

Т.В. Теплова,
Е.С. Шутова
Государственный университет –
Высшая школа экономики

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМАТИЧЕСКОГО ИНВЕСТИЦИОННОГО РИСКА НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОГО РЫНКА КАПИТАЛА

Цели и задачи исследования

Огромное число практических расчетов ставки дисконтирования в моделях DCF для фундаментального анализа на рынке инвестирования строится на модели CAPM (Sharpe – Lintner CAPM)¹. Наше рассмотрение практики обоснования средневзвешенных затрат на капитал российских компаний (WACC) по отчетам аналитических команд за период 2000–2010 гг. также показало 100-процентное применение CAPM с рядом модификаций относительно задания параметров модели (например, условное введение бета-коэффициента). Модель CAPM вошла во все учебники по финансам и начиная с 70-х гг. XX в. находится под прицелом академических исследований относительно корректности модельных предпосылок и тестирования на предмет предсказательной силы на разных рынках и в разных финансово-экономических условиях. Краеугольный камень CAPM – рассмотрение двухсторонних отклонений доходности от среднего значения в качестве индикатора риска (Mean Variance Analysis framework).

Перед российскими портфельными инвесторами стоит непростая задача оценки риска инвестирования с учетом наличия страновых рисков, слабой диверсификации экономики и обоснования ожидаемой (и требуемой) доходности. Эмпирические исследования на многих рынках показали, что модель CAPM демонстрирует низкую объясняющую способность оценки ожидаемой (требую-

¹ Исследования на основе опросов более 11 тыс. финансовых директоров США, проводимые периодически Duke University и CFO Magazin показали, что и в 2008, и в 2009 гг. порядка 75% респондентов при принятии решений ориентировались на конструкцию CAPM.

мой) доходности собственного капитала. Аналогичные результаты получены нами для российского рынка. Мы предполагаем, что подход «средняя доходность – дисперсия», на котором основывается традиционная модель CAPM, не полностью идентифицирует систематический риск, присущий той или иной ценной бумаге на развивающемся рынке капитала. Ограничение анализа первыми двумя моментами распределения доходности подразумевает пренебрежение значимости моментов более высокого порядка, что приемлемо только в двух случаях: 1) когда функция полезности инвесторов принимает квадратичную форму и 2) когда распределение доходностей имеет нормальный вид. Как показывает практика, одновременное выполнение требований о симметричности и нормальности распределения ожидаемой доходности акций не достигается.

Решение проблемы – использование не классической (двусторонней) дисперсии, а односторонней (*semivariance frameworks*). Распределения доходностей на развивающихся рынках характеризуются наличием большой асимметрии, низкой ликвидности большинства ценных бумаг, что в целом приводит к существенным проблемам, в частности занижению рассчитанного регрессионным методом бета-коэффициента (значение оказывается существенно меньше единицы).

Более того, тестирование конструкции CAPM в условиях, когда реализованные (фактические, *realized*) доходности выступают как прокси ожидаемых значений доходности, приводит к смещенным результатам². Причиной такого смещения является агрегирование периодов с положительными и негативными избыточными рыночными доходностями (*excess return periods*). В случае, когда рыночная доходность оказывается меньше безрисковой, наблюдается обратная связь между доходностью ценной бумаги (портфеля) и бета-коэффициентом. Условные CAPM (*conditional CAPM*) позволяют проверить гипотезу: на «растущем» («падающем») рынке портфельные бета-коэффициенты и доходности должны быть положительно (отрицательно) связаны между собой. Эмпирические исследования на американском рынке за период 1936–1990 гг. показывают положительный наклон бета на растущем рынке и отрицательный на падающем [Pettengill, Sundaram, Mathur, 1995]. Кроме того, анализ безусловной и условной систематической связи доходности и риска (бета) на брюссельской фондовой бирже продемонстрировал, что безусловные модели обладают низкой способностью в объяснении наблюдаемых кросс-секционных доходностей, в то время как условные модели показали гораздо лучшие результаты.

