

Учет влияния внешней среды при моделировании фондового рынка

А. В. Пекарский

Оценка динамики рыночной конъюнктуры обычно проводится с двух позиций [2]. С одной стороны, прогнозированию подлежат численные значения цен. Для этого применяются, в частности, многофакторные статистические модели их зависимости от переменных, которые отражают обстоятельства формирования конъюнктуры. С другой стороны, решается задача определить характер будущей ценовой тенденции, пользуясь набором трендовых моделей — разнообразных технических индикаторов и критериев, по которым судят о вероятности будущего повышения цен активов, их понижения или колебаний в определенном диапазоне. При этом опираются только на динамику самих цен и объемов торгов за некоторый период, не вдаваясь в причины происходящих сдвигов. Результат — предвидение качества курсовой динамики, ее преобладающей тенденции и вероятного момента изменения.

Поиску ответов на вопросы, как подорожают или подешевеют активы когда-то в дальнейшем, служат модели первого типа — ценовые. По смыслу они близки теории фундаментального анализа рынка. По ним будущие цены прогнозируются, исходя из выявленной реакции последних на изменчивость множества факторов — от внутренней стоимости актива, динамики производственного

и финансового состояния эмитента до цен других фондовых инструментов, конъюнктуры материальных рынков, денежного предложения, учетных ставок, доходов населения, инфляции, потребления и т. д.

Параметры таких функций определяются простым или модифицированным методом наименьших квадратов на множестве наблюдений по соответствующим признакам за тем, что происходит в действительности [1]. После вычисления этих параметров для предвидения величины зависимой переменной иногда [6] осуществляется первоначальный прогноз будущих значений независимых переменных модели — аргументов, — а затем с использованием полученных результатов — расчет искомой величины. При таком подходе, когда количество аргументов более или менее велико, могут возникать сильные отклонения ее расчетного значения от истинного, что делает необходимым составление нескольких сценариев вероятного развития событий.

Заслуживает внимания гипотеза, что повысить информативность и способность трендовых моделей более точно определять изменения в рыночных тенденциях может метод, обеспечивающий их сращивание с ценовыми. Для построения такого индикатора информацию, которая содержится в данных о прошлых изменениях цен акций, следует пополнить историческими значениями факторов, внешних по отношению к рынку. Прогнозу в таком случае подлежит только зависимая переменная модели, причем он осуществляется, имея в виду, что синхронные величины этих факторов уже известны.

Проверка такого предположения потребовала провести исследование на исторических значениях цен активов: построить различные варианты индикаторов фондового рынка с применением внешних факторов, оценить результаты использования показаний этих индикаторов как основы для выбора тех или иных торговых операций и выяснить, принесут ли они какую-либо пользу. Это было выполнено применительно к пяти выпускам акций, обращавшихся на российском фондовом рынке в период с 10.06.2003 по 07.11.2007, причем первые 900 значений их ценовых рядов

использовались для предварительного определения параметров моделей и (в тех случаях, когда применялись дополнительные функции) для оптимизации этих параметров. Остальные (с 24.01.2007 по 07.11.2007) послужили тестированию построенных индикаторов под углом зрения прибыльности сделок с акциями, ориентированных на сигналы того или иного индикатора. Это выяснялось путем имитации торгов при всякой модели в тестовом временном периоде.

Имитация заключалась в последовательном, период за периодом, вычислении выхода модели — прогноза изменения цены закрытия на один день вперед — и последствий открытия длинной позиции в ситуации превышения этим прогнозом текущей цены закрытия или короткой в противном случае. При этом для максимального приближения к реальности, учитывая время поступления значений внешних факторов, считалось, что сделки осуществляются по цене открытия следующего дня, а когда его цена закрытия становилась известна, параметры модели переоценивались.

Таким образом, тестовый капитал постоянно изменялся и доходность, достигнутая в конце периода, использовалась как мера эффективности индикатора. Базовым критерием для сравнения индикаторов служил результат реализации за то же время стратегии «купи и держи» (оценка доходности при покупке акций в первый день тестового периода и удержании их до его последнего дня). Результаты применения этой стратегии приведены в табл. 1. Предполагалось, что каждая сделка выполнялась с комиссией в размере 0,2% от ее суммы и маржей 0,5.

Внешними факторами в исследовании выступали цена нефти и курс доллара США к рублю. Связь динамики цен рассмотренных акций с тем и другим показана в табл. 2, из которой видно, что для них характерна положительная зависимость от изменений цен нефти (средняя для акций Ростелекома и сильная для остальных) при тесной отрицательной связи с динамикой курса доллара, причем коэффициент корреляции практически безразличен к использованному далее лагу — сдвигу значений факторов на день вперед.

