

О.И. Никонов, д-р физ.-мат. наук, проф.,
А.А. Фирсов, аспирант¹
г. Екатеринбург

ПРИМЕНЕНИЕ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДОХОДНОСТИ РОССИЙСКОГО ФОНДОВОГО РЫНКА²

В статье анализируется факторная модель доходности российского фондового рынка, основанная на показателях состояния банковской ликвидности и разработанная для улучшения методов принятия инвестиционных решений.

Ключевые слова: моделирование, фондовый рынок, факторный анализ, доходность, ликвидность, оценка эффективности модели.

Введение

Несмотря на кризисные явления, возникшие на современном финансовом рынке, у исследователей и практиков финансового рынка не пропадает интерес к изучению вопросов, связанных с его функционированием.

Приобретение ценных бумаг сегодня стало более дешевым и удобным в связи с распространением средств сообщения и компьютерных сетей. Возможность совершения сделок и отслеживания динамики котировок в режиме реального вре-

мени позволили выделиться категории инвесторов (трейдеров), которые придерживаются стратегии внутрисуточного торгового дня. Данная стратегия заключается в проведении операций внутри одного торгового дня и, как правило, с одним и тем же финансовым инструментом.

Трейдерами являются нейтральными по отношению к риску, поскольку стремятся владеть лишь одним активом и не предпринимают никаких усилий по диверсификации финансовых портфелей: им достаточно владеть тем активом, который обещает наибольшую ожидаемую доходность [1].

Основная трудность, с которой сталкиваются трейдеры в процессе принятия решений, – это прогнозирование будущего направления движения цен на фондовом рынке. Прогноз необходим для того, чтобы занять наиболее выгодную позицию: длинную при ожидаемом росте, короткую при ожидаемом падении. При этом экономическая эффективность принимаемых решений в большинстве случаев определяется качеством аппарата, используемого для математического обеспечения системы принятия решений.

¹ Никонов Олег Игоревич — доктор физико-математических наук, профессор, декан факультета Информационно-математических технологий и экономического моделирования ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет–УПИ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»; ведущий научный сотрудник Института математики и механики УрО РАН; e-mail: aspr@mail.ustu.ru.

Фирсов Андрей Александрович — аспирант кафедры анализа систем и принятия решений ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет–УПИ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»; e-mail: firsov@skbbank.ru.

² Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (проект № 09-01-00223-а) и Российским гуманитарным научным фондом (проект № 08-02-00315а).

В зависимости от метода решения этой задачи трейдеры делятся на две большие группы: одни из них применяют фундаментальный анализ и их называют фундаментальными аналитиками, другие используют технический анализ, их соответственно называют техническими аналитиками. Если при фундаментальном анализе исследуются закономерности, которые будут действовать в будущем, то в техническом анализе взгляд обращен в прошлое [2, с. 807]. Однако несмотря на то, что технический анализ используется многими трейдерами, более распространенным является фундаментальный анализ. Кроме того, в отличие от технического анализа он составляет основу анализа ценных бумаг в условиях эффективного рынка капитала [2, с. 813].

В данной статье авторами исследуется факторная модель, основанная на фундаментальных показателях российского финансового рынка, с помощью которой строится прогноз направления динамики фондового рынка. В качестве величины, характеризующей динамику фондового рынка, используется биржевой индекс РТС.

Описание модели

1. Экономическое обоснование

Факторная модель основана на предположении о том, что колебание доходности ценных бумаг является характеристикой эффективного рынка, т. е. рынка, на котором текущие курсы на ценные бумаги полностью и немедленно отражают информацию о его состоянии [2, с. 8]. При этом фондовый рынок рассматривается совместно с другими сегментами финансового рынка: рынка краткосрочных кредитов и денежного рынка, которые в значительной степени зависят от состояния банковской ликвидности.