В нашем исследовании применимости CAPM для российского рынка предложено следующее.

² В работе [Pettengill, Sundaram, Mathur, 1995] это эмпирически подтверждается.

- Расширить рыночную модель второго порядка до модели более высоких порядков, включая систематическую скошенность (асимметрию) и эксцесс. Гипотеза нашего исследования: добавление моментов распределения более высоких порядков более полно описывает систематический риск, присущий ценным бумагам российского рынка.

- Включить в модель ценообразования финансовых активов одностороннюю меру риска. Гипотеза этой части исследования: учет систематических односторонних отклонений позволит получить более адекватную зависимость рыночного риска и доходности.

- Провести анализ значимости мер риска на условной CAPM с добавлением третьего и четвертого порядков распределения для подтверждения гипотезы, что на «падающем рынке» (с отрицательной рыночной премией за риск) взаимосвязь «риск-доходность» меняет знак на отрицательный.

Как показывает анализ российского фондового рынка, одновременное выполнение требований о симметричности и нормальности распределения ожидаемой доходности не достигается. Острровершинность распределения доходности (leptokurtosis) наблюдается практически по всем компаниям выборки³. Большинство компаний демонстрируют отрицательную асимметрию (в 2004–2007 гг. – 25 финансовых активов из 50, в 2008–2009 гг. – 30 финансовых активов из 50). Тест на нормальность проводился с использованием статистики Jarque – Bera⁴ и показал, что гипотезу о нормальности можно отвергнуть на уровне значимости 0,1. Данные имеют распределение, не подчиняющееся нормальному закону (43 из 50 в период финансовой стабильности и 49 – в кризисный период).

Решение проблемы моделирования доходности в ситуации ненормальности распределения в ряде академических исследований предлагается искать через отказ от классической (двусторонней) дисперсии и переход к односторонней (semivariance frameworks). Традиционно перечисляемые преимущества перехода к односторонним мерам риска следующие: во-первых, инвесторов в действительности беспокоит именно отрицательная волатильность доходности; во-вторых, для применения односторонней дисперсии не требуется соблюдение симметричности распределения. В качестве односторонних мер систематического риска предлагается использовать односторонний коэффици-

³ Только по компаниям «Новатэк» и «Система Галс» значение коэффициента эксцесса близко к нулю.

⁴ Предполагает проверку одновременного равенства нулю коэффициентов асимметрии и эксцесса.

ент бета (как показатель негативной чувствительности к рыночному риску) и соответствующий ему коэффициент односторонней асимметрии (скошенности).

Главная цель нашего исследования – построить и сравнить для российского фондового рынка на разных временных периодах финансовой стабильности модели ценообразования финансовых активов с расширением классической конструкции CAPM путем 1) включения моментов распределения более высоких порядков (*higher order moments*), 2) введения односторонних мер риска. Для достижения поставленной цели в работе реализуется следующий трехшаговый алгоритм.

1. Расширение конструкции CAPM до многофакторной модели с введением высших порядков мер риска.

Первым шагом мы исследуем отношения между доходностью акций и моментами более высоких порядков, выступающими в качестве факторов систематического риска. Оцениваем для каждой компании выборки три коэффициента: бета (как меру систематического или рыночного риска), систематическую асимметрию (скошенность, *scwepness*) как коэффициент гамма и систематический эксцесс (дельта) в течение рассматриваемого временного горизонта 2004–2009 гг. Следующий шаг – проведение кросс-секционного анализа путем построения регрессий на основе средних значений доходности по выборке акций и оцененных на первом шаге коэффициентов бета, гамма и дельта. Кросс-секционный анализ позволяет оценить премию за риск, соответствующую каждому выделенному параметру риска (традиционному бета-коэффициенту, асимметрии и эксцессу):

$$E(R_i) - R_f = a_1\beta_{im} + a_2\gamma_{im} + a_3\theta_{im}.$$

Кросс-секционный анализ на основе однофакторной, двухфакторной и трехфакторной моделей позволяет выбрать наиболее адекватную модель с введением мер риска в описании поведения доходностей компаний выборки. На первом шаге тестируется традиционная безусловная (*unconditional*) CAPM.

