

О применении модели CAPM к анализу котировок нефтяных фьючерсов

Бутенко А.В.

Введение

Для российской экономики поставки нефти на экспорт по-прежнему остаются очень важным источником дохода. Мировой финансовый кризис, пришедший в Россию осенью 2008 года, сопровождался резким падением мировых цен на нефть. Исследования природы изменения котировок нефти проводятся различными учеными всего мира достаточно давно. При этом применяется разнообразный математический и статистический аппарат. В том числе при моделировании нефти используется модель CAPM, разработанная Шарпом [7], Линтнером [4], Моссиным [5]. Например, итальянские авторы Цифарелли и Паладино [1] построили GARCH-M модель на базе многофакторной CAPM модели, учитывающую динамику рынка акций и курсов валют.

Колос и Ронн [3] оценили рыночную премию за риск в модели CAPM для таких товаров как электричество и природный газ.

Хан, Хокер и Симин [2] в своей статье с помощью многофакторной модели CAPM, построенной для цен нефти, меди, золота и природного газа, выявили значимость факторов хеджирования и поставок этих товаров. В качестве рыночного фактора использовалась доходность индекса S&P 500.

В работе Роаче [6] с помощью интервременной модели Мертона оценивается рыночная премия за риск на товарных рынках. В качестве совокупности товаров образующих товарные рынки Роаче использует компоненты индекса CRB (Reuters-Jefferies Commodity Research Bureau Index – он же Continuous Commodity Index). Одной из компонент индекса CRB являются котировки фьючерсов на нефть. В качестве рыночного фактора Роаче использует доходность индекса мирового рынка акций (какого именно индекса в статье Роаче не указывается).

В данной работе будет использоваться иная - более узкая трактовка рыночного фактора. Вместо рыночного фактора, представляющего собой доходность индекса акций, будет использоваться доходность индекса CRB. Этот индекс состоит на данный момент из 17 товаров, в том числе нефти, металлов, продуктов питания и напитков и других. Индекс CRB можно назвать рыночным индексом для товарных рынков, а точнее эта формулировка может быть справедливой применительно к построению модели CAPM для цен на нефть. Далее в работе будет показано, что доходность индекса CRB оказалась значимым фактором для показателя доходности нефти.

Поскольку ассортимент товаров, торгуемых на бирже, не исчерпывается товарами, включенными в индекс CRB, в данной работе будет также показано, что помимо индекса CRB для нефти значимым фактором являются котировки угля. Уголь – дешевый энергоноситель, использование которого в мире, однако, сдерживается его меньшей экологичностью по сравнению с природным газом. Тем не менее, значительная доля электроэнергии вырабатывается из угля в таких странах, как США, Китай, Россия, Япония и других. В индекс CRB входят товары, пользующиеся популярностью на американских фондовых биржах. В то время как для ценообразования важного в мировом значении энергоносителя как уголь общепринятыми индикаторами являются угольные котировки торговых площадок Европы, портов ЮАР и Австралии.

Одной из целей данной статьи было построить для нефти многофакторную модель CAPM с максимальной объясняющей силой используемых объясняющих переменных. В результате исследования оказалось, что связка из переменных, представляющих собой факторы отклонения доходности индекса CRB вверх и вниз (upside and downside beta), обладает большей объясняющей силой, нежели просто доходность индекса CRB. В число факторов были включены также доходность курса евро по отношению к доллару, четвертый лаг доходности нефти, отклонение доходности цен на уголь вниз, а также показатель процентного отклонения объема открытых позиций по фьючерсам на нефть на Нью-Йоркской фондовой бирже. Эти факторы оказались значимыми для котировок нефти. Вместе с такими факторами как доходность курса евро к доллару, связка отклонений вверх и вниз доходности индекса CRY фактор доходности индекса S&P 500 оказался незначимым. То есть указанные значимые факторы исключают классический показатель меры рыночного риска как значимый фактор в модели CAPM для доходности нефтяных котировок.

Данные для расчета модели

В качестве данных использовались недельные данные за период с 10 марта 2006 года по 14 августа 2009 года. В качестве переменных использовались значения котировок нью-йоркской нефти марки Crude Light, индекса CRB, спот-курса Евро/доллар, цен на уголь CIF ARA, объема открытых позиций по фьючерсам на нефть на Нью-Йоркской фондовой бирже. Для индекса CRB были рассчитаны временные ряды отклонений вверх и вниз, для цен на уголь CIF ARA был рассчитан временной ряд отклонений вниз. Для доходности нефти была рассчитана лаговая переменная со сдвигом на четыре недели.

Результаты расчета модели

Итоговая модель для доходности нефти была построена без константы и содержит шесть объясняющих переменных: UCRB – отклонение доходности индекса CRB вверх, DCRB – отклонение доходности индекса CRB вниз, EUR – доходность курса евро к доллару, Lag4CL1 – четвертый лаг доходности нефти, DARA – отклонение вниз доходности угольных котировок CIF ARA, OpenInterest – процентное отклонение объема открытых позиций по фьючерсам на нефть на Нью-Йоркской фондовой бирже. Как CL1 обозначим зависимую переменную – доходность нефти. Получаем следующий вид уравнения модели:

$$CL1 = b_1 \cdot UCRB + b_2 \cdot DCRB + b_3 \cdot EUR + b_4 \cdot Lag4CL1 + b_5 \cdot DARA + b_6 \cdot OpenInterest \quad (1)$$

У регрессии, оцененной методом наименьших квадратов, нормированный R^2 получился равным 0,684 ($R^2 = 0,699$). В таблице 1 представлены значения коэффициентов $\beta_1 - \beta_6$, а также P-значения для объясняющих факторов модели.