Данный подход представляется обоснованным по следующим соображениям. Спрос на деньги как имущество определяется не только ставкой процента, но и доходностью (соответственно и риском) ценных бумаг. Деньги – это вид финансовых активов, который может быть использован для сделок. Наиболее характерная черта денег – их высокая ликвидность. Портфельный подход к спросу на деньги исходит из того, что наличность – лишь одна из составляющих портфеля финансовых активов экономических агентов. Решая вопрос об оптимальном количестве средств, которые можно держать в виде наличности, владелец портфеля исходит из того, какой доход могут обеспечить ему другие виды активов и в то же время, насколько рискованно хранить средства в той или другой форме финансовых активов. Рост доходности акций и облигаций, или фондового рынка вообще, например, будет снижать спрос на наличность. С другой стороны, рост риска потерять доход от неденежных форм активов увеличивает желание хранить деньги в виде наличности [3, с. 148]. Парето-оптимальная структура капитала достигается тогда, когда на всех сегментах финансового рынка устанавливается равновесие: когда планы по оптимизации структуры капитала у всех инвесторов взаимно согласуются, тогда на всех сегментах финансового рынка устанавливается равновесие и структура имущества стабилизируется [4, с. 154]. На основе данной зависимости и строится факторная модель динамики фондового рынка.

2. Построение модели

Все факторные модели основаны на предположении о том, что результирующий признак, испытывающий сходные воздействия со стороны определенных факторов, будет и в дальнейшем обладать сходным поведением.

Динамика фондового рынка как экономическое явление определяется множеством одновременно и совокупно действующих причин и имеет характер обратной связи. Например, увеличение денежной массы или уменьшение процентных ставок приведет к изменению динамики фондового рынка не только в текущем периоде, но и будет в дальнейшем оказывать влияние спустя некоторый период времени. Зарождение нового тренда обусловлено динамикой факторов с некоторым временным запаздыванием.

Учитывая тот факт, что финансовый рынок имеет высокую тесноту связи всех своих сегментов, а изменения, происходящие на финансовом рынке в текущем периоде, с наибольшей вероятностью отражаются на доходности фондового рынка в следующем периоде, авторами сделана гипотеза о том, что лаг факторной модели должен быть равен единице. Справедливость этого предположения подтвердилась при помощи модели с распределенным лагом Л.М. Койка [5, с. 154]: средний лаг примерно составляет 1,5 дней, при этом более половины влияния реализуется за 1,1 дня.

В качестве факторов, влияющих на динамику фондового рынка, предлагается использовать значение биржевого индекса, сальдо операций Центрального Банка РФ по предоставлению или абсорбированию ликвидности, среднюю ставку межбанковского кредитования сроком от 8 до 30 дней, кросс-курс доллара и евро по официальным курсам Центрального Банка РФ. Все данные используются с отставанием на один день (лаг равен единице).

Первоначально предполагалось дополнительно использовать и другие факторы, например, объем торгов на фондовой бирже, размер «избыточных» резервов коммерческих банков в Центральном Банке РФ (остатки на депозитах и корсчетах), размер процентных

ставок сроком на один день и от 2 до 7 дней, но данные факторы оказались статистически незначимыми.

Таким образом, получена следующая динамическая факторная модель:

$$\hat{y}_t = \beta_0 + \beta_1 \cdot y_{t-1} + \beta_2 \cdot s_{t-1} + \beta_3 \cdot r_{t-1} + \beta_4 \cdot c_{t-1} + \varepsilon \quad (1)$$

где y_{t-1} – значения биржевого индекса (закрытие) в момент времени $t-1$;

s_{t-1} – сальдо операций Центрального Банка РФ по предоставлению или абсорбированию ликвидности;

r_{t-1} – средняя ставка межбанковского кредитования сроком от 8 до 30 дней;

c_{t-1} – кросс-курс доллара и евро по курсам Центрального Банка РФ;

ε – ошибка прогноза.