2. Односторонние меры риска в описании поведения российских цен акций (доходностей).

Второй шаг нашего исследования – анализ применимости моделей одностороннего риска. Для выборки российских публичных компаний оценены различные односторонние меры систематического риска (односторонние бета в рамках моделей Bawa & Linderberg (1977), Harlow & Rao (1989), Hogan & Warren (1974), Estrada (2002)) и на основе перекрестной выборки по сформированным регрессионным моделям, связывающим среднюю доходность акций и оце-

ненный систематический односторонний риск, тестируется гипотеза о значимости связи «доходность – риск». В ходе анализа моделей одностороннего риска строятся однофакторные модели с включением односторонней беты и односторонней асимметрии (скошенности), двухфакторные модели, состоящие из односторонних коэффициентов бета и гамма (показателя риска асимметрии). Для демонстрации полученных результатов (табл. 1) приведены оценки по методу Harlow & Rao (1989; обозначение β_{HR}) и Estrada (2002; обозначение β_E).

3. Оценка влияния общерыночных условий на адекватность предложенных моделей поведения цен финансовых активов.

На третьем шаге выявляется влияние периодов рыночной нестабильности на адекватность моделей формирования уровней доходности. Тестируемая гипотеза: применимость моделей зависит от периодов рыночной устойчивости/неустойчивости.

Тесты строятся в рамках условной (conditional) конструкции CAPM. Это сделано, чтобы проверить нашу гипотезу о том, что в случае, когда рыночная доходность принимает значение ниже, чем безрисковая ставка процента, наблюдается обратная связь между доходностью ценной бумаги и показателями риска (как традиционным коэффициентом бета, так и моментами более высоких порядков).

В нашей работе тестировалась гипотеза о наличии систематической условной связи между доходностью акций на российском рынке и моментами более высоких порядков, которая в формализованном виде выглядит следующим образом:

$$R_{it} = \delta_{0t} + \delta_{1t}k\beta_{im} + \delta_{2t}(1-k)\beta_{im} + \delta_{3t}k\gamma_{im} + \\ + \delta_{4t}(1-k)\gamma_{im} + \delta_{5t}k\theta_{im} + \delta_{6t}(1-k)\theta_{im} + \varepsilon,$$

где $k = 1$, когда $(R_{mt} - R_{ft}) > 0$ и $k = 0$, когда $(R_{mt} - R_{ft}) < 0$.

В условных моделях предполагается, что избыточная рыночная доходность оказывает асимметричные эффекты на параметры моделей в зависимости от знака рыночной премии за риск. На «растущем» рынке (up market) связь положительная, а на «падающем» рынке с отрицательными рыночными премиями за риск (down market) связь отрицательная. Тестирование условных моделей на отрезках 2004–2007 и 2008–2009 гг. подтвердило наше предположение.

Результаты исследования

Исследование строится на основе дневных биржевых данных 50 финансовых активов российского рынка (обыкновенные и привилегированные акции), которые определяют 95% капитализации на бирже ММВБ. В работе анализируется 6-летний период с 14 января 2004 г. по 14 января 2010 г. В качестве рыночного индекса рассматривается индекс ММВБ. В качестве безрисковой доходности выступает эффективная доходность по российским краткосрочным государственным бумагам. Рассматриваемые модели сопоставляются на основе недельных доходностей. Недельная доходность рассчитывается как разница между логарифмом цены закрытия на конец недели (пятницу) и логарифмом цены закрытия на начало недели (понедельник). В случае отсутствия необходимых данных были использованы цены закрытия предыдущего дня.