Таблица 1

Доходность* по акциям (в %) от реализации стратегии «купи и держи»

ЛУКОЙЛ	Ростелеком	Сургут-нефтегаз	Мосэнерго	Иркутскэнерго	Среднее
18,29	31,63	-11,40	35,03	38,66	22,44

* Здесь и далее представлена доходность за тестовый период (с 24.01.2007 по 07.11.2007).

Таблица 2

Коэффициенты корреляции цен акций с ценами на нефть и курсом доллара США

Показатель	ЛУКОЙЛ	Рос-телеком	Сургут-нефтегаз	Мос-энерго	Иркутск-энерго
Цена на нефть	0,87	0,55	0,87	0,73	0,80
Курс доллара	-0,77	-0,78	-0,76	-0,77	-0,81
Цена на нефть с лагом 1 день	0,87	0,56	0,87	0,73	0,81
Курс доллара с лагом 1 день	-0,77	-0,78	-0,75	-0,77	-0,81

Первыми из проанализированных моделей были линейная и степенная функции

$$P_{t+1} = f(P_t, P_{t-1}, P_{t-2}, P_{t-3}, P_{t-4}, O_t, R_t), \quad (1)$$

где P — цена закрытия при торгах акциями, t — текущий период, R — курс доллара, O — цена нефти марки Brent. Регрессионная статистика такой линейной модели представлена в табл. 3.

По этим показателям можно сделать вывод о высокой степени соответствия модели и ее статистической адекватности. То же можно сказать и о степенной форме зависимости в этой модели (табл. 4).

Таблица 3

Результаты регрессии модели (1) в линейной форме за базовый период (10.06.2003–24.01.2007)*

Показатель	ЛУКОЙЛ	Рос-телеком	Сургут-нефтегаз	Мос-энерго	Иркутск-энерго
b_0	-103,7270	-0,2910	-2,3701	0,0260	0,0587
b_1	0,9930	0,9461	0,9817	0,6640	0,9784
b_2	-0,0080	0,0881	-0,0283	0,1631	0,0635
b_3	-0,0110	0,0199	0,0286	0,0090	-0,0015
b_4	-0,0180	-0,0607	-0,0055	0,0792	-0,0372
b_5	0,0380	0,0118	0,0110	0,0607	-0,0022
b_6	0,4190	0,0024	0,0106	0,0016	0,0002
b_7	3,2530	-0,0018	0,0774	-0,0005	-0,0019
Скорректированный R^2	0,9970	0,9966	0,9927	0,9630	0,9975
F	38 654	34 102	15 897	3014,7	46 579
Стандартная ошибка	35,0540	2,0360	0,7873	0,2500	0,2514
Серийная корреляция остатков	0,0064	0,0009	0,0025	-0,0007	-0,0001
d-критерий	1,9869	1,9982	1,9982	2,0013	1,9964

* В имитационных экспериментах при поступлении каждого нового наблюдения коэффициенты регрессий пересчитывались.

Графическое сопоставление истинных и расчетных цен акций ЛУКОЙЛа (рис. 1) показывает, что влияние первого ценового ла-

Таблица 4

Результаты регрессии модели (1) в степенной форме за базовый период

Показатель	ЛУКОЙЛ	Рос-телеком	Сургут-нефтегаз	Мос-энерго	Иркутск-энерго
b_0	-0,0962	-0,0037	-0,1236	-0,0784	0,0137
b_1	1,0045	0,9757	0,9810	0,8709	1,0382
b_2	-0,0670	-0,0087	-0,0698	0,0618	-0,0325
b_3	0,0057	0,1195	0,0609	-0,0533	0,0300
b_4	0,0511	-0,0701	0,0164	0,1062	-0,0490
b_5	0,0013	-0,0163	0,0007	0,0034	0,0083
b_6	0,0112	0,0029	0,0151	0,0132	0,0067
b_7	0,0632	-0,0003	0,0784	0,0431	-0,0135
Скорректированный R^2	0,9977	0,9952	0,9937	0,9850	0,9978
F	51 380	24 408	18 465	7609,5	52 249
Стандартная ошибка	0,0098	0,0107	0,0118	0,0197	0,0115
Серийная корреляция остатков	0,0016	-0,0006	0,0025	-0,0004	0,0015
d-критерий	1,9968	2,0012	1,9925	2,0005	1,9953

га на результат высоко, но разницу последней известной цены закрытия и ее теоретического значения можно использовать как ориентир для открытия позиций по ним.

