

8.3. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КОНЬЮНКТУРЫ И ИНВЕСТИЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ НА ФОНДОВОМ РЫНКЕ¹

Завельский М.Г., д.э.н., профессор, зав. лабораторией;
Пекарский А.В., к.э.н., старший научный сотрудник

*Учреждение Российской академии наук
Институт системного анализа РАН*

Рассматриваются проверенные экспериментами методы совершенствования классических индикаторов состояния фондового рынка и синтеза его технического анализа с прогнозированием курсовой динамики ценных бумаг на основе регрессионных моделей. Предлагаются инструменты выбора эффективной тактики сделок с акциями, ориентированной на сигналы новых индикаторов и соответствующих моделей. Описываются результаты их тестирования на реальной информации.

ИСХОДНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ

Эффективность инвестиционных решений на фондовом рынке зависит от точности предвидения его конъюнктуры. Оно может быть качественным и количественным. В одном случае, при техническом анализе рынка [3], ставится задача определить характер будущей ценовой тенденции на нем. Для этого применим набор разнообразных средств, с помощью которых, опираясь только на прошлую динамику рынка за некоторый период и не вдаваясь в причины происшедшего, доступно судить о тренде цен и его вероятном поведении в дальнейшем. В другом случае делается попытка спрогнозировать численные сдвиги цен, исходя из их связей с переменными, которые характеризуют обстоятельства формирования конъюнктуры. Сигналы технического анализа удается получить, распознавая образы, возникающие на ценовом графике рынка. Недостаток этого – субъективизм их трактовки, возрастающий с пополнением таких образцов новыми. Его лишены расчетные индикаторы следования за трендом и противотрендовые, или осцилляторы. Одни строятся сглаживанием временных рядов цен (и здесь есть место для совершенствования), более или менее надежно сигнализируя при наличии на рынке явной курсовой тенденции, но в ее отсутствие полностью теряют информативность. Другие отслеживают, насколько цена удалилась от своего значения среднего и приблизилась к максимальному или минимальному за некоторый период. Они помогают инвестору правильно ориентироваться на бестрендовом рынке, но иначе часто подают ложные сигналы.

Однако даже в лучшем случае эти индикаторы не отвечают на вопрос, насколько подорожают либо подешевеют отдельные ценные бумаги в конкретный момент. Это – задача упомянутых зависимостей их рыночных курсов от изменений внутренней стоимости актива, динамики хозяйственного состояния эмитента, цен других фондовых активов, конъюнктуры материальных рынков, денежного предложения, учетных ставок, доходов населения, инфляции, потребления и т.д. Формы и параметры таких зависимостей определяются методами математической статистики на множестве наблюдений по соответствующим признакам за происходящим в действительности. Разумно предположить,

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда (проект 08-02-00020).

что их «подключение» к индикаторам технического анализа способно повысить информативность последних. Для построения подобных комплексных моделей к данным о прошлых ценах активов добавляются исторические значения факторов, внешних для фондового рынка. Прогнозу в таком случае подлежит только зависимая переменная модели, причем он осуществляется на основе уже известных значений факторов.

Осуществление всего этого потребовало построить различные варианты индикаторов рынка с учетом внешних факторов и оценить результаты использования показаний таких индикаторов как основы для выбора тех или иных инвестиционных операций. Такое исследование было выполнено в приложении к пяти выпускам акций, обращавшихся на российском фондовом рынке с 10 июня 2003 г. по 7 ноября 2007 г. При этом первые 900 значений их ценовых рядов использовались для предварительного оценивания и оптимизации параметров моделей. Остальные (с 24 января 2007 г. по 7 ноября 2007 г.) применялись при тестировании полученных индикаторов на предмет прибыльности тех сделок с ценными бумагами, которые следует совершать по сигналам индикатора. Для выяснения этого по каждому выпуску акций при всех моделях имитировались торги в тестовом временном периоде.

Имитация состояла в последовательном, момент за моментом, прогнозировании по модели изменения цены закрытия на день вперед и последствий открытия длинной позиции при превышении этим прогнозом текущей цены закрытия или короткой позиции – в противном случае. Учитывая время поступления значений внешних факторов, считалось, что каждая сделка (с маржей 0,5 и комиссией в 0,2% от ее суммы) совершается по цене открытия следующего дня, а когда его цена закрытия становилась известна, параметры модели переоценивались. Таким образом, тестовый капитал постоянно менялся и доходность, достигаемая к концу тестового периода, служила мерой эффективности индикатора.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КЛАССИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ

Критерием сравнения разных индикаторов выступала представленная в табл. 1 доходность реализации за то же самое время стратегии «купи и держи» (покупка акций в начале тестового периода и их удержание до его последнего дня).

Таблица 1

**ДОХОДНОСТЬ ТОРГОВЛИ АКЦИЯМИ
ОТ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ «КУПИ И ДЕРЖИ»
(за период с 24 января 2007 г. по 7 ноября 2007 г.)**

Доходность при имитации торговли акциями компаний					Средняя
ЛУКОЙЛ	«Ростелеком»	«Сургут-нефтегаз»	«Мосэнерго»	«Иркутскэнерго»	доходность
18,29	31,63	-11,40	35,03	38,66	22,44

Оценка эффективности комбинированных моделей потребовала рассмотреть, как поведут себя в тестовом периоде индикаторы, соответствующие классическому техническому анализу. Основой этого применительно к индикаторам следования за трендом сначала являлось сглаживание ценового ряда посредством скользящих средних. Простая средняя такого рода за *n* периодов вычисляется как:

$$SMA(n) = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} P_{t-i}, \quad (1)$$

где P_{t-i} – цена ($t - i$)-го периода.

Как видно, значение средней при этом сдвинуто к последнему наблюдению, а потому она отстает от цен на половину своего периода.