Традиционная конструкция CAPM с расчетом бета-коэффициента для каждой компании по стандартному алгоритму (регрессионная зависимость премии за риск собственного капитала от рыночной премии за риск) на двух выделенных отрезках показывает слабые результаты. Кросс-секционный анализ на отрезке 2004–2007 гг. демонстрирует объясняющую способность бета на уровне 0,5% (R^2 в однофакторной регрессии средней недельной доходности за период наблюдения по каждой бумаге от построенного для каждого актива коэффициента бета равен 0,005). Для отрезка 2008–2009 гг. объяснительная способность бета падает еще больше ($R^2 = 0,2\%$). Замена традиционной меры риска (бета) на односторонние меры (β_E и β_{HR}) несколько улучшает объясняющую способность однофакторных моделей, однако рассматриваемые факторы риска (β_E и β_{HR}) остаются незначимыми, что демонстрирует табл. 1.

Преимущества меры риска, построенной на показатели асимметрии (коэффициент гамма), значимо проявляются в период финансово-экономической нестабильности (2008–2009 гг.). Это демонстрирует табл. 1, где представлено тестирование двухфакторных и трехфакторных моделей с одновременным введением различных мер систематического риска. В подтверждение сделанных выше выводов стоит отметить, что классическая систематическая скошенность статистически значима на 5-процентном уровне в одно- и многофакторных моделях, и объяснительная способность моделей с включением систематической асимметрии улучшается относительно других рассматриваемых конструкций: $R^2 = 0,123$ в однофакторной и $R^2 = 0,126$ в двухфакторной модели. Таким образом, систематическая скошенность демонстрирует наилучшую предсказательную способность среди рассматриваемых мер риска на отрезке времени 2008–2009 гг. (табл. 1). При этом следует отметить, что переход к односто-

ронным показателям асимметрии не улучшает объяснительную способность моделей ценообразования ($R^2 = 0,005$ в моделях с включением односторонней систематической скошенности в рамках конструкций Estrada и Harlow & Rao).

Таблица 1. Оценка однофакторных моделей связи средней недельной доходности по 50 финансовым активам российского рынка от мер систематического риска (Estimated coefficients of the two – moment unconditional CAPMS)

		λ_0	λ_1	R^2
<i>Бета как мера риска $r_{it} - r_{jt} = \lambda_0 + \lambda_1\beta + \varepsilon$</i>				
2004–2007 гг.	Estimate	0,266	0,144	0,006
	t-value	1,394	0,530	
2008–2009 гг.	Estimate	-0,700	0,067	0,002
	t-value	-4,010*	0,314	
<i>Односторонняя мера риска Estrada $r_{it} - r_{jt} = \lambda_0 + \lambda_1\beta_E + \varepsilon$</i>				
2004–2007 гг.	Estimate	0,181	0,235	0,013
	t-value	0,772	0,800	
2008–2009 гг.	Estimate	-0,540	-0,117	0,007
	t-value	-2,794*	-0,597	
<i>Односторонняя мера риска Harlow & Rao $r_{it} - r_{jt} = \lambda_0 + \lambda_1\beta_{HR} + \varepsilon$</i>				
2004–2007 гг.	Estimate	0,241	0,179	0,009
	t-value	1,269	0,671	
2008–2009 гг.	Estimate	-0,598	-0,061	0,002
	t-value	-3,752*	-0,347	
<i>Гамма как мера риска $r_{it} - r_{jt} = \lambda_0 + \lambda_1\gamma + \varepsilon$</i>				
2004–2007 гг.	Estimate	0,284	0,091	0,038
	t-value	3,118*	1,371	
2008–2009 гг.	Estimate	-0,726	0,181	0,123
	t-value	-11,071*	2,596*	
<i>Односторонняя мера риска Estrada $r_{it} - r_{jt} = \lambda_0 + \lambda_1\gamma_E + \varepsilon$</i>				
2004–2007 гг.	Estimate	0,207	0,211	0,014
	t-value	1,044	0,823	
2008–2009 гг.	Estimate	-0,573	-0,087	0,005
	t-value	-3,503*	-0,505	

		λ_0	λ_1	R^2
Односторонняя мера риска Harlow & Rao $r_{it} - r_{ft} = \lambda_0 + \lambda_1 \gamma_{HR} + \varepsilon$				
2004–2007 гг.	Estimate	0,208	0,225	0,018
	t-value	1,180	0,938	
2008–2009 гг.	Estimate	-0,588	-0,075	0,005
	t-value	-4,168*	-0,479	

Примечание: * – значимость на 5-процентном уровне; ** – значимость на 10-процентном уровне.

