

Факторные модели доходности финансового актива: CAPM и APT

В условиях хорошо развитого финансового рынка новая информация находит быстрое отражение в курсовой стоимости ценных бумаг. Поэтому для таких условий можно разработать модель, которая удовлетворительно бы описывала взаимосвязь между риском и ожидаемой доходностью актива. Такая модель была сформулирована известными учеными Дж. Трейнором, У. Шарпом¹, Дж. Литнером² и Я. Моссином в 60-х гг. независимо друг от друга и получила название модели оценки финансовых активов (Capital Asset Pricing Model, CAPM). Модель используется для того, чтобы определить требуемый уровень доходности актива с учётом рыночного риска.

В модели устанавливаются следующие ограничения: рынок является эффективным, активы ликвидны и делимы, отсутствуют налоги, транзакционные издержки, банкротства, все инвесторы имеют одинаковые ожидания, могут брать кредит и предоставлять средства под ставку без риска, действуют рационально, стремясь максимизировать свою полезность, доходность является только функцией риска, изменения цен активов не зависят от существовавших в прошлом уровней цен, рассматривается один временной период.

На вопрос о том, как должны оцениваться отдельные активы отвечает линия рынка актива SML (Security Market Line). SML является главным итогом CAPM. Она говорит о том, что в состоянии равновесия ожидаемая доходность актива равна ставке без риска плюс вознаграждение за рыночный риск, который измеряется величиной β (бета). В состоянии равновесия рынка ожидаемая доходность актива и портфеля, независимо от того, эффективный он или нет, должна располагаться на SML.

Уравнение SML имеет вид:

$$\bar{r}_i = r_f + \beta_i(\bar{r}_m - r_f), \quad \beta_i = \frac{\text{cov}(r_i, r_m)}{\sigma_m^2},$$

где \bar{r}_i – ожидаемая ставка доходности на долгосрочный актив; r_f – безрисковая ставка доходности; β_i – коэффициент чувствительности актива к изменениям рыночной доходности, выраженный как ковариация доходности актива с доходностью всего рынка r_m по отношению к дисперсии доходности всего рынка σ_m^2 ; $(\bar{r}_m - r_f)$ – премия за риск вложения в акции.

Согласно модели риск, связанный с инвестициями в любой рисковый финансовый инструмент, может быть разделен на два вида: систематический и несистематический. Систематический риск обусловлен общими рыночными и экономическими изменениями, воздействующими на все инвестиционные инструменты и не являющимися уникальными для конкретного актива. Несистематический риск связан с конкретной компанией-эмитентом. Систематический риск уменьшить нельзя, но воздействие рынка на доходность финансовых активов можно измерить. В качестве меры систематического риска в CAPM используется показатель β (бета), характеризующий чувствительность финансового актива к изменениям рыночной доходности. Зная бету актива, можно количественно оценить величину риска, связанного с ценовыми изменениями всего рынка в целом. Чем больше значение беты акции, тем сильнее растёт её цена при общем росте рынка, но и наоборот – акции с большими положительными бетами сильнее падают при падении рынка в целом. Несистематический риск может быть уменьшен с помощью составления диверсифицированного портфеля из достаточно большого количества активов.

¹ Sharpe, W. Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk / W. Sharpe // J. of finance. – 1964. – Vol. 19, № 3. – P. 425–442.

² Lintner, J. The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets / J. Lintner // Rev. of Economics a. Statistics. – 1965. – Vol. 47, № 1. – P. 13–37.

Модель САРМ довольно широко распространена, но у нее, как и у любой другой модели есть свои достоинства и недостатки. Главное её достоинство заключается в том, что она наглядно описывает взаимосвязь между доходностью и риском. К основным недостаткам можно отнести то, что модель однофакторная и поэтому не может учесть всех факторов, влияющих на доходность. Также модель является достаточно условной, поскольку ограничена рядом нереальных предпосылок.