Скользящая средняя подает инвестору сигналы двух типов. Во-первых, отождествляет ценовой тренд. Поэтому при ее росте необходимо покупать, а при падении – продавать. Сигнал второго типа – направление, в котором она пересекает график цены. Когда движение рынка очевидно, средняя играет роль своеобразной линии поддержки или сопротивления [3 и др.], так что, если цена пробивает ее, следует изменить торговую позицию на противоположную. Но в отсутствие ярко выраженной тенденции это способно привести к негативным результатам из-за запаздывания средней. Ориентацию на эти показания демонстрирует рис. 1 (стрелками обозначены сигналы, возникающие при смене направления средней, а кружками – моменты пересечения ее ценой, говорящего о необходимости покупки, если это происходит снизу вверх, и продажи, если наоборот).

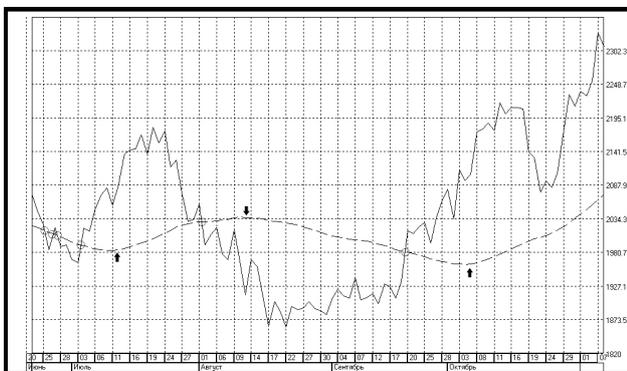


Рис. 1. График цены акций ЛУКОЙЛа (сплошная линия) и скользящей средней длиной 50 периодов (пунктирная линия)

Оценке эффективности использования данного индикатора в тестовом периоде предшествовал поиск на базовом временном отрезке наилучших параметров скользящих средних для сигналов обоих типов по акциям каждого выпуска. Это – многошаговый процесс имитации. На отдельной итерации такого процесса она осуществлялась при очередном значении каждого параметра, выбранном из заданного множества его возможных величин и та, при которой достигалась максимальная доходность, принималась за оптимальную для испытываемого выпуска акций. Доходность, обнаруженная при имитации торгов, нацеленных на сигналы скользящих средних с длинами, которые были найдены таким образом, представлена в табл. 2. Как видно, только в единственном случае – при использовании метода направления средней на акциях Иркутскэнерго – достигнутая доходность превзошла результат применения стратегии «купи и держи», а в среднем по набору акций это оказалось существенно убыточным.

Казалось бы, более совершенным для построения классического индикатора тенденции может быть выравнивание ценового ряда сплайном как функцией, непрерывной вместе со своими $(l - 1)$ -ми производными, у которой производная l -го порядка постоянна на интервалах между заданными точками, называемыми узлами:

$$S_l(x) = P_l(x) + \sum_{i=1}^m c_i (x - u_i)_+^l, \quad (2)$$

где $S_l(x)$ – сплайн степени l ;

$P_l(x)$ – полином;

m – число узлов;

c_i – коэффициенты;

u_i – положение узлов.

Определяя такую функцию, пользователю необходимо задать степень (обычно рекомендуется использовать кубический сплайн) и расположение узлов, а после этого методом наименьших квадратов вычислить ее коэффициенты. Это было выполнено нами [2], и в результате получился индикатор, показанный на рис. 2. Сигнал такого индикатора – его направление: при росте сплайна следует открывать длинную позицию, при падении – короткую. Отыскав наилучший для каждого выпуска акций интервал между узлами сплайна на базовом временном отрезке, в итоге имитационного эксперимента удалось получить доходности, приведенные в табл. 3. Из нее видно, что обнаруженное в [2] и остававшееся в силе до 2007 г. свойство сплайна служить эффективным индикатором за пределами периода, в котором производился поиск оптимального параметра, теперь исчезло: его применение без перептимизации по некоторым акциям способно привести к падению капитала почти вдвое², а в среднем доходность по отношению к прибыли от прироста курсовой стоимости акций за тестовый период составила -1,21.

Таблица 2

ДОХОДНОСТЬ ТОРГОВЛИ АКЦИЯМИ ПРИ ОРИЕНТАЦИИ НА СИГНАЛЫ СКОльзяЩЕГО СРЕДНЕГО

Ориентир торгов	Доходность при имитации торговли акциями компаний					Средняя доходность
	ЛУКОЙЛ	«Ростелеком»	«Сургутнефтегаз»	«Мосэнерго»	«Иркутскэнерго»	
Пересечение средней с ценой	-13,07	-9,84	-34,58	10,13	6,07	-8,26
Направление средней	-17,26	27,52	-49,78	-9,85	67,67	3,66

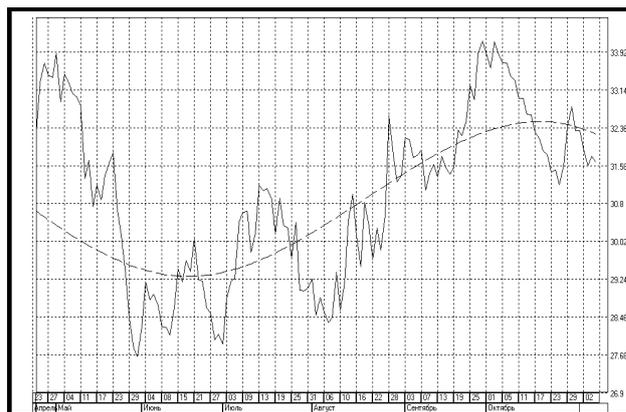


Рис. 2. График цены акций «Сургутнефтегаза» (сплошная линия) и сплайна с интервалом между узлами 100 периодов (пунктирная линия)

² Если, конечно, не использовать для управления риском хотя бы «стоп-приказы», которые для обеспечения сопоставимости результатов в данном исследовании не применялись.

Один из способов увеличить информативность индикаторов, построенных на основе сплайна, – это их экстраполяция [3], что невозможно сделать с классическими техническими индикаторами. Случается, что сплайн, сигнализируя о перемене тенденции, может в ближайшем будущем изменить направление, но пока этого не сделал. Подобный пример показан на рис. 3. Экстраполяция позволяет визуально определить такие моменты и использовать соответствующую информацию.

