интервал по формуле Стерджеса:

$$h = \frac{P_{\max} - P_{\min}}{1 + 3,322 \lg n} = 4,51,$$

где  $P_{\max} = 86,60$  – максимальное значение цены за рассматриваемый период;

$P_{\min} = 46,14$  – минимальное значение цены за рассматриваемый период;

$n = 250$  – объем выборки (табл. 1).

Обозначим среднее значение  $i$ -го интервала «нижняя граница – верхняя граница» через  $P_i$  (см. табл. 1). Найдем среднее значение  $\bar{P}$ , несмещенную оценку дисперсии  $\hat{\sigma}^2$ , коэффициент асимметрии  $r_3$  и эксцесс  $Ex$  по формулам:

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^9 P_i n_i}{n}; \hat{\sigma}^2 = \frac{\sum_{i=1}^9 (P_i - \bar{P})^2 n_i}{n-1};$$

$$r_3 = \frac{\sum_{i=1}^9 (P_i - \bar{P})^3 n_i}{n-1} \cdot \frac{1}{\hat{\sigma}^3}; Ex = \left[ \frac{\sum_{i=1}^9 (P_i - \bar{P})^4 n_i}{n-1} \cdot \frac{1}{\hat{\sigma}^4} \right].$$

Рисунок 1

Алгоритм оценки «мягкости» («жесткости») системы

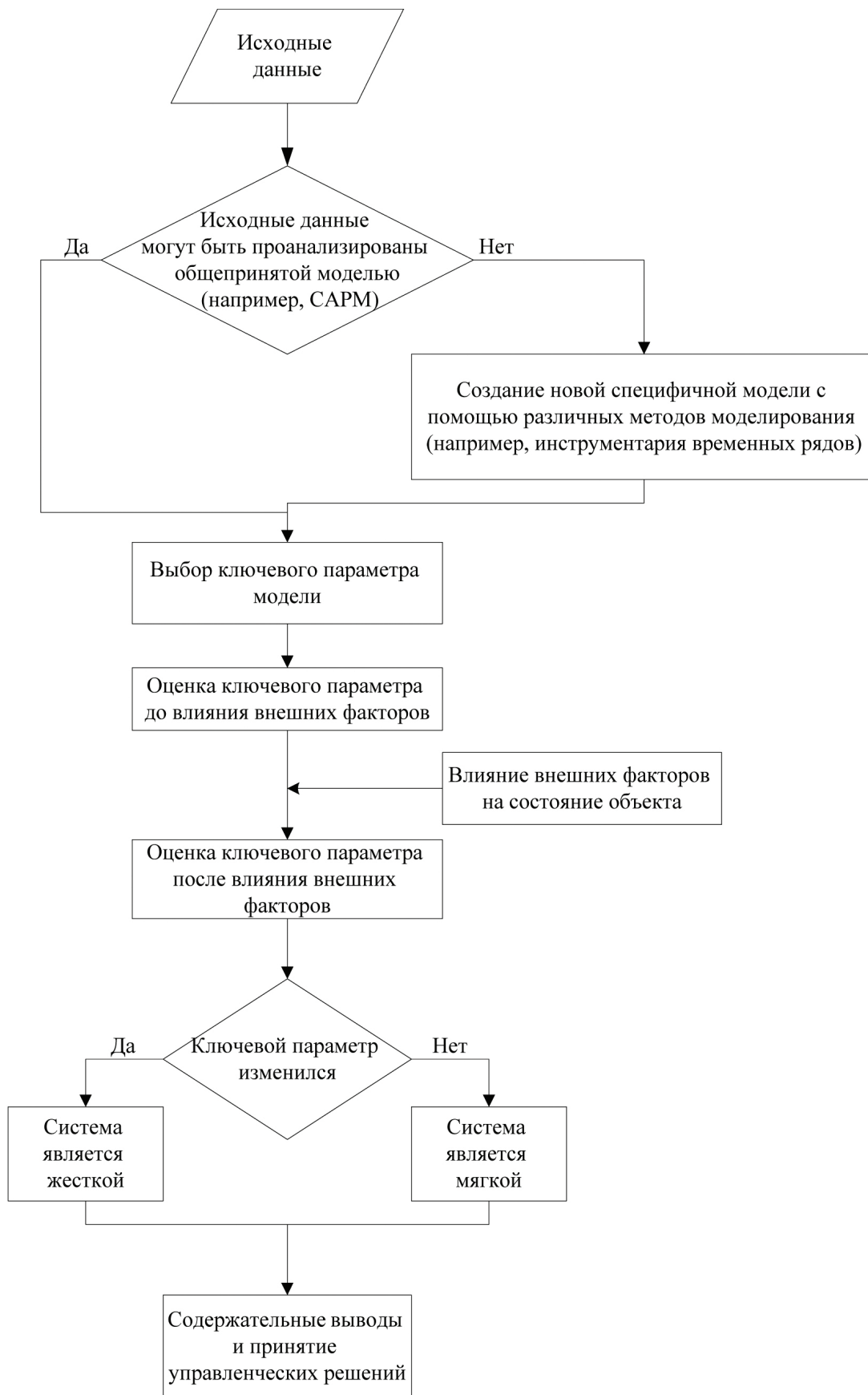


Рисунок 2

Динамический ряд цен на акции АО «Аэрофлот» в 2013 г., руб.