Эксперимент, имитирующий торговлю акциями, которая базируется на результатах вычислений по (1), продемонстрировал (табл. 5), что по четырем из пяти использованным для теста выпускам акций, а именно по обыкновенным акциям ЛУКОЙЛа,

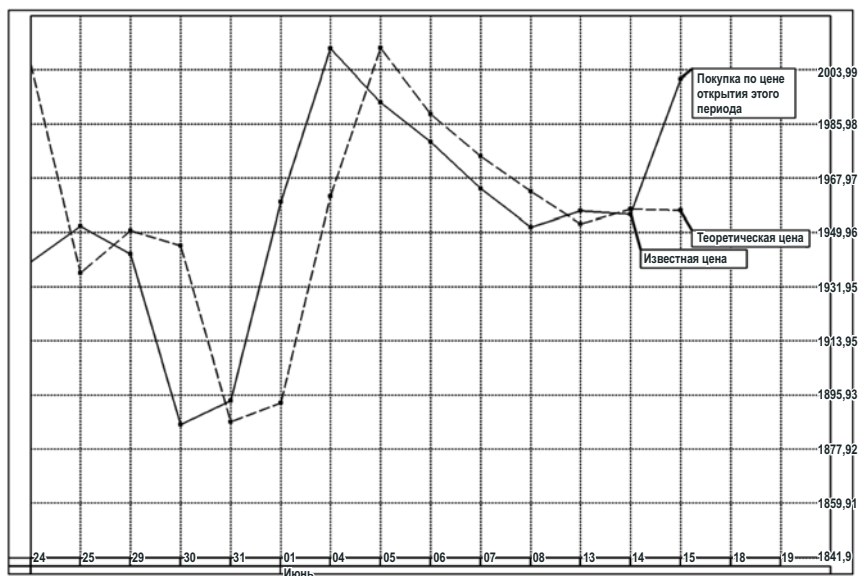


Рис. 1. График цены акций ЛУКОЙЛа (сплошная линия) и их расчетной цены (пунктирная линия)

Сургутнефтегаза, Мосэнерго и Ростелекома, доходность от сделок, ориентированных на сигналы такой линейной модели, превышает доходность стратегии «купи и держи», но применение степенной модели не позволяет достичь подобного результата.

Таблица 5

Доходность по акциям (в %) при ориентации на сигналы модели (1) в линейной и степенной формах

Форма модели (1)	ЛУ-КОЙЛ	Рос-телеком	Сургут-нефтегаз	Мос-энерго	Иркут-скэнерго	Среднее
Линейная	52,80	50,07	-1,18	110,95	-13,78	39,77
Степенная	-8,65	5,86	8,26	16,08	36,86	11,68

Иное наблюдается при использовании для проверки акций Иркутскэнерго, где хорошо срабатывает именно степенная форма связи, а линейная дает отрицательный результат, что, возможно, связано с различиями производственных технологий соответствующих компаний. В среднем по эмитентам применение линейной модели показало превышение доходности пассивной стратегии в 1,77 раза, тогда как по сравнению с этим следование сигналам степенной оказалось почти на 50 % менее прибыльным.

Затем с целью выяснить вклад отдельных независимых переменных в получаемый результат каждая из испытанных моделей была разделена на две — принимающую во внимание только внутренние и лишь внешние факторы:

$$P_{t+1} = f(P_t, P_{t-1}, P_{t-2}, P_{t-3}, P_{t-4}); \quad (2)$$

$$P_{t+1} = f(O_t, R_t). \quad (3)$$

Параметры функции (2) и ее оценка приведены в табл. 6. Они свидетельствуют о статистической значимости модели, опирающейся на внутренние факторы.

Функция, учитывающая лишь цену нефти и курс доллара, оказалась значительно менее информативной и надежной (табл. 7). Для нее характерны заметное снижение коэффициента детерминации и существенный рост стандартной ошибки. Кроме того, она не выдерживает испытания на независимость остатков и ее нельзя признать статистически достоверной. Но эта модель была оставлена в рассмотрении для более важного, с точки зрения инвестора, утилитарного эксперимента. Результаты расчетов теоретических значений цен по ней приведены на рис. 2. Как видно из него, игнорирование в модели внутренних факторов приводит к значительному отклонению ее выходных показателей от истинных значений цен, что, однако, не помешает применить ее в качестве индикатора с теми же критериями открытия длинных и коротких позиций. Заранее можно предположить сокращение в таком случае количества сделок, что может принести пользу за счет уменьшения размера выплаченных комиссионных.