Таблица 3

ДОХОДНОСТЬ ТОРГОВЛИ АКЦИЯМИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДЛЯ СДЕЛОК НАПРАВЛЕНИЯ СПЛАЙНА

Доходность при имитации торговли акциями компаний					Средняя доходность %
ЛУКОЙЛ	«Ростелеком»	«Сургутнефтегаз»	«Мосэнерго»	«Иркутскэнерго»	
-13,99	-21,40	-47,21	-41,14	-12,31	-27,21

Доходности, полученные при имитации торгов по сигналам экстраполированного сплайна, наилучшие параметры которого для разных акций оценивались на данных базового периода, приведены в табл.4³. Экстраполяция улучшила результаты, продемонстрированные сплайном в 2007 г., но так и не смогла вывести их все в область положительных значений. Соотношение средней доходности с первоначальным критерием для сравнения составило -0,75.

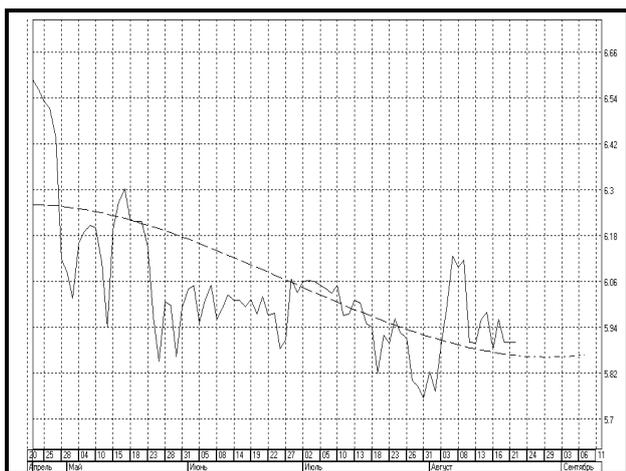


Рис. 3. График цены акций «Мосэнерго» (сплошная линия), сплайна (пунктирная линия) и экстраполированного сплайна (штрихпунктирная линия)

Таблица 4

ДОХОДНОСТЬ ТОРГОВЛИ АКЦИЯМИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДЛЯ СДЕЛОК НАПРАВЛЕНИЯ ЭКСТРАПОЛИРОВАННОГО СПЛАЙНА, %

Доходность при имитации торговли акциями компаний					Средняя доходность %
ЛУКОЙЛ	«Ростелеком»	«Сургутнефтегаз»	«Мосэнерго»	«Иркутскэнерго»	
-9,85	-7,39	-45,24	-41,14	19,98	-16,73

Индикатором, отслеживающим периодические отклонения цены акций от тенденции, способна стать волновая функция [1]. Для этого следует построить уравнение периодических колебаний, которое бы по-

средством спектрального анализа разбило ценовой ряд на несколько синусоидальных функций с определенной длиной волн в форме модели [4 и др.]:

$$y_t = a_0 + \sum_{k=1}^q [a_k \cos(\lambda_k t) + b_k \sin(\lambda_k t)], \quad (3)$$

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 вычисляются посредством множественной регрессии. При этом синусы и косинусы разных частот не коррелированы друг с другом, а если на какой-то частоте найденная связь как-то синусов или косинусов с исходными данными достаточно велика, то можно заключить, что на соответствующей частоте существует их строгая периодичность. Степень этой связи определяется периодограммой:

$$P_k = (a_k^2 + b_k^2) * N / 2, \quad (4)$$

где

P_k – значения периодограммы на частоте λ_k ;

N – длина ряда.

Перед применением спектрального анализа из ценовой динамики необходимо посредством деления ценового ряда на сплайн и вычитания из полученного ряда среднего, равного единице, удалить тренд и уже этот ряд исследовать на наличие периодических колебаний. Можно произвести еще одно сглаживание для устранения случайных колебаний и предотвращения проблемы «рассеивания» частот. В результате выполнения этого получается индикатор, представленный кривой, которая изображена в нижней части графика на рис. 4.

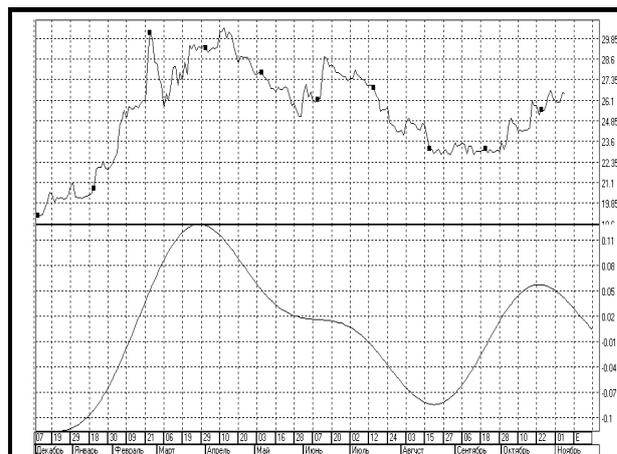


Рис. 4. График цены акций «Иркутскэнерго» (вверху) и волновой функции (внизу)

Сигналами такого индикатора служат его рост и падение, во время которых удерживаются соответственные длинные и короткие позиции по акциям. При этом к волновой функции также применим метод экстраполяции. Параметрами, подлежащими оптимизации, в таком индикаторе являются расстояние между узлами сплайна, используемого для удаления тренда, и количество частот, т.е. число позиций периодограммы, используемых для расчета волны. После выявления для разных акций по данным наблюдений базового периода наилучших значений этих параметров имитировались торги с использованием названных сигналов волновой функции. При этом были достигнуты следующие доходности (табл. 5). Они свидетельствуют, что, как и

³ Сигналами для покупки и продажи здесь снова служили рост и падение индикатора.

сплайн, волна в 2007 г. утратила свойство сохранять надежность за пределами временного отрезка, в котором производилась оптимизация ее параметров. В среднем соотношение полученной доходности с приростом курсовой стоимости акций за тестовый период составило -0,12.