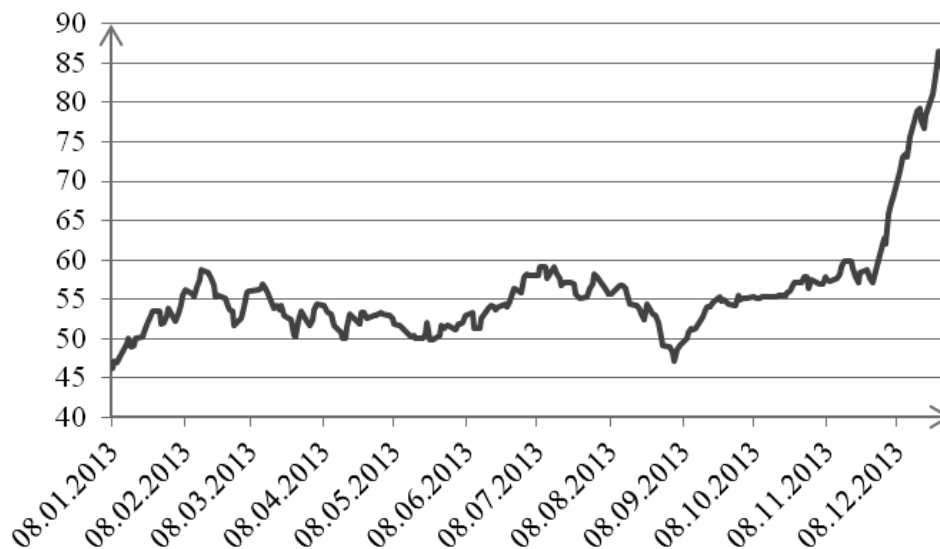


Таблица 1

Сгруппированные данные динамического ряда цен

№ интервала $i$	Нижняя граница	Верхняя граница	Частота $n_i$
1	46,14	50,65	30
2	50,65	55,17	105
3	55,17	59,68	92
4	59,68	64,19	4
5	64,19	68,70	3
6	68,70	73,22	3
7	73,22	77,73	4
8	77,73	82,24	4
9	82,24	86,75	5

Далее рассчитаем интегральные характеристики исследуемой выборки (табл. 2).

Поскольку  $r_3 > 0$  и  $Ex > 0$ , то распределение цен на акции АО «Аэрофлот» является островершинным и имеет положительную асимметрию. Определим характер распределения ряда цен на акции [13]. Проверим данный ряд на подчинение логнормальному распределению. Для этого перейдем от величины  $P$  к величине  $y = \ln P$ , где  $\ln P$  – натуральный логарифм цены.

Среднее значение  $\bar{y}$  и среднее квадратичное отклонение  $S$  ряда  $y$  равны 4,018 и 0,109 соответственно. Для того чтобы проверить, подчиняется ли переменная  $y$  нормальному

Таблица 2

Расчет интегральных характеристик

Этап расчетов	$P_i$	$n_i$	$P_i n_i$	$(P_i - P_{cp})^2 n_i$	$(P_i - P_{cp})^3 n_i$	$(P_i - P_{cp})^4 n_i$
Промежуточные расчеты	48,40	30	1 451,89	1 724,24	-12 845,80	96 821,62
	52,91	105	5 555,44	988,70	-2 905,38	8 787,68
	57,42	92	5 282,78	191,84	303,11	451,03
	61,93	4	247,74	141,93	864,27	5 186,17
	66,45	3	199,34	328,82	3 486,04	36 649,63
	70,96	3	212,88	673,37	10 177,49	152 925,74
	75,47	4	301,89	1 520,15	29 835,53	582 941,62
	79,99	4	319,94	2 305,38	55 650,14	1 338 448,70
	84,50	5	422,49	4 066,89	116 524,10	3 328 365,62
	Сумма		250	13 994,38	11 941,32	201 089,60
Интегральные характеристики	$\bar{P}$				55,98	
	$\hat{\sigma}^2$				47,96	
	$r_3$				2,43	
	$Ex$				9,69	

распределению, разобьем ось  $z$  на интервалы, обеспечивающие в своих пределах вероятность  $p$  в 10%, и поставим в соответствие граничным значениям  $z_i$  величины  $y_i$ , используя соотношение

$$z_i = \frac{y_i - \mu}{\sigma},$$

где  $\mu$  заменим на  $\bar{y}$ ,  $\sigma$  заменим на  $S$ , так что  $y_i = \bar{y} + zS$  (табл. 3).

Рассчитаем теоретические частоты попаданий  $f_E$  в каждый интервал ( $Z_i; Z_{i+1}$ ):

$$f_E = np(y_i \leq y \leq y_{i+1}) = 250 \times 0,1 = 25,$$

где  $n$  – объем выборки.

Определим фактические частоты попаданий  $f_0$  в каждый из равно пропорциональных интервалов (табл. 4).

Проверим гипотезу о том, соответствует ли эмпирическое распределение заданному. Нулевая гипотеза  $H_0$ : *выборка взята из генеральной совокупности, подчиняющейся нормальному закону распределения с заданными параметрами, оцененными по данным выборки.* Альтернативная гипотеза  $H_1$ : *выборка взята из генеральной совокупности, подчиняющейся закону распределения, отличному от заданного.* Соответствие определяется

Таблица 3

Граничные значения  $z$  и  $y$

№ интервала $i$	$P_i$	$z_i$	$y^i$
1	10	1,282	4,158
2	20	0,842	4,110
3	30	0,524	4,075
4	40	0,253	4,045
5	50	0,000	4,018
6	60	-0,253	3,990
7	70	-0,524	3,961
8	80	-0,842	3,926
9	90	-1,282	3,878

Таблица 4

Фактические частоты попаданий в интервалы  $y_i$  и  $y_{i+1}$

Нижняя граница	Верхняя граница	$f_0$
–	3,878	6
3,878	3,926	24
3,926	3,961	37
3,961	3,990	44
3,990	4,018	43
4,018	4,045	37
4,045	4,075	29
4,075	4,110	9
4,110	4,158	2
4,158	–	19

на основе анализа «меры расстояния» между эмпирическим и теоретическим распределением. За «меру расстояния» принимается величина критерия Пирсона (критерия  $\chi^2$ ), который в данном случае имеет вид:

$$\chi^2(k - r - 1) = \sum_{i=1}^k \frac{(f_{O_i} - f_{E_i})^2}{f_{E_i}},$$

где  $k$  – количество интервалов;

$r$  – число параметров предполагаемого распределения, которые оценены по данным выборки (табл. 5).

На основании вида гипотезы  $H_1$  заключаем, что необходимо использовать односторонний тест. По таблице  $\chi^2$  находим критическое значение на 5%-ном уровне значимости:  $\chi^2_{\text{таб } \alpha/k-r-1} = 274,98$ . Поскольку  $\chi^2 < \chi^2_{\text{таб } \alpha/k-r-1}$ , принимаем гипотезу  $H_0$ , т.е. выборка взята из генеральной совокупности, подчиняющейся нормальному распределению. Таким образом, величина  $u$  подчиняется нормальному распределению, тогда величина  $P$  подчиняется логнормальному распределению.