Для построения модели использовались данные за период с 01.10.2007 г. по 30.09.2008 г. (250 значений), в качестве биржевого индекса использовался индекс РТС. Результаты расчетов приведены в табл. 1.

Таблица 1
Показатели регрессионного анализа

	Кoeffици- ент	t-тест	R ²	F-тест
β_0	-273,19	-2,59	0,9825	2723,89
β_1	0,99	51,80		
β_2	-0,108	-2,91		
β_3	-3,63	-1,98		
β_4	1,97	2,60		

Полученное уравнение регрессии является статистически значимым – значения t , F -статистик превышают критические значения t -критерия Стьюдента и критерия Фишера на 5 %-ом уровне значимости (1,97 и 2,41).

Параметры регрессии позволяют выявить следующие закономерности:

1) рост индекса РТС на 1 пункт в текущем периоде в среднем приводит к

его увеличению на 0,99 пункта в будущем периоде;

2) увеличение объемов ликвидности, предоставляемой Центральным Банком РФ коммерческим банкам, на 10 млрд руб. приводит к снижению индекса РТС на 1,08 пункта;

3) рост процентных ставок сроком от 8 до 30 дней на 100 базисных пунктов приводит к снижению индекса РТС на 3,63 пункта;

4) рост курса евро/доллар на 1 пункт приводит к росту индекса РТС на 1,97 пункта.

При помощи модели (1) выражается прогнозируемая доходность фондового рынка:

$$\hat{r}_t = \left(\frac{\hat{y}_t}{y_{t-1}} - 1 \right) + \eta, \quad (2)$$

где η – ошибка прогноза доходности.

Ошибка η возникает в результате того, что прогноз строится по данным за прошлый период без учета текущего состояния рынка. Случайность колебаний доходности обуславливается эффективностью рынка: текущие курсы на ценные бумаги полностью и немедленно отражают информацию о его текущем состоянии.

3. Оценка риска

В момент принятия решения инвестор должен осознавать, что любое вложение капитала связано не только с ожиданием получения дохода, но и постоянной опасностью проигрыша, а значит, при принятии решения необходимо учитывать риск наступления этого события – вероятность ошибки принятого решения и возникающий в связи с этим риск.

Экстраполяция кривой регрессии, т. е. ее использование вне пределов обследуемого диапазона значений объясняющих переменных (даже если она оправдана из

смысла задачи) может привести к значительным погрешностям [6, с. 67].

Для учета этой погрешности предлагается использовать ошибку η в качестве случайной величины, характеризующей риск прогноза (или риск инвестиций).

Эмпирическое распределение ошибок прогноза η для исследуемых данных представлено на рис. 1.

Эмпирическое распределение ошибок прогноза указывает на его близость к нормальному распределению. При помощи критерий согласия Пирсона данное предположение подтверждается статистически на 5%-ом уровне значимости: $X_{набл}^2 = 8,06$, $X_{кр}^2 = 14,07$.

Следовательно, доверительный интервал прогноза доходности может быть выражен следующим образом:

$$r \in \left[\hat{r}_t - \bar{\eta} - t_{\alpha, n-2} \cdot \frac{\sigma_{\eta}}{\sqrt{n}}; \hat{r}_t + \bar{\eta} + t_{\alpha, n-2} \cdot \frac{\sigma_{\eta}}{\sqrt{n}} \right], \quad (3)$$

где $t_{\alpha, n-2}$ – квантиль t -распределения Стьюдента на уровне значимости α с $n-2$ степенями свободы;

$\bar{\eta}$ – средняя ошибка прогноза;

σ_{η} – среднеквадратическое отклонение ошибки η ;

n – количество используемых наблюдений факторов.

Оценка эффективности модели

Оценка параметров модели для каждого периода t производится по последним 250-ти наблюдениям факторов. Для каждого периода рассчитывается ожидаемая доходность \hat{r}_t и соответствующие границы доверительного интервала, характеризующие риск инвестиций. Данные за октябрь 2008 г. представлены в табл. 2 и на рис. 2.