Таблица 5

ДОХОДНОСТЬ ТОРГОВЛИ АКЦИЯМИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДЛЯ СДЕЛОК НАПРАВЛЕНИЯ ВОЛНОВОЙ ФУНКЦИИ, %

Доходность при имитации торговли акциями компаний					Средняя доходность
ЛУКОЙЛ	«Ростелеком»	«Сургутнефтегаз»	«Мосэнерго»	«Иркутскэнерго»	
-14,64	25,05	14,12	-4,64	-33,88	-2,80

Возможно, в данном периоде возросла роль фактора случайности во временных рядах цен акций, что и привело к подобному исходу. Исследовать случайную компоненту изменения их курсов допустимо путем анализа отклонений цены от функции, отождествляющей тренд. Классический пример такого индикатора – «полосы Боллинджера» – представляют собой канал цен вокруг скользящего среднего [3], а при использовании сплайна получается коридор вида:

$$D=P/S; \tag{5}$$

$$UL=S*(1+c*SD(D,n)); \tag{6}$$

$$DL=S*(1-c*SD(D,n)); \tag{7}$$

где

P – ряд цен;

S – сплайн;

UL и *DL* – верхняя и нижняя границы коридора цен;

c – константа;

SD(D, n) – среднее квадратическое отклонение в ряде *D* за *n* периодов.

Предполагается, что при удачном выборе параметров индикатора построенный канал будет соответствовать равновесному состоянию рынка и, следовательно, все выходы цены за его пределы должны сопровождаться возвращением назад. Поэтому сигналом к покупке или продаже является подъем или снижение текущей цены за пределы полосы. Изменяемыми параметрами в этом индикаторе являются *c*, *n* и параметры сплайна.



Рис. 5. График цены акций «Сургутнефтегаза» (сплошная линия), сплайн и коридора цен (пунктирные линии)

Графически коридор цен представляет собой две линии, ограничивающие динамику цены, соответственно, сверху и снизу (рис. 5). Это – своеобразные «линии поддержки и сопротивления» [3], которые большую часть времени находятся на удаленных от цены уровнях. Решение на основе анализа такого коридора принимается, когда цена либо поднимается выше линии сопротивления, либо опускается ниже линии поддержки, а если график цены колеблется между ними, то надежных сигналов на основе его анализа получить нельзя. Опираясь на показание такого индикатора, за причины открытия и закрытия позиций по акциям можно выбрать несколько комбинаций его сигналов.

Сигналами первого типа в нашем исследовании считались только выпадения цен за пределы коридора, невзирая на направление сплайна, т.е. в случае снижения цены за нижнюю линию открываются длинные позиции, в обратной ситуации – короткие. Сигналами второго типа для открытия длинной позиции полагались моменты, когда цена падает ниже нижней границы, а сплайн в это время растет. В зеркальной ситуации открывались короткие позиции. Третья тактика была подобна второй, но при росте сплайна и выходе цены за верхнюю границу длинные позиции закрывались без открытия коротких, а при падении сплайна – наоборот. В четвертом случае позиции закрывались при сигнализируемой направлением сплайна перемене тенденции. В пятом – сигналами к закрытию позиций служили и выход цены за границу коридора, и смена направления сплайна. Наконец, шестая тактика подразумевала открытие противотрендовых позиций: коротких при росте сплайна и выходе цены за верхнюю границу, а длинных в противоположной ситуации, причем такие позиции удерживались до момента возвращения цены в коридор.

Таблица 6

ДОХОДНОСТЬ ТОРГОВЛИ АКЦИЯМИ (В %) ПРИ ОРИЕНТАЦИИ НА СПЛАЙНОВЫЙ КОРИДОР ЦЕН

Тип сигналов	Доходность при имитации торговли акциями компаний					Средняя доходность
	ЛУКОЙЛ	«Ростелеком»	«Сургутнефтегаз»	«Мосэнерго»	«Иркутскэнерго»	
1	18,66	-19,04	-0,43	70,50	-49,35	4,07
2	17,43	-17,68	52,85	18,61	32,69	20,78
3	20,45	-17,68	52,85	39,58	26,28	24,30
4	-2,09	-2,69	27,36	-7,24	90,73	21,21
5	4,49	-25,49	6,76	50,48	-40,63	-0,88
6	22,13	-21,76	8,22	60,34	6,02	14,99

Оптимизировались параметры индикатора по всем акциям для каждого типа сигналов на базовом временном периоде, а затем исследовалась достижимая с их помощью доходность на тестовом интервале. Результаты приведены в табл. 6. Она демонстрирует, что анализ отклонений цен от тенденции позволил достичь наивысших доходностей за тестовый период без переоптимизации индикаторов, а при следовании сигналам третьего типа прибыль в среднем превысила ту, которую можно получить от прироста курсовой стоимости акций. Отношения средних по акциям доходностей от применения коридора цен к средней первоначального критерия для сигналов составили:

- первого типа – 0,18;
- второго типа – 0,93;
- третьего типа – 1,08;
- четвертого типа – 0,95;

- пятого типа – 0,04;
- шестого типа – 0,67.

Для всех выпусков, кроме акций «Ростелекома», нашлась такая система сигналов, которая позволила добиться более высокой доходности, чем при реализации стратегии «купи и держи».

РЕГРЕССИОННЫЕ МОДЕЛИ РЫНКА АКЦИЙ

Результаты использования в имитации торговли на фондовом рынке индикаторов, основанных на классической методологии технического анализа, их предложенных и протестированных усовершенствованиях, образовали критериальную базу, относительно которой можно было оценить последствия синтеза этих индикаторов с регрессионными моделями, включающими переменные внешние для рынка акций. В качестве таких переменных были выбраны мировая цена нефти и курс доллара США. Корреляция с ними движения курсов акций показана в табл. 7. Из нее видно, что котировки большинства этих активов существенно положительно зависели от изменений цены нефти и отрицательно от динамики курса доллара. При этом сдвиг значений соответствующих переменных на день в будущее (такие лаги использовались в моделях) практически не менял коэффициентов корреляции.