Для устранения этих проблем профессором Йельского университета С. Россом³ в 1976 г. была предложена теория арбитражного ценообразования АРТ (Arbitrage Pricing Theory), которая является альтернативной САРМ. В её основе лежат следующие положения. В состоянии общего экономического равновесия на всех конкурентных рынках, включая рынок ценных бумаг, устанавливаются цены, исключающие возможность арбитража. Модель подразумевает, что ценные бумаги с одинаковыми чувствительностями к факторам ведут себя одинаково, за исключением внефакторного риска. Поэтому они должны иметь одинаковые ожидаемые доходности, в противном случае имелись бы арбитражные возможности. Но как только такие возможности появляются, деятельность инвесторов приводит к их исчезновению. В отличие от САРМ, где используется только один фактор (колебания доходности рыночного портфеля) для определения будущей доходности ценной бумаги, АРТ использует множество факторов. Среди них такие показатели как темп прироста промышленного производства, уровень инфляции, разница между долгосрочными и краткосрочными процентными ставками, темп роста валового национального продукта, динамика изменения цен на нефть, колебания обменного курса национальной валюты и другие. Таким образом, построение модели арбитражного ценообразования сопряжено с субъективным отношением инвестора к влияющим факторам (какие факторы рассматривать, какой должен быть критерий включения фактора в итоговую модель).

Модель АРТ не требует стольких начальных ограничений, как модель САРМ, и их можно свести к следующим: рынок ценных бумаг абсолютно конкурентный; инвесторы стремятся в процессе инвестирования максимизировать свою полезность; доходность любого финансового средства может быть представлена в виде линейной функции нескольких факторов. В качестве практического результата теории рассматривается основное уравнение ценообразования активов. Ожидаемая доходность отдельной акции рассчитывается по формуле:

$$\bar{r}_i = r_f + \lambda_1 \beta_{i1} + \dots + \lambda_k \beta_{ik} + \varepsilon_i,$$

где \bar{r}_i – средняя доходность данного актива, требуемая инвестором; r_f – безрисковая ставка дохода; β_{ij} – чувствительности актива к каждому фактору риска в сопоставлении со средней чувствительностью рынка к данному фактору; λ_j – факторы риска из факторного набора. В данном случае актив характеризуется набором показателей бета, каждый из которых отражает систематический риск, связанный с влиянием конкретного фактора, и остаточной доходностью ε_i – величина специфического (необъяснённого факторами) риска.

Многофакторность считается главным достоинством АРТ. Учёт нескольких факторов риска, влияющих на доходность, позволяет исследователю строить более строгую модель, что дает возможность более точного прогноза изменения цены актива с одной стороны, а с другой – позволяет уменьшить несистематический риск даже без составления портфеля. Однако переход от однофакторной модели САРМ к многофакторной АРТ не только даёт преимущества, но и связан с новыми трудностями, которые ранее не возникали, а именно:

– неопределенность факторов, влияющих на доходность, снижает эффективность

³ Малюгин, В.И. Рынок ценных бумаг: количественные методы анализа : учеб. пособие / В.И. Малюгин. – М. : Дело, 2003. – 320 с.

использования АРТ, поскольку всегда существует риск не включения важного фактора;

- поведение каждого актива индивидуально, поэтому состав и количество факторов риска у каждого актива могут быть своими;
- факторы могут влиять на доходность не сразу, а только через определённое время;
- значение важности факторов со временем может меняться, что лишает модель прогностических свойств.

Далее рассмотрим примеры применения моделей САРМ и АРТ для оценки финансовых активов. Попытаемся рассчитать будущую доходность акции крупной компании «НК «Роснефть» (ROSN). Под доходностью рынка будем понимать доходность индекса РТС (RTSI). В качестве безрисковой ставки возьмем ставку по государственной облигации. Для построения модели возьмем котировки акции ROSN и индекса РТС за период с 01.01.2007 г. до 31.12.2011 г. и рассчитаем исторические доходности.

Коэффициент бета может быть рассчитан следующими способами: ковариация доходности актива с доходностью рынка делится на дисперсию рыночной доходности, либо рассчитывается коэффициент линейной регрессии между доходностями акции ROSN и доходностью индекса РТС. Используем оба способа, чтобы убедиться в том, что результаты окажутся одинаковыми.