Таблица 1.

Факторы	Коэффициенты		P-Значение
UCRY	β_1	1,971380509	1,75888E-25
DCRY	β_2	1,725859861	2,72574E-25
EUR	β_3	-0,679567721	0,003284274
Lag4CL1	β_4	0,11361532	0,010686766
DARA	β_5	-0,193154321	0,066695334
OpenInterest	β_6	-0,160248586	0,050412186

Основой регрессии являются первые два фактора (UCRB и DCRB). Если сравнивать модель только с этими двумя объясняющими факторами с моделью с одним объясняющим фактором (доходностью индекса CRB), мы получим, что у первой модели нормированный $R^2 = 0,639$, а у второй - нормированный $R^2 = 0,634$. Разница в нормированных R^2 между двумя этими моделями небольшая, но в первой модели оба фактора значимы и все-таки R^2 больше. Все факторы, представленные в модели (1) являются значимыми при 7% уровне значимости. Если исключить из модели фактор DARA или фактор OpenInterest, то все факторы будут значимыми при 3% уровне значимости. Коэффициент β_1 больше коэффициента β_2 , то есть доходность нефти сильнее изменяется при изменении доходности индекса CRB вверх. Все факторы в регрессии – нормированные – представлены в формате доходностей (или логарифмов). Поэтому чем больше коэффициент при факторе, тем сильнее влияние данного фактора на доходность нефти. При этом доходность нефти меняется сильнее самого фактора, если коэффициент при факторе меньше единицы. Такими факторами оказались UCRB и DCRB.

Цена нефти выражена в долларах, а одним из факторов силы доллара является курс евро к доллару – фактор EUR. Отрицательный коэффициент при EUR говорит о том, что при ослаблении доллара (росте курса евро) нефть склонна снижаться. Объясняющая переменная Lag4CL1 отражает эффект месячной (4 недели) сезонности в котировках нефти. При снижении цены угля - отрицательные значения DARA (положительных значений DARA не принимает) – цена на нефть немного укрепляется. То есть нефть реагирует на уголь как на товар-субститут. В то время как на товары, являющиеся компонентами индекса CRB нефть реагирует как на товары-дополнители. Фактор OpenInterest - процентное отклонение объема открытых позиций по фьючерсам на нефть на Нью-Йоркской фондовой бирже отражает популярность нефтяных фьючерсов среди спекулянтов и представителей реального сектора в США – повышение объема открытых позиций (повышение активности участников рынка) приводит к небольшому снижению цен на нефть. Фактор доходности индекса американского рынка акций S&P 500 оказался незначимым. В модели с четырьмя факторами – UCRB, DCRB, EUR, и доходность S&P 500 – P-значение фактора S&P500 оказалось равным 0,26 – высокая степень незначимости фактора S&P 500.

Заключение

Построенная для недельной доходности нефти многофакторная модель CAPM (1) с индексом CRB в качестве рыночного фактора обладает достаточно высокой объясняющей силой ($R^2=0,7$). Причем рыночный фактор был разбит на два непересекающихся во времени фактора – отклонение вверх и отклонение вниз индекса CRB. Классический рыночный фактор (доходность индекса акций S&P 500) в исследуемой модели оказался сильно незначимым. Для доходности нефти оказалась значимой доходность угля CIF ARA, то есть товарный индекс CRB можно было бы дополнить углем. Причем согласно результатам расчетов уголь в отличие от товаров-дополнителей нефти, входящих в индекс CRB, является для нефти товаром-субститутом. В динамике доходности нефти наблюдается месячная (4-недельная) сезонность. Значимым фактором для доходности нефтяных фьючерсов является активность участников торгов на Нью-Йоркской фондовой бирже. Дальнейшее исследование может быть основано на применении к выявленным значимым факторам более сложных математических методов, нежели метод наименьших квадратов.

Список используемой литературы:

1. Cifarelli G., Paladino G. Oil Price Dynamics and Speculation. A Multivariate Financial Approach. Working Paper, 2008.
2. Khan S., Khoker Z., Simin T. Expected Commodity Futures Returns. SSRN, 2008.
3. Kolos S., Ronn E. Estimating the Commodity Market Price of Risk for Energy Prices. Energy Economics, 30 (2), 621-641, 2008.
4. Lintner J. The Valuation of Risky Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets. Review of Economics and Statistics, 47, 13–37, 1965.
5. Mossin J. Equilibrium in a Capital Asset Market. Econometrica, 34, 768-783, 1966.
6. Roache S. Commodities and the Market Price of Risk. IMF Working Paper, 2008.
7. Sharpe W. Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk // Journal of Finance, 19, 425–442, 1964.