Таблица 7

КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ КОТИРОВОК АКЦИЙ С ЦЕНОЙ НЕФТИ И КУРСОМ ДОЛЛАРА США

Независимая переменная	Цены акций компаний				
	ЛУКОЙЛ	«Ростелеком»	«Сургутнефтегаз»	«Мосэнерго»	«Иркутскэнерго»
Цена нефти	0,87	0,55	0,87	0,73	0,80
Курс доллара	-0,77	-0,78	-0,76	-0,77	-0,81
Цена нефти с лагом один день	0,87	0,56	0,87	0,73	0,81
Курс доллара с лагом один день	-0,77	-0,78	-0,75	-0,77	-0,81

Сначала была построена и проанализирована в линейной и степенной формах регрессионная модель

$$P_{t+1} = f(P_t, P_{t-1}, P_{t-2}, P_{t-3}, P_{t-4}, O_t, R_t), \quad (8)$$

где

P – цена закрытия рынка акций;

t – текущий период;

R – курс доллара;

O – цена нефти марки Brent.

Статистика, представленная в табл. 8, свидетельствует о высокой значимости параметров модели и ее статистической достоверности.

На рис. 6 приведены истинные и расчетные значения цен акций ЛУКОЙЛа. Наблюдается высокая степень влияния первого ценового лага на результат, однако разницу последней известной цены закрытия и ее теоретической величины можно использовать как ориентир для открытия позиций по этим активам. Эксперимент, имитирующий торговлю акциями с учетом прогноза согласно (8), продемонстрировал, что ее доходность по обыкновенным акциям ЛУКОЙЛа, «Сургутнефтегаза», «Мосэнерго» и «Ростелекома» при использовании модели в линейной форме выше доходности стратегии «купи и держи», но применение степенной формы не позволяет добиться этого (табл. 9). Иное характерно для акций «Иркутскэнерго», в прило-

жении к торговле которыми срабатывает именно степенная форма связи, а линейная дает отрицательный результат⁴, хотя в среднем по всем выпускам ее применение позволило превзойти доходность пассивной стратегии в 1,77 раза, а использование степенной оказалось вдвое менее эффективным.

Таблица 8

ИСХОДНЫЕ⁵ РЕЗУЛЬТАТЫ РЕГРЕССИИ ПО МОДЕЛИ (8)

Параметры и статистические оценки	Цены акций компаний				
	ЛУКОЙЛ	«Ростелеком»	«Сургутнефтегаз»	«Мосэнерго»	«Иркутскэнерго»
b_0	-103,7270	-0,2910	-2,3701	0,0260	0,0587
	-0,0962	-0,0037	-0,1236	-0,0784	0,0137
b_1	0,9930	0,9461	0,9817	0,6640	0,9784
	1,0045	0,9757	0,9810	0,8709	1,0382
b_2	-0,0080	0,0881	-0,0283	0,1631	0,0635
	-0,0670	-0,0087	-0,0698	0,0618	-0,0325
b_3	-0,0110	0,0199	0,0286	0,0090	-0,0015
	0,0057	0,1195	0,0609	-0,0533	0,0300
b_4	-0,0180	-0,0607	-0,0055	0,0792	-0,0372
	0,0511	-0,0701	0,0164	0,1062	-0,0490
b_5	0,0380	0,0118	0,0110	0,0607	-0,0022
	0,0013	-0,0163	0,0007	0,0034	0,0083
b_6	0,4190	0,0024	0,0106	0,0016	0,0002
	0,0112	0,0029	0,0151	0,0132	0,0067
b_7	3,2530	-0,0018	0,0774	-0,0005	-0,0019
	0,0632	-0,0003	0,0784	0,0431	-0,0135
Скорректированный R^2	0,9970	0,9966	0,9927	0,9630	0,9975
	0,9977	0,9952	0,9937	0,9850	0,9978
F	38654	34102	15897	3014,7	46579
	51380	24408	18465	7609,5	52249
Стандартная ошибка	35,0540	2,0360	0,7873	0,2500	0,2514
	0,0098	0,0107	0,0118	0,0197	0,0115
Серийная корреляция остатков	0,0064	0,0009	0,0025	-0,0007	-0,0001
	0,0016	-0,0006	0,0025	-0,0004	0,0015
d -критерий	1,9869	1,9982	1,9982	2,0013	1,9964
	1,9968	2,0012	1,9925	2,0005	1,9953

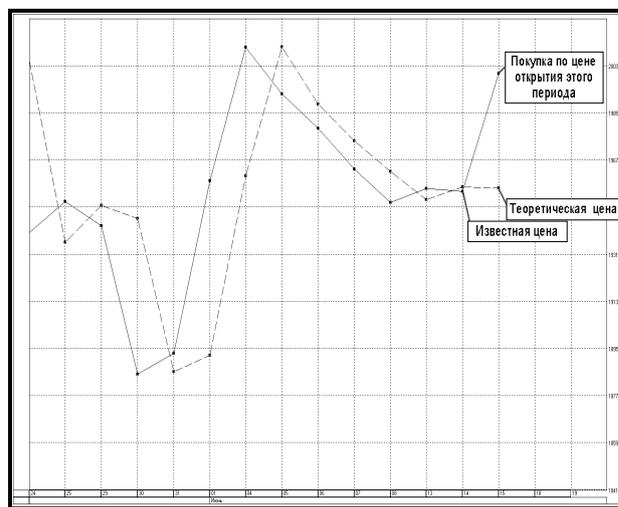


Рис. 6. График цены акций ЛУКОЙЛа (сплошная линия) и их расчетной цены (пунктирная линия)

⁴ Возможно, это связано с различиями производственных технологий компаний.

⁵ Рассчитанные за базовый период. В имитационных экспериментах при поступлении каждого нового наблюдения коэффициенты регрессии пересчитывались. Числа в верхних ячейках строк относятся к модели в линейной форме, в нижних - к модели в степенной форме.

Затем модель в линейной форме с целью выяснения вклада отдельных независимых переменных в получаемый результат была разделена на две – принимающую во внимание факторы только внутренние для фондового рынка и лишь внешние по отношению к нему:

$$P_{t+1} = f(P_t, P_{t-1}, P_{t-2}, P_{t-3}, P_{t-4}); \tag{9}$$

$$P_{t+1} = f(O_t, R_t). \tag{10}$$

Параметры функции (9) и ее оценки, приведенные в табл. 10, свидетельствуют о статистической значимости модели, опирающейся на внутренние факторы. Функция, основанная только на цене нефти и курсе доллара, сильно отличается от нее (табл. 11), причем не только снижением коэффициентов детерминации и ростом стандартных ошибок, но также тем, что не проходит проверку на независимость остатков, а потому ее нельзя признать статистически достоверной.