Таблица 6

Результаты регрессии модели (2) за базовый период

Показатель	ЛУКОЙЛ	Рос- телеком	Сургут- нефтегаз	Мос- энерго	Иркутск- энерго
b_0	3,2780	-0,2649	0,1242	0,0357	0,0050
b_1	1,0150	0,9170	0,9954	0,6941	1,0122
b_2	-0,0053	0,1577	-0,0168	0,0819	0,0310
b_3	-0,0594	-0,0576	0,0029	0,0966	-0,0415
b_4	0,0172	-0,0065	-0,0094	0,0412	-0,0006
b_5	0,0313	-0,0050	0,0240	0,0777	0,0007
Скорректиро- ванный R^2	0,9972	0,9969	0,9935	0,9668	0,9978
F	63 494	57 896	27 196	5200,4	82 512
Стандартная ошибка	34,0740	1,9361	0,7670	0,2390	0,2367
Серийная корреляция остатков	0,0032	-0,0002	0,0011	-0,0020	0,0001
d-критерий	1,9930	2,0004	1,9946	2,0037	1,9958

Эксперимент показал (табл. 8), что исключение внешних факторов из модели позволило увеличить доходность от торговли акциями Мосэнерго и Сургутнефтегаза, но в среднем по эмитентам удается добиться лишь 32-процентного превышения доходности, достигаемой при пассивном удержании акций, против прежних 77 %. А использование в модели только внешних независимых переменных приводит к уменьшению средней доходности относительно ориентира на 36 % (хотя для акций Иркутскэнерго это отозвалось повышением эффекта сделок в сравнении с итогами следования сигналам полной модели). Итак, совместный учет ин-

Таблица 7

Результаты регрессии модели (3) за базовый период

Показатель	ЛУКОЙЛ	Рос-телеком	Сургут-нефтегаз	Мос-энерго	Иркутск-энерго
b_0	4394,950	872,8433	61,2481	19,5577	64,9378
b_1	29,7080	-0,1757	0,4420	0,0315	0,1570
b_2	-161,1050	-27,7255	-2,0288	-0,6226	-2,2562
Скорректированный R^2	0,7899	0,6139	0,7714	0,6422	0,7461
F	1541	655,21	1384,6	731,47	1209
Стандартная ошибка	293,5400	21,6270	4,4280	0,7787	2,5350
Серийная корреляция остатков	0,99	1,00	0,98	0,94	1,00
d-критерий	0,0243	0,0149	0,0402	0,1206	0,0172

Таблица 8

Доходность по акциям (в %) при ориентации на сигналы моделей (2) и (3)

Модель	ЛУКОЙЛ	Рос-телеком	Сургут-нефтегаз	Мос-энерго	Иркутск-энерго	Среднее
Модель (2)	-28,62	27,16	43,76	138,88	-33,02	29,63
Модель (3)	4,70	-21,54	-2,60	25,56	33,96	8,02

дикатором внутренних и внешних факторов, как правило, дает лучший результат, чем автономный, в обоих случаях чреватый спадом доходности в среднем по совокупности акций.

Иная картина наблюдается при включении в модель только тех предварительно отобранных ценовых лагов, которые оказались

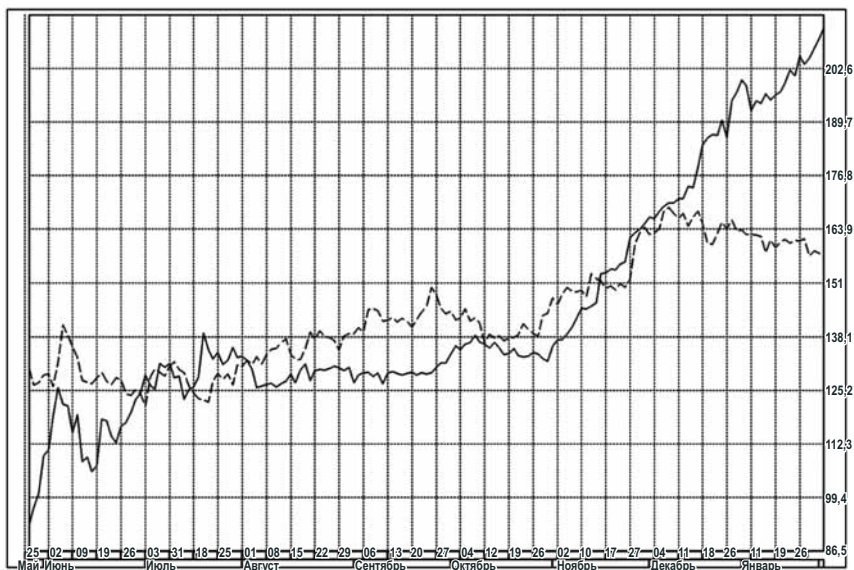


Рис. 2. График цены акций Ростелекома (сплошная линия) и расчетной цены по модели без учета внутренних факторов (пунктирная линия)