При помощи модели (1) можно также прогнозировать доходности отдельных

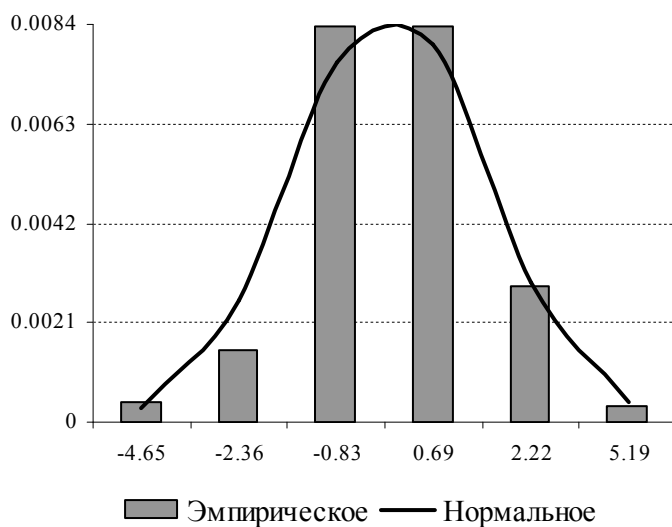


Рис. 1. Эмпирическое и нормальное распределения ошибок

Таблица 2

Показатели эмпирической проверки за октябрь 2008 г.

Дата	$r_t^{\text{факт}}$	\hat{r}_t	$\hat{r}_t^{\text{нижн}}$	$\hat{r}_t^{\text{верхн}}$	R^2	F -тест	$\chi^2_{\text{набл}}$
01.10.2008	-1,02	-2,18	-9,67	5,31	0,9657	1265,26	8,35
02.10.2008	-4,02	-1,54	-9,03	5,95	0,9665	1299,85	8,02
03.10.2008	-5,28	-2,40	-9,90	5,10	0,9675	1338,95	7,99
06.10.2008	-18,66	-3,18	10,67	4,31	0,9685	1384,13	7,95
07.10.2008	-0,96	-4,57	12,51	3,36	0,9689	1403,85	7,93
08.10.2008	-14,35	-4,55	12,50	3,41	0,9707	1489,40	7,87
09.10.2008	9,80	-2,05	10,11	6,00	0,9723	1576,95	7,80
13.10.2008	-4,85	-3,75	12,05	4,55	0,9744	1712,81	7,71
14.10.2008	13,33	-4,53	12,82	3,76	0,9759	1820,98	7,63
16.10.2008	-17,00	-14,49	23,21	-5,77	0,9761	1837,45	7,62
17.10.2008	-4,34	-2,39	11,09	6,31	0,9784	2033,86	7,51
20.10.2008	4,47	2,42	-6,28	11,12	0,9799	2190,59	7,43
21.10.2008	4,16	1,93	-6,76	10,62	0,9809	2311,15	7,37
22.10.2008	-3,74	-2,33	11,03	6,37	0,9819	2439,67	7,31
23.10.2008	-4,66	-4,25	12,94	4,44	0,9827	2554,26	7,26
24.10.2008	-14,24	-6,64	15,29	2,02	0,9836	2691,06	7,21
28.10.2008	4,14	4,46	-4,28	13,20	0,9845	2859,65	7,14
29.10.2008	13,84	8,89	0,16	17,62	0,9853	3014,28	7,08
30.10.2008	19,46	15,56	6,80	24,33	0,9859	3138,10	7,04
31.10.2008	0,63	-2,92	11,71	5,86	0,9862	3218,66	7,02

ценных бумаг, например, используя индексную модель У. Шарпа:

$$r = \alpha + \beta \cdot r_I + \varepsilon, \quad (4)$$

где r – доходность ценной бумаги за данный период;

r_I – «доходность» рыночного индекса I за этот же период;

α – коэффициент смещения;

β – коэффициент наклона;

ε – случайная погрешность.