Кросс-секционный анализ четырехфакторной модели CAPM показал, что премии за риск, связанные с бетой, гаммой и дельтой, незначимы, только свободный член статистически значим на 5-процентном уровне, объяснительная способность $R^2 = 0,127$, что гораздо выше по сравнению с качеством рыночной модели на отрезке 2008–2009 гг. ($R^2 = 0,002$) и незначительно превосходит однофакторную модель с включением гаммы ($R^2 = 0,123$). Это не позволяет нам делать вывод о преимуществе многофакторной модели с включением более высоких порядков над рыночной моделью CAPM.

Таким образом, можем сделать вывод, что полученные результаты, свидетельствующие в целом о низкой объясняющей способности рассматриваемых моделей в течение двух временных отрезков, 2004–2007 и 2008–2009 гг., имеют место в связи с нашим исходным предположением о том, что растущий и падающий рынки оказывают симметричные эффекты на премии за риск. В исследовании мы выдвигаем и тестируем альтернативную гипотезу о том, что наблюдается обратная связь между моментами более высоких порядков и доходностью, растущий и падающий рынки оказывают асимметричное влияние на премии за отдельные компоненты риска (бета, гамма, дельта).

Тестирование условных моделей (conditional pricing models) предполагало построение двух массивов данных: значений доходности финансовых активов в случае положительной рыночной премии за риск и отрицательной (up market, down market). По однофакторной модели движения на «падающем» и «растущем» рынках оказывают существенное систематическое асимметричное влияние на премию за бета-риск. Согласно результатам тестирования, премия за бета-риск во всех моделях положительна и статистически отлична от нуля на «растущем» рынке и отрицательна и статистически значима на 5-процентном уровне на «падающем» рынке, как нами и предполагалось. Объяснительная способность традиционной двухмоментной CAPM (однофакторной модели с

классическим бета-коэффициентом) на «падающем» рынке значительно выше (средний за весь период $R^2 = 32\%$), чем качество модели на «растущем» рынке (средний за весь период $R^2 = 11\%$).

Еще более значимы оказались результаты для кризисного временного периода (2008–2009 гг.). Например, объясняющая сила модели с включением классического коэффициента бета для ситуации отрицательных рыночных премий на недельных данных (down market) составила 46%, и коэффициент бета статистически значим на 5-процентном уровне. В целом стоит отметить, что как в течение периода 2004–2007, так и 2008–2009 гг. на «падающем» рынке коэффициент бета продемонстрировал более высокую объяснительную способность, чем другие рассматриваемые меры риска (гамма и дельта).

Стоит отметить двухфакторную модель с включением только коэффициентов гамма и дельта (показателя эксцесса), которая демонстрирует наилучшие результаты по критерию R^2 , оба фактора являются статистически значимыми. На «растущем» рынке средний $R^2 = 14\%$, на «падающем» – значительно выше (34%). Премия за риск асимметрии (при коэффициенте гамма) отрицательна на «растущем» и положительна на «падающем» рынках, премия за риск эксцесса отрицательна на «падающем» и положительна на «растущем» рынках, что подтверждает нашу гипотезу.

Кросс-секционный анализ четырехфакторной CAPM показывает, что премии за риск бета- и гамма-коэффициентов отрицательны, премия за риск эксцесса (дельта-коэффициент) положительна, переменные статистически незначимы, однако R^2 принимает высокое значение, равное 48%. Таким образом, однозначно, на «падающем» рынке наблюдается обратная связь между доходностью акций и бета-коэффициентом во всех тестируемых моделях и в течение обоих временных периодов. Связь систематической скошенности и доходности в течение кризисного периода характеризуется отрицательным знаком, в периоды финансовой стабильности (2004–2007 гг.) – положительным. Главный вывод, полученный из тестирования условных моделей, – зависимость «риск-доходность» по отдельным финансовым активам меняется в ситуациях отрицательных рыночных премий за риск.