Среднюю доходность рынка рассчитаем как среднеарифметическую доходность индекса РТС за данный период $\bar{r}_m = 0.03\%$. Тогда $r_f = 0.16\%$, $\beta_i = 0.47$, $(\bar{r}_m - r_f) = 0.03\% - 0.16\% = -0.13\%$. Теперь рассчитаем справедливую норму доходности акции «НК «Роснефть» на следующую отчетную дату:

$$\bar{r}_i = 0.16\% + 0.47 * (-0.13\%) = 0.1\% .$$

Вариант использования АРТ для оценки доходности акций компании рассмотрим на том же примере «НК «Роснефть». В качестве факторов, входящих в модель, выбраны следующие показатели: индекс РТС, индекс ГЦБ – валовая доходность, индекс потребительских цен, индекс промышленного производства, цена на нефть, валютный курс RUR/USD. Временной период возьмем с 01.01.2007 г. до 31.12.2011 г., чтобы проанализировать долгосрочное влияние факторов.

При построении модели использовалась следующая процедура статистического анализа:

- 1) определение совокупности факторов, возможно влияющих на доходность;
- 2) оценка влияния данных факторов на доходность с использованием временных рядов (значимость коэффициентов проверяется по соответствующим *t*-статистикам).

Исходя из выбранных факторов необходимо построить модель следующего вида:

$$R = a + b * I_GCB + c * IPP + d * OIL_PRICE + f * IPC + g * RTS + h * RUR_USD + \varepsilon,$$

где *b*, *c*, *d*, *f*, *g*, *h* – соответствующие чувствительности факторов, *a* – константа, ε – ошибка регрессии.

Поскольку колебания макропараметров могут влиять на доходность не сразу, а только через некоторое время, то рассмотрим в качестве факторов также лаговые значения 1-го и 2-го порядка ряда показателей. Для этого проанализируем влияние каждого из этих факторов в отдельности. В таблице 1 представлены значения *P*-вероятности для показателя и его лагов.

Таблица 1 – Значения *P*-вероятности для отдельных показателей и их лагов

	IPP	IPC	OIL PRICE
lag0	0,0837	0,1245	0,3000
lag1	0,3211	0,0541	0,0113
lag2	0,3844	0,0218	0,0002

Из таблицы видно, что наибольшее значение на доходность оказывают IPP,

IPC_lag2 и OIL_PRICE_lag2. Следовательно, нужно оценить модель вида:

$$R = a + b \cdot I_GCB + c \cdot IPP + d \cdot OIL_PRICE_lag2 + f \cdot IPC_lag2 + g \cdot RTS + h \cdot RUR_USD + \varepsilon$$

Оценка параметров модели регрессии осуществлялась при помощи эконометрической программы EViews 7.0:

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
I_GCB	0.014703	0.016173	0.909051	0.3684
IPC_lag2	0.001080	0.001309	0.825221	0.4138
IPP	0.004212	0.002358	1.786526	0.0811
OIL_PRICE_lag2	-0.003448	0.000928	-3.717282	0.0006
RTS	2.45E-05	9.63E-06	2.548136	0.0145
RUR_USD	-0.001452	0.006711	-0.216350	0.8297
C	0.458085	0.376226	1.217579	0.2300

В результате расчетов получена модель определения доходности акций компании «НК «Роснефть»:

$$R = 0.014703 \cdot I_GCB + 0.004212 \cdot IPP - 0.003448 \cdot OIL_PRICE_lag2 + 0.001080 \cdot IPC_lag2 + 2.45E-05 \cdot RTS - 0.001452 \cdot RUR_USD + 0.458085$$

Делая экономическую интерпретацию полученных данных, можно предположить, что доходность акций компании «НК «Роснефть» имеет зависимость в первую очередь от лагового значения цены на нефть, фондового индекса RTS и индекса промышленного производства. Доля объяснения полученной модели $R^2 = 46\%$, что свидетельствует о том, что в данное уравнение ценообразования не включены все показатели, оказывающие значимое влияние на доходность акции.

В условиях переходной экономики целесообразно использование и других, кроме описанных выше, факторов. В частности, это может быть производительность труда, различия в условиях конкуренции и ценах на энергоносители, различия в налоговой нагрузке, колебания относительных цен на продукцию компаний, состояние приватизации по отрасли и формы собственности, динамика продаж и заказов, инвестиционная активность, конкуренция с импортом и др.

Таким образом, арбитражная теория ценообразования строится на меньшем количестве предположений, чем CAPM, что делает ее более реалистичной. Многофакторность АРТ позволяет оценить влияние нескольких факторов на доходности активов, но в то же время усложняет практическое применение модели. Несмотря на проведенные исследования, окончательный список влияющих факторов назвать сложно, так как они могут быть различны для разных рынков, а что самое главное, они различны на разных временных периодах.