Таким образом, при помощи факторной модели (1) и индексной модели У. Шарпа (4), а также рыночных данных смоделированы доходности по опера-

циям с фьючерсами на индекс РТС и некоторыми российскими голубыми фишками. Моделирование доходностей производилось без учета сделок по коротким продажам, поскольку с 30 сентября 2008 г. данный тип сделок был запрещен Федеральной службой по финансовым рынкам. Потери ограничивались 5 %-ым уровнем, т. е. в случае ошибки прогноза, если снижение стоимости моделируемого портфеля составляло более 5 %, портфель продавался по рыночной стоимости, при росте в течение торговой сессии портфель продавался по цене закрытия. Результаты за октябрь 2008 г. представлены в табл. 3.

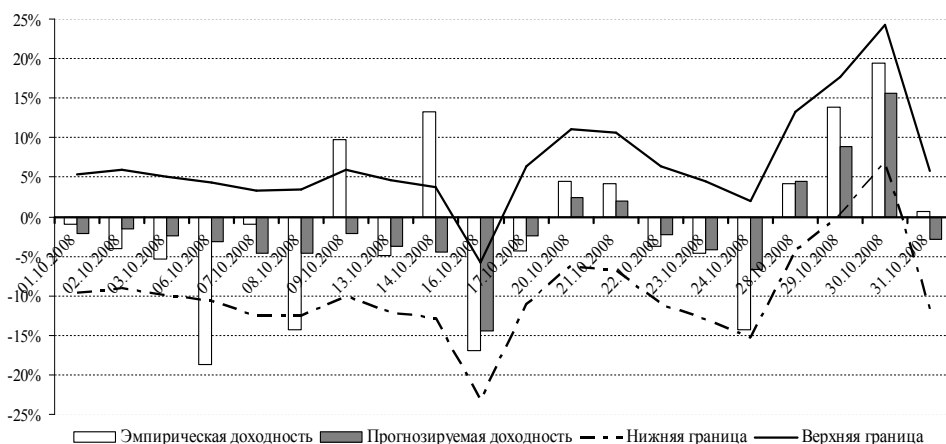


Рис. 2. Прогнозирование динамики фондового рынка

Таблица 3

Моделирование доходности по финансовым инструментам

Наименование финансового инструмента	α	β	R^2	Доходность, %
Фьючерс на индекс РТС (RTS 12.08)	0.000172	1.03582	0.8786	18.86
ОАО «Газпром», ао	-0.000345	0.76664	0.8550	18.34
ОАО «НК «ЛУКОЙЛ», ао	-0.00045	0.7299	0.8303	40.61
ОАО «Сбербанк», ао	-0.00065	0.5484	0.6298	23.37

**Список использованных
источников**

1. Сакс, Дж.Д. Макроэкономика. Глобальный подход / Дж.Д. Сакс, Ф.Б. Ларрен. М.: Дело, 1996.
2. Шарп, Александер, Бэйли. Инвестиции / Уильям Ф. Шарп, Гордон Дж. Александер, Джеффри В. Бэйли. М.: ИНФРА-М, 2007.
3. Агапова, Т.А. Макроэкономика: учебник / Т.А. Агапова, С.Ф. Серегина. М.: Дело и Сервис, 2004.
4. Тарасевич, Л.С. Макроэкономика: учебник / Л.С. Тарасевич, П.И. Гребенников, А.И. Леуский. М.: Высшее образование, 2006.
5. Елисеева, И.И. Эконометрика: учебник / И.И. Елисеева, С.В. Курышева, Т.В. Костеева. М.: Финансы и статистика, 2007.
6. Кремер, Н.Ш. Эконометрика: учебник / Н.Н. Кремер, Б.А. Путко. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002.