Цены на акции колеблются в стороны снижения и повышения, сезонность отсутствует (см. рис. 2). Предположим, что цена на акцию в текущий момент времени зависит только от цены на акцию в предыдущий момент времени, т.е. имеет место следующая зависимость:  $P_t = f(P_{t-1}) + \varepsilon_t$ , где  $P_t$  – цена акции в момент времени  $t$ . Тогда временной ряд  $\varepsilon_t$  должен представлять собой «белый шум»:  $\varepsilon_t \sim iid(0, \sigma^2)$ . Представим графически временной ряд  $\varepsilon_t = P_t - P_{t-1}$ , построенный по исходным данным (рис. 3).

Функция автокорреляции временного ряда  $\varepsilon_t$  удовлетворяет условиям «белого шума», т.е. имеет затухающую тенденцию, а колебания находятся в пределах допустимых границ, что позволяет считать их нулевыми (рис. 4) [14].

Таблица 5

Расчет критерия  $\chi^2$

$f_{Ei}$	$f_{Oi}$	$(f_{Oi} - f_{Ei})^2 / f_{Ei}$
25	6	14,44
25	24	0,04
25	37	5,76
25	44	14,44
25	43	12,96
25	37	5,76
25	29	0,64
25	9	10,24
25	2	21,16
25	19	1,44
$\chi^2$		86,88

Рисунок 3

Временной ряд  $\varepsilon_t = P_t - P_{t-1}$

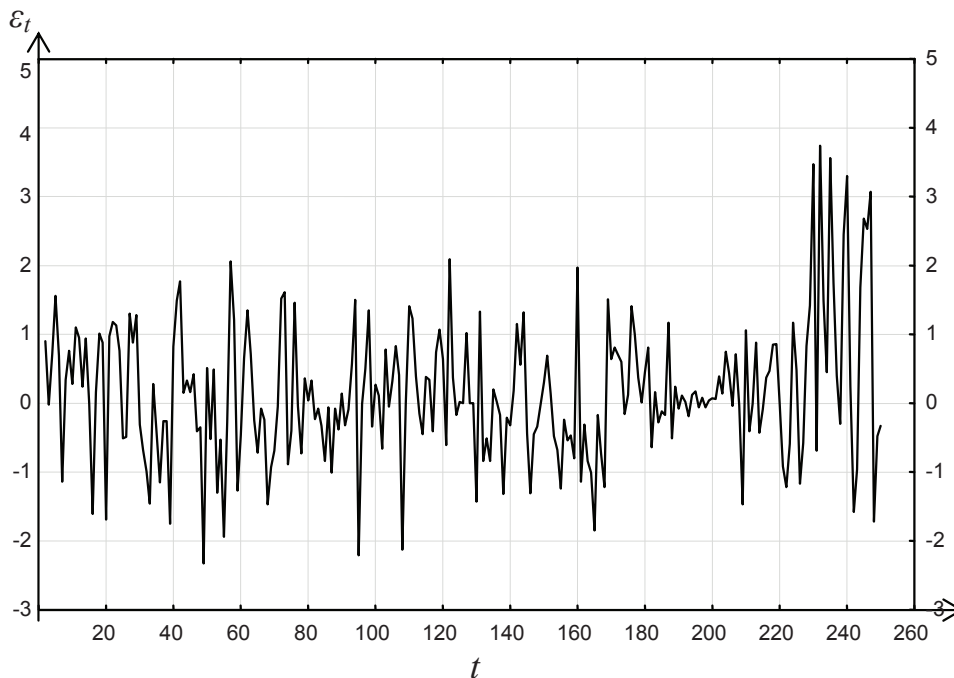
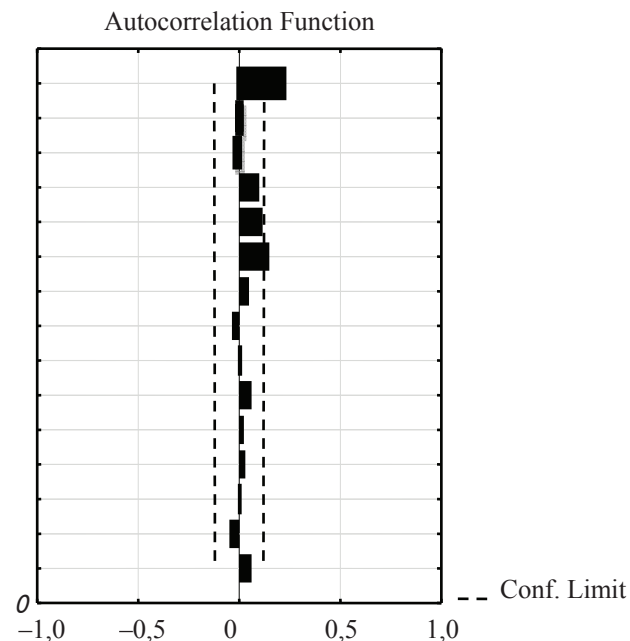


Рисунок 4

Автокорреляционная функция временного ряда

$\varepsilon_t = P_t - P_{t-1}$



Таким образом, случайный член  $\varepsilon_t$  в уравнении  $P_t = f(P_{t-1}) + \varepsilon_t$  удовлетворяет условиям Гаусса-Маркова.

Определим коэффициент корреляции между переменными  $P_t$  и  $P_{t-1}$ :  $r(P_t; P_{t-1}) = 0,989$ . Статистическую значимость коэффициента

корреляции проверим с помощью  $t$ -статистики, имеющей в данной ситуации распределение Стьюдента с числом степеней свободы  $\nu = n - 2$  ( $n = 249$  – объем выборки):

$$t = r(P_t; P_{t-1}) \cdot \frac{\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2(P_t; P_{t-1})}} = 0,989 \cdot \frac{\sqrt{249-2}}{\sqrt{1-0,989^2}} \approx 105,08.$$

При 5%-ном уровне значимости наблюдаемое значение  $t$ -статистики получается большим, чем критическая точка распределения Стьюдента:

$$t_{\frac{\alpha}{2}, n-2} = t_{0,025, 247} = 1,97,$$

т.е. коэффициент корреляции значимо отличается от нуля, и между переменными присутствует сильная положительная связь. С помощью ППП STATISTICA 10 оценим линейную регрессию в виде:

$$P_t = a + bP_{t-1} + \varepsilon_t \quad \text{или} \quad (1)$$

$$P_t = -0,975 + 1,02P_{t-1} + \varepsilon_t, \quad (2)$$

где  $R^2 = 0,979$ ,  $F_{1,247} = 11505$ ,  $p < 0,000$ .

$$S = (0,535) (0,01);$$

$$t = (-1,824) (107,26);$$

$$p = (0,069) (0,000).$$

Подсоответствующими коэффициентами регрессии в



круглых скобках помещаются значения стандартных ошибок ( $S$ ), значения  $t$ -статистик ( $t$ ) и значения  $p$ -уровней ( $p$ ) [16].