статистически адекватными параметрами частных автокорреляционных функций для каждого выпуска акций (табл. 9). При этом

$$P_{t+1} = f(P_{t-(x-1)}); \quad (4)$$

$$P_{t+1} = f(P_{t-(x-1)}, O_t, R_t), \quad (5)$$

где « x » пробегает номера статистически значимых лагов. В следующих таблицах приведены статистические параметры функций.

Таблица 9

Статистически значимые временные лаги для рассмотренных акций

ЛУКОЙЛ	Ростелеком	Сургутнефтегаз	Мосэнерго	Иркутскэнерго
Лаги 1 и 6	Лag 1	Лag 1	Лаги 1; 2; 3; 4; 11; 12	Лag 1

Таблица 10

Результаты регрессии модели (4) за базовый период

Показатель	ЛУКОЙЛ	Ростелеком	Сургутнефтегаз	Мосэнерго	Иркутскэнерго
Скорректированный R^2	0,9972	0,9969	0,9935	0,9671	0,9979
F	161 500	288 200	138 000	4349	417 900
Стандартная ошибка	33,9440	1,9427	0,7646	0,2378	0,2359
Серийная корреляция остатков	0,0082	-0,0945	0,0004	-0,0064	0,0109
d-критерий	1,9832	2,1872	1,9953	2,0127	1,9743

Функции, включающие только внутренние факторы, отобранные при проверке статистически значимых лагов, оказываются статистически значимыми (табл. 10), демонстрируя оценки адекватности, практически идентичные тем, что показала для соответствующих выпусков акций модель (2). Так же статистически достоверными можно считать результаты определения параметров модели со значимыми лагами и внешними переменными (табл. 11).

Отличия этих моделей от моделей (1), (2) и (3) выявляются после проведения имитационного эксперимента. Его результаты представлены в табл. 12. В среднем по эмитентам лучшие результаты демонстрируют модели, учитывающие только внутренние факторы, превышая доходность от стратегии «купи и держи» в 5,54 раза. Однако внутри этой группы наблюдается сильный разброс результатов. Доходность от имитации торгов акциями ЛУКОЙЛа и Ростелекома упала, но значительный прирост прибыли произошел при торговле акциями Сургутнефтегаза и Мосэнерго.

Уникально высокий результат достигается по акциям Сургутнефтегаза. Оценка «завтрашней» цены только по «сегодняшней»

Таблица 11

Результаты регрессии модели (5) за базовый период

Показатель	ЛУКОЙЛ	Рос-телеком	Сургут-нефтегаз	Мос-энерго	Иркутск-энерго
Скорректированный R^2	0,9970	0,9966	0,9928	0,9636	0,9975
F	67 600	80 095	37 860	2655,1	110 200
Стандартная ошибка	35,0340	2,0335	0,7841	0,2478	0,2506
Серийная корреляция остатков	-0,0082	-0,0601	-0,0029	-0,0017	-0,0222
d-критерий	2,0163	2,1202	2,0033	2,0031	2,0403

Таблица 12

Доходность по акциям (в %) при ориентации на сигналы моделей (4) и (5)

Модель	ЛУ-КОЙЛ	Рос-телеком	Сургут-нефтегаз	Мос-энерго	Иркутск-энерго	Среднее
Модель (4)	-2,47	31,63	375,92	178,26	38,66	124,40
Модель (5)	46,48	31,63	105,51	47,86	38,66	54,03

(для этого выпуска использовался один лаг) достаточно точно позволяет предвидеть изменения цены (рис. 3). К сожалению, такой процент был достигнут лишь единожды в ходе исследования, и нет гарантии, что он сможет повториться в будущем.