Таблица 9

ДОХОДНОСТЬ ТОРГОВЛИ АКЦИЯМИ ПРИ ОРИЕНТАЦИИ НА СИГНАЛЫ МОДЕЛИ (8), %

Форма модели	Доходность при имитации торговли акциями компаний					Средняя доходность
	ЛУКОЙЛ	«Ростелеком»	«Сургут-нефтегаз»	«Мос-энерго»	«Иркутск-энерго»	
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

Таблица 10

ИСХОДНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РЕГРЕССИИ ПО МОДЕЛИ (9)

Параметры и статистические оценки	Цены акций компаний				
	ЛУКОЙЛ	«Ростелеком»	«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
Скорректированный R^2	0,9972	0,9969	0,9935	0,9668	0,9978
F	63494	57896	27196	5200,4	82512
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

Таблица 11

ИСХОДНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РЕГРЕССИИ ПО МОДЕЛИ (10)

Параметры и статистические оценки	Цены акций компаний				
	ЛУКОЙЛ	«Ростелеком»	«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	-161,105	-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

Вычисленные по такой модели теоретические значения цен активов (рис. 7) существенно отклоняются от

истинных цен. Но это не мешает применить ее в качестве индикатора с теми же критериями открытия разных позиций, предполагая, что в таком случае количество сделок уменьшится и инвестор сэкономит на коммиссионных.

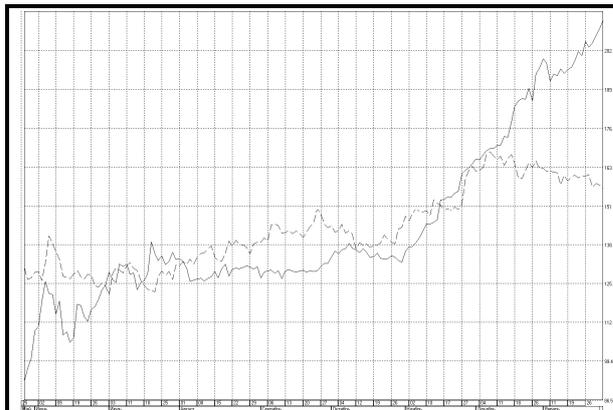


Рис. 7. График цены акций «Ростелекома» (сплошная линия) и их расчетной цены по модели без учета внутренних факторов (пунктирная линия)

Эксперимент показал (табл. 12), что, когда из модели исключаются внешние факторы, значительно больше растет доходность торговли акциями «Мосэнерго» и «Сургутнефтегаза», а в среднем удается добиться 1,32-кратного превышения доходности от пассивного удержания акций против 1,77-кратного при ориентации на сигналы модели (8). И еще более серьезно страдает это (падение до 0,36 раза), если считаться только с внешними переменными (хотя по акциям «Иркутск-энерго» результат улучшился относительно итогов ориентации на сигналы полной модели). Таким образом, совместный учет внутренних и внешних факторов в большинстве случаев улучшает результат по сравнению с автономным, который в обоих случаях влечет падение средней доходности торговли.

Таблица 12

ДОХОДНОСТЬ ТОРГОВЛИ АКЦИЯМИ ПРИ ОРИЕНТАЦИИ НА СИГНАЛЫ МОДЕЛЕЙ (9) И (10), %

Ориентация на сигналы модели	Доходность при имитации торговли акциями компаний					Средняя доходность
	ЛУКОЙЛ	«Ростелеком»	«Сургут-нефтегаз»	«Мос-энерго»	«Иркутск-энерго»	
Модель (9)	-28,62	27,16	43,76	138,88	-33,02	29,63
Модель (10)	4,70	-21,54	-2,60	25,56	33,96	8,02

ВРЕМЕННОЙ ЛАГ И СЕЗОННАЯ КОМПОНЕНТА

Иначе обстоит дело при предварительном отборе для включения в модель тех временных лагов цен, которые статистически адекватны как параметры частных автокорреляционных функций для каждого выпуска акции (табл.13). Принимая во внимание это, были построены следующие модели:

$$P_{t+1} = f(P_{t(x-1)}); \tag{11}$$

$$P_{t+1} = f(P_{t(x-1)}, O_t, R_t), \tag{12}$$

где

x – статистически значимый лаг, $x \in L$;

L – множество таких лагов.

Таблица 13

СТАТИСТИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫЕ ВРЕМЕННЫЕ ЛАГИ ЦЕН ДЛЯ АКЦИЙ КОМПАНИЙ, ДНЕЙ

Акции компаний	Временные лаги
ЛУКОЙЛ	1 и 6
«Ростелеком»	1
«Сургутнефтегаз»	1
«Мосэнерго»	1; 2; 3; 4; 11; 12
«Иркутскэнерго»	1

Функции с включением только внутренних факторов, отобранные при проверке статистически значимых лагов, оказываются достоверными (табл. 14), демонстрируя оценки адекватности, практически идентичные полученным по соответствующим выпускам акций для модели (9). Достоверны и модели с внешними переменными при статистически значимых лагах (табл. 15).

Таблица 14

ИСХОДНЫЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ ОЦЕНКИ МОДЕЛИ (11)

Статистические оценки	Цены акций компаний				
	ЛУКОЙЛ	«Ростелеком»	«Сургутнефтегаз»	«Мосэнерго»	«Иркутскэнерго»
Скорректированный R^2	0,9972	0,9969	0,9935	0,9671	0,9979
F	161500	288200	138000	4349	417900
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

Таблица 15

ИСХОДНЫЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ ОЦЕНКИ МОДЕЛИ (12)

Статистические оценки	Цены акций компаний				
	ЛУКОЙЛ	«Ростелеком»	«Сургутнефтегаз»	«Мосэнерго»	«Иркутскэнерго»
Скорректированный R^2	0,9970	0,9966	0,9928	0,9636	0,9975
F	67600	80095	37860	2655,1	110200
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

Отличия моделей (11) и (12) от (9) и (10) были выявлены проведением имитационного эксперимента. Его результаты представлены в табл. 16.