Коэффициент детерминации  $R^2 = 0,979$  является значимым на 5%-ном уровне. Ввиду незначимости свободного члена в формуле (2) пренебрежем им, тогда окончательно регрессионная модель примет вид:

$$P_t = 1,02P_{t-1} + \varepsilon_t. \quad (3)$$

Коэффициент  $b = 1,02$  примем за ключевой параметр модели. Расчеты показывают, что доверительный интервал для коэффициента  $b$  на уровне 0,1% составляет [0,9867; 1,0533]. Вообще говоря, представлялось бы логичным построить доверительный интервал на том же уровне, на котором проведена оценка коэффициентов регрессии, т.е. на 5%-ном уровне значимости. Однако расчеты показывают, что область меньше единицы включается в доверительный интервал на уровне 0,1%. Позволим себе некоторое отступление от формальной теории, принимая во внимание точку зрения, что процесс моделирования зависит от того, для ответа на какой вопрос предназначено исследование, каков фокус исследования [15].

Для того чтобы модель с авторегрессионными членами можно было оценивать с помощью метода наименьших квадратов (МНК), необходимо выполнение двух условий: 1)  $b < 1$  и 2) отсутствует автокорреляция остатков [15]. Для определения наличия или отсутствия автокорреляции остатков воспользуемся тестом Бреуша-Годфри. Он основан на следующем положении: если имеется корреляция между соседними наблюдениями, то естественно ожидать, что в уравнении

$$\varepsilon_t = a + b\varepsilon_{t-1} + v_t \quad (4)$$

(где  $\varepsilon_t$  – остатки регрессии, полученные обычным методом наименьших квадратов) коэффициент  $b$  окажется значимым. Оценим регрессию (4):

$$\varepsilon_t = -0,788 + 0,187\varepsilon_{t-1} + v_t \quad (5)$$

( $R^2 = 0,035, F_{1,246} = 8,949, p < 0,003; S = (0,087) (0,063); t = (-9,091) (2,991); p = (0,000) (0,003)$ ).

Значение  $p$ -уровня свидетельствует о незначимости на 5%-ном уровне при двусторонней проверке коэффициента  $b$ . Таким образом, автокорреляция остатков отсутствует.

Дополнительно проведем исследование остатков  $\varepsilon_t$  на нормальность аналогично исследованию ряда  $y_t$ . Рассчитаем значения ожидаемой и фактической частот, а также критерия  $\chi^2$  (табл. 6).

Таблица 6

Расчет критерия  $\chi^2$

$f_{Ei}$	$f_{oi}$	$(f_{oi} - f_{Ei})^2 / f_{Ei}$
25	23	0,16
25	18	1,96
25	29	0,64
25	26	0,04
25	42	11,56
25	22	0,36
25	16	3,24
25	26	0,04
25	24	0,04
25	23	0,16
–	$\chi^2$	18,2
–	$\chi^2_{\text{таб } \alpha/k-r-1}$	274,987

Поскольку  $\chi^2 < \chi^2_{\text{таб } \alpha/k-r-1}$ , то выборка взята из генеральной совокупности, подчиняющейся нормальному распределению, которому подчиняется величина  $\varepsilon_t$ .

Итак, построенную модель можно считать адекватной, а коэффициент  $b$  – ключевым параметром.

Рассчитаем среднюю ошибку аппроксимации для регрессии (3), т.е. среднее отклонение расчетных значений от фактических:

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| 100\% = \frac{1}{250} 3,34 \cdot 100\% = 1,34\%,$$

где  $\hat{y}_i$  – значение переменной, полученное через уравнение регрессии. Полученная ошибка аппроксимации не превышает 15%, поэтому полученную зависимость можно использовать в прогнозных целях [17].

Попутно заметим, что построение зависимостей между первыми разностями не дало удовлетворительных результатов (коэффициент детерминации составлял не более 0,05 при значимости не хуже 5%), что дает расхождение с данными работы [18], где отмечается, что «использование первых лаговых разностей позволяет строить регрессию, обладающую хорошими качествами для прогнозирования». На данный момент авторы больше склоняются к точке зрения, что путь исследования задается его центром (фокусом) [14], а к аналитическому инструментарию в прикладных социально-экономических областях надо относиться как к гибкому, способному проявлять специфические свойства в зависимости от сути объекта. Другими словами, исследователь может столкнуться с необходимостью допущения вариативности используемого инструментария.

Построим по полученной регрессии прогноз на 2014 г. и сравним результаты с контрольной выборкой, т.е. с реальными данными за 2014 г. (табл. 7). Отметим, что прогноз был построен как с учетом коэффициента  $a = -0,975$ , так и без него. Однако отбрасывание коэффициента  $a$  не привело к значительному изменению результатов. Исходя из единицы измерения исходных данных, можно сказать, что коэффициент  $a$  – это 0,975 рубля, что составляет примерно 2,5% от минимального значения ряда данных. Именно поэтому коэффициент  $a$  можно считать незначимым как в вероятностном, так и содержательном смыслах.

Полученные на практике отклонения добавляют уверенности в адекватности используемого инструментария. Роль случая (неопределенности, риска) [13], за который отвечает член  $\varepsilon_t$ , и, как следствие, вся спецификация модели в данном исследовании такова, что несмотря на то, что коэффициент  $b = 1,02$  на том уровне значимости, на котором построена регрессия, оказался больше 1, фактически оказался «ненамного» превышающим единицу. Теория говорит о том, что если коэффициенты при первой лаговой переменной меньше 1, то ряд будет иметь тенденцию возвращаться к среднему значению [12]; если же коэффициент больше 1, то следует ожидать неустойчивости ряда, а значит, нарастания размаха колебаний. В нашем случае нарастание не подтвердилось. Дополнительной уверенности прибавляет тот факт, что регрессионный анализ первых разностей  $\Delta_t = P_t - P_{t-1}$  дал модель с коэффициентом детерминации  $R^2 = 5\%$ .