Ориентация на показания полной модели, включающей внешние факторы и статистически адекватные лаги, приводит к итогу, хотя в среднем и уступающему результату равнения на сигналы модели только с внутренними переменными, но второму из всех испытанных моделей. При этом доходность оказывается выше доходности пассивной стратегии в 2,4 раза и стабильной по эми-

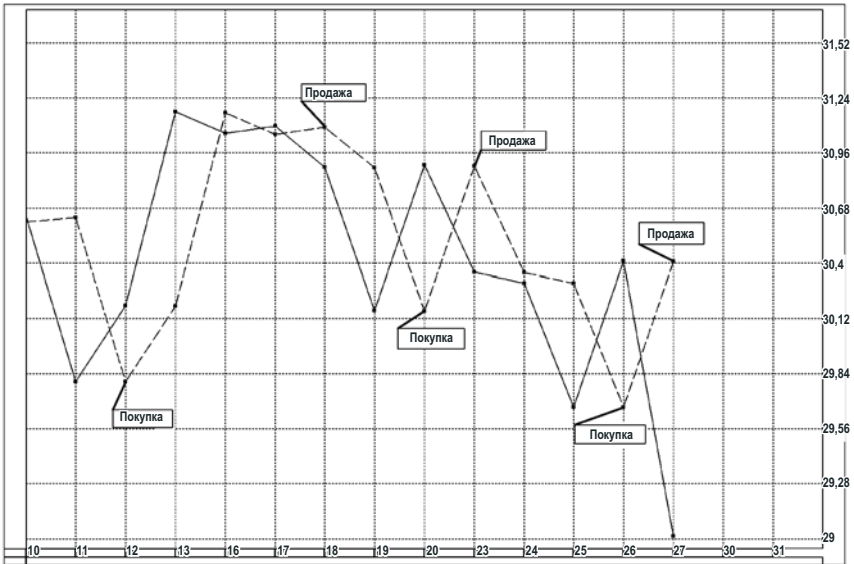


Рис. 3. График цен акций Сургутнефтегаза (сплошная линия) и расчетных цен по модели (4) (пунктирная линия)

тентам, ни в одном случае не опускаясь ниже планки, заданной сравнительным критерием.

Далее в модели была добавлена сезонная компонента. Для этого строилось уравнение периодических колебаний, которое посредством спектрального анализа [1, 5, 7] разбивало ценовой ряд на несколько основных синусоидальных функций с определенной длиной волн в форме:

$$y_t = a_0 + \sum_{k=1}^q [a_k \cos(\lambda_k t) + b_k \sin(\lambda_k t)], \quad (6)$$

где a_k и b_k — коэффициенты, λ_k — круговая частота в радианах на единицу времени: $\lambda_k = 2\pi k/q$. Коэффициенты при разных частотах вычислялись посредством множественной линейной регрессии. При этом синусы и косинусы разных частот не коррелированы друг с другом. Если найденная корреляция каких-то синусов или

косинусов с исходными данными достаточно велика, то можно заключить, что в них на соответствующей частоте существует строгая периодичность. Степень этой связи определялась периодограммой:

$$P_k = (a_k^2 + b_k^2) \cdot \frac{N}{2}, \quad (7)$$

где P_k — значения периодограммы на частоте λ_k , N — длина ряда.

Перед применением спектрального анализа из ценовой динамики удалялся тренд. Это делалось посредством деления ценового ряда на сплайн, представляющий собой функцию, непрерывную вместе со своими $(l - 1)$ -ми производными, у которой производная l -го порядка постоянна на интервалах между заданными точками — «узлами»:

$$S_l(x) = P_l(x) + \sum_{i=1}^m c_i (x - u_i)_+^l, \quad (8)$$

где $S_l(x)$ — сплайн степени l , $P_l(x)$ — полином, m — число узлов, c_i — коэффициенты.

Определяя такую функцию, пользователю необходимо задать степень¹ и расположение узлов сплайна, а после этого методом наименьших квадратов вычислить ее коэффициенты. Потом из полученного ряда вычитается среднее, равное единице, и уже этот ряд исследуется на наличие периодических колебаний. Возможно произвести еще одно сглаживание для устранения случайных колебаний и предотвращения проблемы «рассеивания» частот. В результате получается кривая, изображенная на рис. 4.

Оптимальные параметры волновой функции для каждого эмитента оценивались на базовом девятисотпериодном интервале. Эта оценка проводилась методом, описанном в [3] и [4], где волновая и сплайн-функции применялись в качестве самостоятельных технических индикаторов. Периодическая функция с наилучшими для каждого выпуска акций параметрами использовалась в моделях

¹ Обычно рекомендуется использовать кубический сплайн.