Наше исследование подтверждает преимущество условных моделей с встраиванием таких моментов высшего порядка распределения, как систематическая асимметрия (coskewness) и систематический эксцесс (cokurtosis). Таким образом, данная спецификация модели с включением систематической скошенности и систематического куртозиса демонстрирует наилучшие результаты в объяснении вариации доходностей акций компаний на российском фондовом рынке.

Литература

Bakaert G., Harvey C.R. Emerging Equity Market Volatility // *Journal of Financial Economics*. 1997. 43. P. 29–77.

Chiao C., Hung K., Srivastava S. Taiwan Stock Market and Four-moment Asset Pricing Model // *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*. 2003. Vol. 13. № 4. P. 355–381.

Chung Y.P., Johnson H., Schill M. Asset Pricing When Returns Are Non-normal: Fama-French Factors vs Higher-order Systematic Co-moments // *Journal of Business*. 2006. 79. P. 923–940.

Dittmar R.F. Nonlinear Pricing Kernels, Kurtosis Preference, and Evidence from the Cross Section of Equity Returns // *Journal of Finance*. 2002. 57. P. 369–403.

Doan P., Lin C., Zurbruegg R. Pricing Assets with Higher Moments: Evidence from the Australian and us Stock Markets // *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*. 2010. Vol. 20. P. 51–67.

Estrada J., Serra A. Risk and Return in Emerging Markets: Family Matters // *Journal of Multinational Financial Management*. 2005. 15. P. 257–272.

Fang H., Lai T.Y. Co-Kurtosis and Capital Asset Pricing // *The Financial Review*. 1997. 32. P. 293–307.

Friend I., Westerfield R. Co-skewness and Capital Asset Pricing // *Journal of Finance*. 1980. 35. P. 1085–1100.

Galagedera D., Henry D., Silvapulle P. Conditional Relation Between Higher Moments and Stock Returns: Evidence from Australian Data, Proceedings from the Econometric Society Australian Meeting. CD-Rom. Brisbane, Australia: Queensland University of Technology, 2002.

Graham J.R., Harvey C.R. The CFO Global Business Outlook: 1996–2009. 2009. (<http://www.cfosurvey.org>)

Harvey C., Siddique A. Conditional Skewness in Asset Pricing Tests // *Journal of Finance*. 2000. 55. P. 1263–1295.

Hogan W.W., Warren J.M. Toward the Development of an Equilibrium Capital Market Model Based on Semivariance // *Journal of Financial and Quantitative Analysis*. 1974. 9. P. 1–11.

Hwang S., Satchell S. Modeling Emerging Risk Premia Using Higher Moments // *International Journal of Finance and Economics*. 1999. Vol. 4. № 1. P. 271–296.

Iqbal J., Brooks R.D., Galagedera D.A.U. Asset Pricing with Higher Co-movement and Alternate Factor Models: The Case of Emerging Markets: Working Paper, Monash University, Australia, 2007.

Iqbal J., Brooks R., Galagedera D.U. Testing Conditional Asset Pricing Model: An Emerging Market Perspective: Working Paper 3/08. Monash University, Australia, 2008.

Javid A. Test of Higher Moment Capital Asset Pricing Model in Case of Pakistani Equity Marke // European Journal of Economics, Finance and Administrative Sciences. 2009. Iss. 15.

Korajczyk R.A. A Measure of Stock Market Integration for Developed and Emerging Markets // World Bank Economic Review. 1996. 10. P. 167–289.

Peiro A. Skewness in Financial Returns // Journal of Banking and Finance. 1999. 32. P. 847–862.

Pettengill G.N., Sundaram S., Mathur L. The Conditional Relation between Beta and Returns // Journal of Financial and Quantitative Analysis. 1995. 30. P. 101–116.

Smith D. Conditional Coskewness and Capital Asset Pricing // The Journal of Empirical Finance. 2007. 91. P. 91–119.