Из всех прогнозных значений можно выделить результаты за 03.03.2014, 14.03.2014 и 16.12.2014. Отклонение в эти даты составило более 15%. Данную ситуацию можно объяснить следующими внешними факторами. Так, именно 01.03.2014 Совет Федерации ФС РФ разрешил использование

российских вооруженных сил на Украине (в Автономной республике Крым) до нормализации общественно-политической обстановки в этой стране [19]. В преддверие референдума о статусе Крыма 14.03.2014 объявлено днем траура в Донецкой области в связи с массовыми беспорядками, произошедшими 13.03.2014 [20]. Дата 15.12.2014 в СМИ была названа «черным понедельником» [21], поскольку на следующий день доллар на валютных торгах ММВБ превысил отметку в 65 руб., а евро подорожал до 81 руб. В итоге 16.12.2014 Банк России повысил ключевую ставку с 10,5 до 17%.

Таким образом, основываясь на сравнении реальных и прогнозных значений цены акций, можно определить те политические и экономические события, которые наиболее явно и сильно влияют на ситуацию на фондовом рынке. Однако, несмотря на множество внешних факторов 2014 г. и нестабильность политической и экономической ситуации в стране, уравнение регрессии, построенное на данных 2013 г., позволило сделать достаточно качественный прогноз. Можно сказать о том, что ключевой параметр регрессии – коэффициент  $b$ , указывающий характер связи между ценой текущего дня и ценой предыдущего дня, остался неизменным. Для подтверждения данного факта оценим регрессию (1) по данным 2014 г.:

$$P_t = 0,336 + 0,989P_{t-1} + \varepsilon_t \quad (6)$$

$$(R^2 = 0,995, F_{1,247} = 22\,254, p < 0; S = (0,367) (0,007); t = (0,915)(149,177); p = (0,361)(0,000)).$$

Коэффициент детерминации  $R^2 = 0,995$  является значимым на 5%-ном уровне. Ввиду незначимости свободного члена в уравнении (6) пренебрежем им, тогда окончательно регрессионная модель примет вид:

$$P_t = 0,989P_{t-1} + \varepsilon_t. \quad (7)$$

В целях выявления наличия или отсутствия

Таблица 7

Фрагмент прогноза цен на акции АО «Аэрофлот» в 2014 г.

Дата	Реальная цена	Прогнозная цена	Абсолютное отклонение	Относительное отклонение
06.01.2014	83,38	85,77	2,39	0,03
28.02.2014	70,9	76,45	5,55	0,08
03.03.2014	61,75	72,33	10,58	0,17
04.03.2014	61,86	63,00	1,14	0,02
13.03.2014	54,88	60,02	5,14	0,09
14.03.2014	48,21	55,99	7,78	0,16
15.12.2014	36,97	37,12	0,15	0,00
16.12.2014	29,90	36,74	6,84	0,23
30.12.2014	31,81	32,88	1,07	0,03



автокорреляции построим регрессию (4) для данных 2014 г.:

$$\varepsilon_t = 0,574 + 0,247\varepsilon_{t-1} + v_t, \quad (8)$$

( $R^2 = 0,061$ ,  $F_{1,246} = 16,053$ ,  $p < 0$ ;  $S = (0,079) (0,062)$ ;  $t = (7,288) (4,007)$ ;  $p = (0,000) (0,000)$ ).

Значение  $p$ -уровня свидетельствует о незначимости на 5%-ном уровне при двусторонней проверке коэффициента  $b$ . Таким образом, согласно тесту Бреуша-Годфри, автокорреляция остатков отсутствует. Нормальность распределения остатков подтверждается расчетным значением статистики  $\chi^2 = 15,72$ , которое меньше, чем критическая точка  $\chi^2_{\text{таб } \alpha/k-r-1} = 274,987$ .

Следует также отметить, что несмотря на то, что исходные данные подчиняются логнормальному распределению, анализ проводился непосредственно для ряда  $P_t$ , а не для ряда  $\ln P_t$ . Это связано с тем, что значения коэффициентов регрессионной модели ряда  $\ln P_t$  оказались практически равными коэффициентам регрессий (3) и (7) при значимости коэффициентов регрессии и общем ее качестве не ниже 5%:

$\ln P_t = 1,01 \ln P_{t-1} + \varepsilon_t$  – регрессионная модель ряда  $\ln P_t$  за 2013 г.;

$\ln P_t = 0,993 \ln P_{t-1} + \varepsilon_t$  – регрессионная модель ряда  $\ln P_t$  за 2014 г.

Аналогичный анализ был проведен для 2007–2008 гг. Значения угловых коэффициентов регрессии составили при этом 0,984 и 1,007 соответственно. Таким образом, во всех рассмотренных случаях коэффициенты регрессии  $b$  не отличаются от единицы, что дает основания предполагать неизменность ключевого параметра модели. Следовательно, система цен на акции АО «Аэрофлот» представляет собой «мягкую» систему, т.е. при изменении внешней среды ключевые параметры системы не меняются. В свою очередь, неизменность ключевого параметра модели означает внутреннюю «жесткость» системы: внутренняя жесткая взаимосвязь системы позволяет ей мягко реагировать на внешние воздействия<sup>2</sup>.

Проведенный анализ позволяет детализировать элемент «Создание специфической модели...» общего алгоритма, представленного на рис. 1

<sup>2</sup> Это явление можно попытаться объяснить с помощью аналогии, например, с дисциплиной человека: несмотря на плохую погоду за окном, дисциплинированный человек все равно подстроится под такие внешние условия и окажется на работе вовремя. Так же и с системой: несмотря на внешние серьезные влияния, жесткая связь элементов системы не позволяет ей выйти из строя.

(рис. 5). Примечательно, что независимо от результатов, представленных в работе [13], авторы настоящего исследования, по сути, подтвердили «взаимное позиционирование экономической теории и эконометрики после 1970-х гг.», характеризующееся дополнительной проверкой модели на адекватность [14].