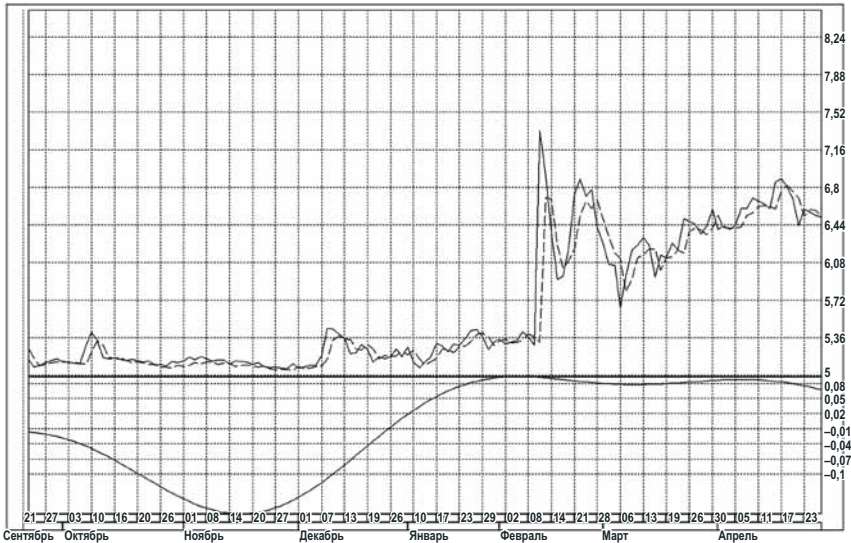


Рис. 4. График цен акций Мосэнерго (сплошная линия), их теоретических значений (пунктирная линия) и волновой функции (сплошная линия в нижней части рисунка)

вида:

$$P_{t+1} = f(P_t, P_{t-1}, P_{t-2}, P_{t-3}, P_{t-4}, O_t, R_t, W_t), \quad (9)$$

$$P_{t+1} = f(P_t, P_{t-1}, P_{t-2}, P_{t-3}, P_{t-4}, W_t), \quad (10)$$

$$P_{t+1} = f(P_{t-(x-1)}, O_t, R_t, W_t), \quad (11)$$

где W_t — значение волновой функции в момент t .

Первоначальная оценка параметров модели (9) привела к получению результатов, представленных в табл. 13. Статистика свидетельствует об адекватности модели для всех выпусков акций. То же самое можно видеть и при оценке параметров функции (10), результаты которой представлены в табл. 14.

Удаление из модели (10) внешних факторов снизило стандартную ошибку прогноза на 3–5% по сравнению с моделью (9). Использование сезонной компоненты со статистически значимыми

лагами вместе с ценой нефти и курсом доллара позволило получить надежные оценки регрессионной зависимости (табл. 15).

Включение фактора сезонности в модель с первыми пятью ценовыми лагами позволило превзойти доходность стратегии удержания акций в 2,26 раза (табл. 16). Наиболее благотворно это сказалось

Таблица 13

Результаты регрессии модели (9) за базовый период

Показатель	ЛУКОЙЛ	Рос-телеком	Сургут-нефтегаз	Мос-энерго	Иркутск-энерго
b_0	-62,0465	0,3257	-2,0491	0,6713	0,0036
b_1	0,9868	0,9381	0,9796	0,6535	0,9781
b_2	-0,0087	0,0871	-0,0287	0,1590	0,0637
b_3	-0,0120	0,0200	0,0282	0,0066	-0,0014
b_4	-0,0186	-0,0597	-0,0058	0,0770	-0,0371
b_5	0,0426	0,0197	0,0107	0,0591	-0,0021
b_6	0,5020	0,0013	0,0117	0,0020	0,0002
b_7	1,8330	-0,0214	0,0672	-0,0214	-0,0001
b_8	37,4168	7,8437	0,3584	0,2404	-0,0744
Скорректированный R^2	0,9970	0,9966	0,9927	0,9634	0,9975
F	33 972	30 039	13 912	2663,3	40 726
Стандартная ошибка	34,9770	2,0292	0,7873	0,2488	0,2515
Серийная корреляция остатков	0,0075	0,0015	0,0029	-0,0007	-0,0003
d-критерий	1,9848	1,9969	1,9914	2,0012	1,9966