Таблица 16

ДОХОДНОСТЬ ТОРГОВЛИ АКЦИЯМИ ПРИ ОРИЕНТАЦИИ НА СИГНАЛЫ МОДЕЛЕЙ (11) И (12)

Ориентация на сигналы модели	Доходность при имитации торговли акциями компаний					Средняя доходность
	ЛУКОЙЛ	«Ростелеком»	«Сургутнефтегаз»	«Мосэнерго»	«Иркутскэнерго»	
Модель (11)	-2,47	31,63	375,92	178,26	38,66	124,40
Модель (12)	46,48	31,63	105,51	47,86	38,66	54,03

Наилучшие результаты демонстрируют модели, учитывающие только внутренние факторы. По доходности торговля, ориентированная на их сигналы, в среднем превосходит стратегию «купи и держи» в 5,54 раза. Но по отдельным выпускам акций наблюдается сильный разброс эффективности. Доходность при имитации

торгов акциями ЛУКОЙЛа и «Ростелекома» опустилась ниже этого порога, однако значительно приросла прибыль при торговле акциями «Мосэнерго» и особенно «Сургутнефтегаза», оценка «завтрашней» цены акций которого только по «сегодняшней» (для этого выпуска использовался лаг в один день) позволяла достаточно точно предвидеть изменение их курса (рис. 8). Такой результат был достигнут лишь однажды в ходе исследования, и нет гарантии его повторения.

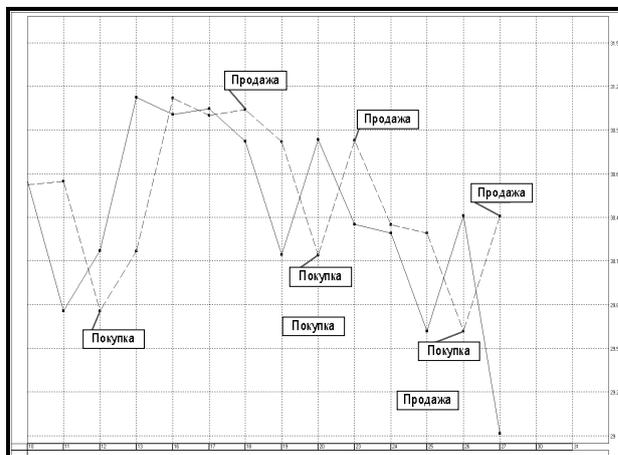


Рис. 8. График цены акций «Сургутнефтегаза» (сплошная линия) и их расчетной цены по модели (11) (пунктирная линия)

Между тем ориентация на показания модели, включающей и внешние факторы, и внутренние со статистически адекватными лагами, хотя и приводит к итогу, в среднем уступающему результату равнения на сигналы модели, ограниченной внутренними переменными, но позволяет добиться эффективности, второй по уровню среди всех испытанных стратегий и ни по одному из выпусков акций не опускает ее ниже доходности пассивной стратегии.

Далее в модели была добавлена сезонная компонента. Для этого цена раскладывалась спектральным анализом на циклические временные ряды так же, как и в периодической функции – индикаторе. Оптимальные параметры волновой функции для каждого выпуска акций оценивались на базовом интервале методом, применявшимся ранее для поиска наилучших параметров технических индикаторов. Периодическая функция с оптимальными для всякого выпуска акций параметрами использовалась в моделях вида:

$$P_{t+1} = f(P_t, P_{t-1}, P_{t-2}, P_{t-3}, P_{t-4}, O_b, R_b, W_t); \quad (13)$$

$$P_{t+1} = f(P_t, P_{t-1}, P_{t-2}, P_{t-3}, P_{t-4}, W_t); \quad (14)$$

$$P_{t+1} = f(P_{t(x-1)}, O_b, R_b, W_t); \quad (15)$$

где W_t – значение волновой функции в момент t . Графики волновой функции и результата расчетов по модели (13) представлены на рис. 9.

Оценка параметров модели (13) характеризуется сведениями табл. 17. Статистика по всем выпускам акций свидетельствует об адекватности модели. То же самое в табл. 18 можно видеть и касательно функции (14). Удаление из нее внешних факторов снизило стандартную ошибку прогноза на 3-5% по сравнению с (13). Использование сезонной компоненты со статистически значимыми лагами вместе с ценой нефти и курсом доллара не лишает зависимость надежности (табл. 19).

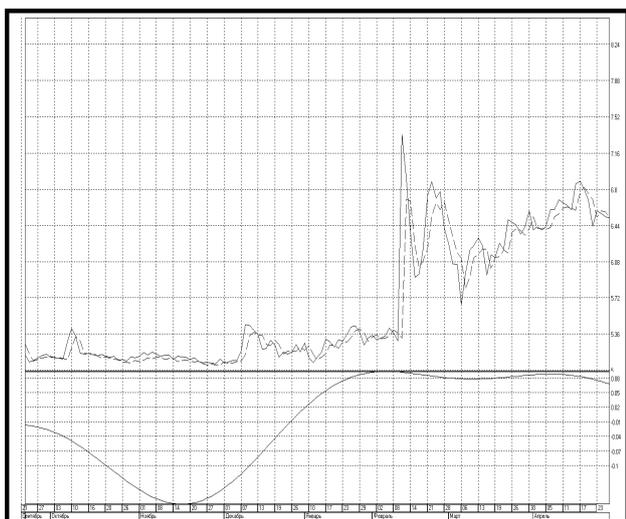


Рис. 9. График цены акций «Мосэнерго» (сплошная линия), ее теоретических значений (пунктирная линия) и волновой функции (сплошная линия в нижней части рисунка)

Таблица 17

ИСХОДНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РЕГРЕССИИ ПО МОДЕЛИ (13)

Параметры и статистические оценки	Цены акций компаний				
	ЛУКОЙЛ	«Ростелеком»	«Сургутнефтегаз»	«Мосэнерго»	«Иркутскэнерго»
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	33972	30039	13912	2663,3	40726
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 18

ИСХОДНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РЕГРЕССИИ ПО МОДЕЛИ (14)

Параметры и статистические оценки	Цены акций компаний				
	ЛУКОЙЛ	«Ростелеком»	«Сургутнефтегаз»	«Мосэнерго»	«Иркутскэнерго»
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	54014	48826	22647	4344,9	68689
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

Таблица 19

ИСХОДНЫЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ ОЦЕНКИ МОДЕЛИ (15)

Статистические оценки	Цены акций компаний				
	ЛУКОЙЛ	«Ростелеком»	«Сургутнефтегаз»	«Мосэнерго»	«Иркутскэнерго»
Скорректированный R^2	0,9970	0,9966	0,9928	0,9640	0,9975
F	54269	60464	28402	2387,8	82559
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

Включение фактора сезонности в модель со статистически адекватными ценовыми лагами позволило повысить среднюю доходность относительно стратегии «купи и держи» примерно в 2,3 раза (табл. 20), наиболее благотворно повлияв на результат торгов акциями ЛУКОЙЛа. Но по сравнению с итогом использования не таких лагов, а рабочей недели, эта доходность упала на 20 с лишним процентов. И удаление из модели внешних факторов ничего не изменило, лишь повысив эффективность торгов акциями «Мосэнерго» за счет остальных выпусков.

Таблица 20

ДОХОДНОСТЬ ТОРГОВЛИ АКЦИЯМИ ПРИ ОРИЕНТАЦИИ НА СИГНАЛЫ МОДЕЛЕЙ (13), (14) И (15)

Ориентация на сигналы модели	Доходность при имитации торговли акциями компаний					Средняя доходность %
	ЛУКОЙЛ	«Ростелеком»	«Сургутнефтегаз»	«Мосэнерго»	«Иркутскэнерго»	
Модель (13)	82,56	39,74	41,25	102,52	-12,63	50,69
Модель (14)	63,55	34,32	27,21	105,55	-30,67	39,99
Модель (15)	83,42	31,63	3,41	39,30	38,66	39,28

ВЫВОДЫ

Исследование показало, что, ориентируясь при оценке конъюнктуры фондового рынка на сигналы индикаторов, построенных на основе моделей, учитывающих как внутренние, так и внешние для него факторы, инвестор способен получить доход выше прироста курсовой стоимости акций за период владения ими. Эти модели при операциях с акциями различных выпусков следует адаптировать к специфике каждого. Но в целом по эффективности использования их показаний и стабильности получаемых результатов они существенно превосходят классические индикаторы технического анализа рынка акций, позволяя инвестору, применяющему такие модели, реализовать потенциал информации, недоступной остальным игрокам.

Завельский Михаил Григорьевич

Пекарский Антон Валерьевич

Литература

1. Завельский М.Г., Пекарский А.В. Методы повышения эффективности торговли на фондовом рынке [Текст] / М.Г. Завельский, А.В. Пекарский // Экономика и математические методы. – 2008. – Т. 44, №2.
2. Завельский М.Г., Пекарский А.В. Оптимизация торговой системы для деятельности на фондовом рынке [Текст] / М.Г. Завельский, А.В. Пекарский // Системные исследования : ежегодник.: 2002. – М. : Эдиториал УРСС, 2004.
3. Кузнецов М.В. Технический анализ рынка ценных бумаг [Текст] / М.В. Кузнецов, А.С. Овчинников. – М. : ИНФРА-М, 1996.

Ключевые слова

Фондовый рынок, прогнозирование конъюнктуры, индикаторы, инвестиционные действия, тактика, модели, имитация торгов, оценка эффективности.

РЕЦЕНЗИЯ

Авторы задались целью улучшить индикацию состояния фондового рынка и, благодаря этому, тактику торговых операций на нем, повысить их эффективность за счет большей информированности инвестора о его будущей конъюнктуре по сравнению с теми, кто пользуется выводами классического технического анализа. Для достижения этой цели ими разработаны и описаны методы непосредственного и экстраполяционного применения сплайнов и периодических функций в качестве индикаторов состояния рынка, их синтеза с многофакторными регрессионными функциями и правила использования получаемых при этом сигналов в процессе выбора инвестиционных стратегий. Все это является новым в научном отношении и протестировано авторами с помощью имитационных экспериментов в реальных ситуациях российского рынка акций. Особенно существенно, что испытания проведены применительно к периоду высокой неустойчивости рынка в условиях финансового кризиса и продемонстрировали весомый рост эффективности инвестиционных решений.

Представленные авторами результаты теоретически важны, практически значимы и заслуживают опубликования.

Голосов О.В., д.э.н., профессор, главный ученый секретарь ФГОУ ВПО «Финансовая академия при Правительстве РФ»

8.3. FORECASTING STATE AND INVESTMENT DECISIONS AT STOCK MARKET

M.G. Zavel'sky, Doctor of Economic Sciences,
Professor, Head of the Laboratory, ISA RAS;
A.V. Pekarski, Kandidat of Economic Sciences,
Senior Research Assistant, ISA RAS

Checked by experiments methods of improvement of stock market state classical indicators and of synthesis of technical analysis of this market with forecasting securities rate dynamics on the base of regression models are considered. Instruments of choice efficient tactics of deals with shares, oriented on signals of new indicators and corresponding models, are offered. Results of their testing on real information are described.

Literature

1. M.G.Zavel'sky, A.V.Pekarski. Methods of raising efficiency of investment decisions at stock market. // Economics and Mathematical Methods. – 2008. – V.44. – N2. – P. 25-36.
2. M.G.Zavel'sky, A.V.Pekarski. Optimization of trade system for activity at stock market. // Systems Research. Methodological Problems. Yearbook 2002. – M.: Editorial URSS, ISA RAS, 2004. – P. 249-276.
3. M.V.Kuznetsov, A.S.Ovchinnikov. Technical analysis of securities market. – M.: INFRA-M, 1996. – 124 p.

Keywords

Stock market, forecasting state, indicators, investment actions, tactics, models, imitation of sale, evaluation of efficiency.