Посмотрим на понятие «мягкость» системы еще с одной точки зрения. Если система «мягкая», то относительное изменение результата должно быть меньше относительного изменения внешнего фактора, т.е. эластичность, которую в данном случае можно трактовать как финансовый леверидж –

Рисунок 5

Создание специфической модели

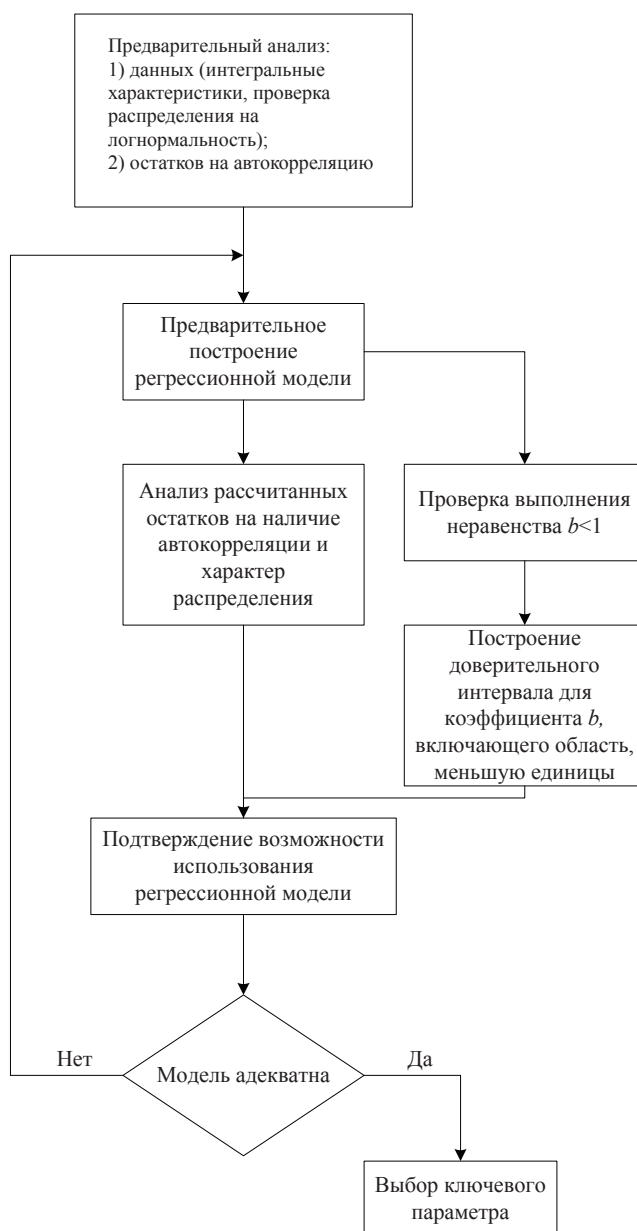


Таблица 8

Расчет финансового левериджа для акций АО «Аэрофлот» в 2013–2014 гг.

Дата	Валовая прибыль, тыс. руб.	Цена на текущую дату, руб.	Цена за предыдущий день, руб.	Относительное изменение цены	Относительное изменение прибыли	Финансовый леверидж
31.03.2013	6 019 496	53,45	–	–	–	–
30.06.2013	13 522 514	56,4	53,45	0,06	1,25	0,044279
30.09.2013	32 326 211	54,27	56,4	–0,04	1,39	–0,02716
31.12.2013	40 706 012	84,07	54,27	0,55	0,26	2,118252
31.03.2014	3 510 935	54,74	84,07	–0,35	–0,91	0,381807
30.06.2014	13 290 150	56,04	54,74	0,02	2,79	0,008526
30.09.2014	33 043 946	43,41	56,04	–0,23	1,49	–0,15163
31.12.2014	45 863 277	31,81	43,41	–0,27	0,39	–0,6888

отношение относительного изменения цены к относительному изменению прибыли, будет меньше единицы. Проведем расчеты, используя данные квартальной отчетности компании [22], и сведем результаты в таблицу (табл. 8).

Действительно, в данном случае финансовый леверидж по модулю практически не превышает единицу. Переход с декабря по март можно объяснить техническими причинами: реформацией баланса в конце года с соответствующими изменениями в отчетности. Результаты проведенного регрессионного анализа не противоречат анализу финансовой отчетности, а некоторые отклонения от формализованной теории не влияют на управленческие решения. Это означает, что оперируя понятием «мягкость» системы, можно делать предварительный анализ компании даже без финансовой документации. На последующей стадии более детального анализа опять-таки на основе «мягкости» системы, т.е. неподверженности ее внешним факторам, можно абстрагироваться от них, сосредоточившись на анализе внутренней структуры компании. Таким образом, анализ «мягкости» системы приводит к

рекомендациям управленческого характера, что уже может рассматриваться как прикладной результат проведенного исследования.

Итак, несмотря на то, что в целом российский фондовый рынок характеризуется нестабильностью и плохой прогнозируемостью [2], стратегическое планирование является инструментом, способным обеспечить перспективное развитие российской экономики на основе ее комплексной модернизации [23]. В связи с этим оценка «мягкости» («жесткости») системы с использованием предлагаемого алгоритма может оказаться полезной при формировании управленческих решений для стратегических инвесторов, например, для определения структуры инструмента макроэкономического регулирования – суверенного фонда [24]. Кроме того, возможно использование предлагаемого алгоритма на различных динамических рядах показателей финансовых инструментов (курсовой стоимости ценных бумаг, индексов, валютных курсов и др.) инвесторами, аналитиками, в том числе биржевыми, при разработке портфелей ценных бумаг и для оценки устойчивости различных экономических объектов.

### Список литературы

1. Клейнер Г.Б. Экономико-математическое моделирование и экономическая теория // Экономика и математические методы. 2001. Т. 37. № 3. С. 111–126.
2. Айзин К.И., Лившиц В.Н. Риск и доходность ценных бумаг на фондовых рынках стационарной и нестационарной экономики. URL: <http://auditfin.com/fin/2006/4/Aizin/Aizin%20.pdf>.
3. Дорошенко Ю.А., Быков К.С. Факторы, влияющие на инвестиционную деятельность. Систематизация факторов инвестиционной деятельности в целях построения регрессионных моделей // Российское предпринимательство. 2010. № 3-1. С. 48–52.
4. Коваленко А.Т., Батьковский М.А., Хрусталёв Е.Ю. Методологические основы экономического оценивания военного потенциала государства // Проблемы прогнозирования. 2005. № 3. С. 134–148.
5. Лившиц В.Н., Лычагина Т.А., Пахомова Е.А. Финансовый менеджмент. Основы оценки эффективности