Таблица 14

Результаты регрессии модели (10) за базовый период

Показатель	ЛУКОЙЛ	Рос-телеком	Сургут-нефтегаз	Мос-энерго	Иркутск-энерго
b_0	4,0363	-0,3013	0,1326	0,0438	0,0050
b_1	1,0125	0,9048	0,9948	0,6906	1,0122
b_2	-0,0055	0,1577	-0,0169	0,0810	0,0310
b_3	-0,0593	-0,0558	0,0027	0,0962	-0,0415
b_4	0,0169	-0,0040	-0,0096	0,0415	-0,0006
b_5	0,0336	0,0035	0,0248	0,0799	0,0006
b_6	17,4806	10,1454	0,2035	0,1056	-0,0276
Скорректированный R^2	0,9972	0,9970	0,9935	0,9668	0,9978
F	54 014	48 826	22 647	4344,9	68 689
Стандартная ошибка	33,9130	1,9246	0,7673	0,2387	0,2368
Серийная корреляция остатков	0,0036	0,0013	0,0013	-0,0022	0,0000
d-критерий	1,9919	2,0012	1,9942	2,0041	1,9958

на торгах акциями ЛУКОЙЛа. Использование в такой модели статистически адекватных лагов вместо одной рабочей недели привело к падению средней доходности, хотя при этом доходность стратегии пассивного держания акций оказалась превышенной в среднем на 75 %, а значительнее всего по акциям ЛУКОЙЛа. Удаление из этой функции внешних факторов улучшает торговлю акциями Мосэнерго и, приводя к падению эффективности сделок с осталь-

Таблица 15

Результаты регрессии модели (11) за базовый период

Показатель	ЛУКОЙЛ	Рос-телеком	Сургут-нефтегаз	Мос-энерго	Иркутск-энерго
Скорректированный R^2	0,9970	0,9966	0,9928	0,9640	0,9975
F	54 269	60 464	28 402	2387,8	82 559
Стандартная ошибка	34,9730	2,0269	0,7840	0,2464	0,2507
Серийная корреляция остатков	-0,0061	-0,0678	-0,0013	-0,0017	-0,0231
d-критерий	2,0121	2,1356	1,9998	2,0030	2,0420

Таблица 16

Доходность по акциям (в %) при ориентации на сигналы моделей (9), (10) и (11)

Модель	ЛУКОЙЛ	Рос-телеком	Сургут-нефтегаз	Мос-энерго	Иркутск-энерго	Среднее
Модель (9)	82,56	39,74	41,25	102,52	-12,63	50,69
Модель (10)	63,55	34,32	27,21	105,55	-30,67	39,99
Модель (11)	83,42	31,63	3,41	39,30	38,66	39,28

ными акциями, обеспечивает превышение доходности стратегии «купи и держи» в среднем на 78 %.

Проведенное исследование показало, что, ориентируясь на сигналы индикаторов, построенных на основе моделей, базирующихся как на внутренних, так и на внешних для фондового рынка факторах, инвестор может «переиграть» рынок (имея в виду доходность от прироста курсовой стоимости акции за весь период владения).

И хотя по некоторым выпускам акций наилучший результат достигается при использовании информации только об исторических значениях цен, наиболее стабильным он оказывается при реагировании на сигналы модели, построенной на основе статистически адекватных лагов цен и внешних переменных. Вместе с тем по отдельным акциям повысить доходность можно, применяя различные модели. Некоторые выпуски показали лучшие результаты при учете сезонной компоненты, другие — при замене цен их приростами, третьи — при использовании степенной формы зависимости. Ориентироваться всегда на одну и ту же модель или искать тип модели, наилучшим образом подходящий для конкретных акций, — дело личных предпочтений инвестора.

Литература

1. Айвазян С. А., Енюков И. С., Мешалкин Л. Д. Прикладная статистика. М., 1983.
2. Бучаев Я. Г., Галин Д. М., Завельский М. Г., Пекарский А. В. Системный подход к использованию возможностей фондового рынка для финансирования экономического роста // Теория и практика системных преобразований. Т. 11. М.: КомКнига/URSS, ИСА РАН, 2005.
3. Завельский М. Г., Пекарский А. В. Методы повышения эффективности инвестиционных решений на фондовом рынке // Экономика и математические методы. 2008. Т. 44. № 2.
4. Завельский М. Г., Пекарский А. В. Оптимизация торговой системы для деятельности на фондовом рынке // Ежегодник «Системные исследования 2002». М.: URSS, 2004.
5. Тартышников Е. Е. Краткий курс численного анализа. М., 1994.
6. Твардовский В. Модель справедливой капитализации, «пузырь» фондового рынка и прогноз стоимости российских акций // Рынок ценных бумаг. 2004. № 11.
7. Шикин Е. В. Кривые и поверхности на экране компьютера. Руководство по сплайнам для пользователей. М., 1996.