- инвестиционных проектов: учеб. пособие. Дубна: Международный университет природы, общества и человека «Дубна», 2011. 182 с.
6. *Пахомова Е.А., Головкова К.С.* Анализ российского фондового рынка методом оценки капитальных активов «САРМ» // Международный научно-исследовательский журнал. 2013. № 10-3. С. 25–28.
  7. *Лившиц В.Н.* Особенности оценки эффективности производственных инвестиционных проектов в России // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2006. № 8. С. 47–52.
  8. *Клейнер Г.Б.* Новая теория экономических систем: проблемы развития и применения / Эволюционная и институциональная экономическая теория: дискуссии, методы и приложения. СПб: Алетейя, 2012. 368 с.
  9. *Клейнер Г.Б.* Системная экономика как платформа развития современной экономической теории // Вопросы экономики. 2013. № 6. С. 1–27.
  10. *Готовцева Л.Г., Рязанцев А.П., Хрусталёв Е.Ю.* Методология эконометрического анализа международных денежных переводов как формы вывоза капитала // Аудит и финансовый анализ. 2011. № 4. С. 207–215.
  11. *Клейнер Г.Б.* «Мягкие» и «жесткие» системы в экономике: материалы XVII Международной конференции по мягким вычислениям и измерениям (SCM'2014). М.: Финансовый ун-т при Правительстве РФ, 2014.
  12. Информационное агентство «МФД-ИнфоЦентр». Котировки акций. URL: <http://mfd.ru/marketdata/?id=5&mode=0>.
  13. *Уотшем Т.Дж., Паррамоу К.* Количественные методы в финансах: учеб. пособие для вузов. М.: Финансы, ЮНИТИ, 1999. 527 с.
  14. *Плохотников К.Э.* Основы эконометрики в пакете STATISTICA: учеб. пособие. М.: Вузовский учебник, 2010. 298 с.
  15. *Магнус Я.Р., Катышев П.К., Пересецкий А.А.* Эконометрика. Начальный курс: учебник. М.: Дело, 2004. 576 с.
  16. *Бородич С.А.* Эконометрика: учеб. пособие. Минск: Новое знание, 2001. 408 с.
  17. *Ковалев В.В.* Введение в финансовый менеджмент. М.: Финансы и статистика, 2000. 768 с.
  18. *Левин В.С.* Инвестиции в основной капитал в России. Статистический анализ динамики и прогнозирование. М.: Финансы и кредит, 2007. 304 с.
  19. Совет Федерации разрешил использовать ВС России на Украине. URL: <http://ria.ru/politics/20140301/997696712.html>.
  20. В Донецкой области объявили траур после беспорядков 13 марта. URL: <http://interfax.ru/world/364691>.
  21. «Черный понедельник»: что происходит с рублем? URL: [http://bbc.co.uk/russian/business/2014/12/141215\\_rouble\\_plummet\\_explainer](http://bbc.co.uk/russian/business/2014/12/141215_rouble_plummet_explainer).
  22. Официальный сайт АО «Аэрофлот». Отчеты компании. Ежеквартальные отчеты эмитента. URL: [http://aeroflot.ru/cms/reports\\_item/10975](http://aeroflot.ru/cms/reports_item/10975).
  23. *Сухарев А.Н.* Крупные российские компании в системе государственного стратегического планирования // Вестник Тверского государственного университета. Сер. Экономика и управление. 2014. № 23. С. 40–50.
  24. *Алекторская М.М., Пахомов А.В., Пахомова Е.А.* Суверенный фонд как инструмент макроэкономического регулирования // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2014. № 28. С. 25–35.

## THE METHODOLOGICAL APPROACH TO EVALUATING THE SOFTNESS OF THE SYSTEM TOWARDS EXTERNAL FACTORS

Kseniya S. GOLOVKOVA<sup>a</sup>, Aleksandr V. PAKHOMOV<sup>b</sup>, Elena A. PAKHOMOVA<sup>c,\*</sup>

<sup>a</sup>Dubna International University, Dubna, Moscow region, Russian Federation  
golovkovaks@yandex.ru

<sup>b</sup>Dubna International University, Dubna, Moscow region, Russian Federation  
dubna@list.ru

<sup>c</sup>Dubna International University, Dubna, Moscow region, Russian Federation  
uni-dubna@mail.ru

\*Corresponding author

### Article history:

Received 21 April 2015

Accepted 28 April 2015

**Keywords:** stock market,  
lognormal distribution, soft system,  
rigid system, financial leverage

### Abstract

**Importance** Evaluating the effect of external factors on the stock exchange market still remains one of relevant issues for researchers and investors.

**Objectives** The objective is to devise a methodological approach to evaluating the dynamic range of prices for shares in terms of *softness* and *rigidity* in relation to external circumstances, and to test the approach with the dynamic range of prices for Aeroflot's shares.

**Methods** The methodological framework comprises the general principles of the systems analysis, including a new methodology for applying systems tools of economic research, applied statistics methods, generalization and analysis of the information about the object under study. The model parameters were assessed using econometric methods, with the key parameter being subsequently determined.

**Results** We describe the methodological approach as an algorithm that evaluates the *softness* and *rigidity* of the system, with its subsequent testing and case study of Aeroflot. Using the regression method, we make the 2014 forecast, compare the forecast data with real prices, thus determining the most important external factors, i.e. political and economic circumstances that influence the Russian stock market.

**Conclusions and Relevance** The algorithm is possible to apply to various dynamic ranges of financial instruments indicators. The article also provides our conclusions on the specifics of the applicable analytical tools. As the analysis shows, the object is the *soft* system in relation to external factors. This approach can be used by investors, analysts in order to evaluate the sustainability of various economic objects.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2015

### References

1. Kleiner G.B. Ekonomiko-matematicheskoe modelirovanie i ekonomicheskaya teoriya [Economic and mathematical modeling methods and economic theory]. *Ekonomika i matematicheskie metody = Economics and Mathematical Methods*, 2001, vol. 37, no. 3, pp. 111–126.
2. Aizin K.I., Livshits V.N. *Risk i dokhodnost' tsennykh bumag na fondovykh rynkakh statsionarnoi i nestatsionarnoi ekonomiki* [The risk of and yield on securities at stock exchange markets of the stationary and non-stationary economy]. Available at: <http://auditfin.com/fin/2006/4/Aizin/Aizin%20.pdf>. (In Russ.)
3. Doroshenko Yu.A., Bykov K.S. Faktory, vliyayushchie na investitsionnyu deyatelnost'. Sistematizatsiya faktorov investitsionnoi deyatelnosti v tselyakh postroeniya regressionnykh modelei [Factors influencing investment activity. Systematization of investment activity factors to build regression models]. *Rossiiskoe predprinimatel'stvo = Russian Journal of Entrepreneurship*, 2010, no. 3-1, pp. 48–52.
4. Kovalenko A.T., Bat'kovskii M.A., Khrustalev E.Yu. Metodologicheskie osnovy ekonomicheskogo otsenivaniya voennogo potentsiala gosudarstva [The methodological framework for the economic assessment of the State's military capabilities]. *Problemy prognozirovaniya = Problems of Forecasting*, 2005, no. 3, pp. 134–148.



5. Livshits V.N., Lychagina T.A., Pakhomova E.A. *Finansovyi menedzhment. Osnovy otsenki effektivnosti investitsionnykh projektov* [Financial management. Fundamentals of assessing the effectiveness of investment projects]. Dubna, Dubna International University Publ., 2011, 182 p.
6. Pakhomova E.A., Golovkova K.S. Analiz rossiiskogo fondovogo rynka metodom otsenki kapital'nykh aktivov 'SARM' [Analyzing the Russian stock market by evaluating capital assets of SARM]. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal = International Research Journal*, 2013, no. 10-3, pp. 25–28.
7. Livshits V.N. Osobennosti otsenki effektivnosti proizvodstvennykh investitsionnykh projektov v Rossii [The specifics of evaluating the efficiency of production investment projects in Russia]. *Imushchestvennye otnosheniya v Rossiiskoi Federatsii = Property Relations in the Russian Federation*, 2006, no. 8, pp. 47–52.
8. Kleiner G.B. *Novaya teoriya ekonomicheskikh sistem: problemy razvitiya i primeneniya. Vkn.: Evolyutsionnaya i institutsional'naya ekonomicheskaya teoriya: diskussii, metody i prilozheniya* [A new theory of economic systems: problems of development and application. In: Evolutionary and institutional economics: discussion, methods and applications]. St. Petersburg, Aleteiya Publ., 2012, 368 p.
9. Kleiner G.B. Sistemnaya ekonomika kak platforma razvitiya sovremennoi ekonomicheskoi teorii [System economics as a platform for development of modern economic theory]. *Voprosy Ekonomiki*, 2013, no. 6, pp. 1–27.
10. Gotovtseva L.G., Ryazantsev A.P., Khrustalev E.Yu. Metodologiya ekonometriceskogo analiza mezhdunarodnykh denezhnykh perevodov kak formy vyvoza kapitala [The methodology for econometric analysis of cross-border monetary transfers as a format of capital outflow]. *Audit i finansovyi analiz = Audit and Financial Analysis*, 2011, no. 4, pp. 207–215.
11. Kleiner G.B. ['Soft' and 'hard' systems in economy]. *XVII Mezhdunarodnaya konferentsiya po myagkim vychisleniyam i izmereniyam (SCM'2014): materialy konferentsii* [Proc. 17<sup>th</sup> Int. Conf. on Soft Computing and Measurements (SCM'2014)]. St. Petersburg, Saint Petersburg Electrotechnical University LETI Publ., 2014.
12. Information agency MFD-InfoCenter. Stock quotes. Available at: <http://mfd.ru/marketdata/?id=5&mode=0>. (In Russ.)
13. Watsham T.J., Parramore K. *Kolichestvennye metody v finansakh* [Quantitative Methods in Finance]. Moscow, Finansy, YUNITI Publ., 1999, 527 p.
14. Plokhonnikov K.E. *Osnovy ekonometriki v pakete STATISTICA* [Fundamentals of econometrics in STATISTICA software package]. Moscow, Vuzovskii uchebnik Publ., 2010, 298 p.
15. Magnus Ja.R., Katyshev P.K., Peresetskii A.A. *Ekonometrika. Nachal'nyi kurs* [Econometrics for beginners]. Moscow, Delo Publ., 2004, 576 p.
16. Borodich S.A. *Ekonometrika* [Econometrics]. Minsk, Novoe znanie Publ., 2001, 408 p.
17. Kovalev V.V. *Vvedenie v finansovyi menedzhment* [Introduction to financial management]. Moscow, Finansy i statistika Publ., 2000, 768 p.
18. Levin V.S. *Investitsii v osnovnoi kapital v Rossii. Statisticheskii analiz dinamiki i prognozirovaniye* [Investment in fixed assets in Russia. Statistical analysis of trends and forecasting]. Moscow, Finansy i kredit Publ., 2007, 304 p.
19. *Sovet Federatsii razreshil ispol'zovat' VS Rossii na Ukraine* [The Federation Council authorized the presence of the Russian Military Forces in Ukraine]. Available at: <http://ria.ru/politics/20140301/997696712.html>. (In Russ.) (accessed 01.03.2014)
20. *V Donetskoi oblasti ob'yavili traur posle besporyadkov 13 marta* [Donetsk region declared mourning after the riots of March 13]. Available at: <http://interfax.ru/world/364691>. (In Russ.) (accessed 14.03.2014)
21. *'Chernyi ponedel'nik': chto proiskhodit s rublem?* ['Black Monday': what is going on with the Russian ruble?]. Available at: [http://bbc.co.uk/russian/business/2014/12/141215\\_rouble\\_plummet\\_explainer](http://bbc.co.uk/russian/business/2014/12/141215_rouble_plummet_explainer). (In Russ.) (accessed 15.12.2014)



22. Official site of JSC Aeroflot. Quarterly reports of the issuer. Available at: [http://aeroflot.ru/cms/reports\\_item/10975](http://aeroflot.ru/cms/reports_item/10975). (In Russ.)
23. Sukharev A.N. Krupnye rossiiskie kompanii v sisteme gosudarstvennogo strategicheskogo planirovaniya [Major Russian companies as part of public strategic planning]. *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Ekonomika i upravlenie = Bulletin of Tver State University. Economics and Management Series*, 2014, no. 23, pp. 40–50.
24. Alektorskaya M.M., Pakhomov A.V., Pakhomova E.A. Suverennyi fond kak instrument makroekonomicheskogo regulirovaniya [Sovereign fund as a macroeconomic regulation instrument]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' = National Interests: Priorities and Security*, 2014, no. 28, pp. 25–35.