УДК 004

Кольчуганов Сергей Николаевич, Шитик Данила Андреевич, студенты
(КузГТУ г Кемерово)
Sergey. N. Kolchuganov., Danila. A. Shitik., students
(KuzSTU, Kemerovo)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ АВТОМАТИЗАЦИИ РАСЧЕТОВ МОДЕЛЕЙ APT И CAPM

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE APPLICATION OF APT AND CAPM MODEL CALCULATION AUTOMATION TOOLS

Аннотация: в статье рассмотрены модели арбитражного ценообразования и оценки капитальных резервов, изучаются их сходства и отличия, приводятся оптимальные способы расчета по каждой модели, а также рассматриваются возможности Excel для упрощения вычислений.

Annotation: the article discusses the models of arbitrage pricing and valuation of capital reserves, studies their similarities and differences, provides the optimal methods of calculation for each model, and also considers the capabilities of Excel to simplify calculations.

В современном инвестиционном анализе существует множество моделей выбора оптимального инвестиционного портфеля. К основным можно отнести модели Г. Марковица и У. Шарпа. Однако существуют и другие модели, которые получили меньшее распространение и менее известны. Одной из таких моделей является модель арбитражного ценообразования (APT). Ее автором является американский экономист Стивен Росс. Данная модель была разработана в качестве альтернативы другой модели – CAPM.

Арбитраж в данном случае – это такая разновидность спекуляции на финансовом рынке, в основе которой лежит разница в цене в различных сегментах рынка.

Главную суть APT можно сформулировать следующим образом: это теория взаимосвязи риска и доходности, полностью исключающая арбитраж на рынке капитала.

Таким образом, демонстрируя то, что портфели с неправильно установленными ценами на активы (в большинстве случаев это – акции) неизбежно приводят к появлению арбитража, модель APT сводится к зависимости доходности от коэффициента «бета» точно также, как и другая похожая модель – CAPM. В модели APT, точно также, как и в CAPM, доходность ценной бумаги можно выразить следующей формулой:

$$R_i = a_i + \beta_i R_M + e, \tag{1}$$

где коэффициенты «альфа» (a_i) и «бета» (β_i) известны, а R_M считается единственным фактором.

Теперь стоит рассмотреть следующую ситуацию, когда инвестор стремится сформировать высокодиверсифицированный портфель с заранее установленным значением коэффициента «бета». В случае, если для формирования этого портфеля используется достаточное количество разновидностей ценных бумаг, то у инвестора будут отсутствовать несистематические риски. Так как такой хорошо диверсифицированный портфель обладает нулевым риском (с практической точки зрения), то его доходность можно выразить следующей формулой:

$$R_p = a_p + \beta_p R_M \tag{2}$$

(Однако такой портфель является рискованным, поскольку дополнительная доходность индекса R_M выражена случайным числом.)

Стоит также дать определение хорошо диверсифицированного портфеля. Это – портфель, обладающий такой степенью диверсификации, что несистематический риск можно не учитывать [1].

На рисунке 1 будет наглядно представлена взаимосвязь между отдельной акцией с «бетой», равной 1, и хорошо диверсифицированным портфелем с аналогичным значением данного коэффициента.

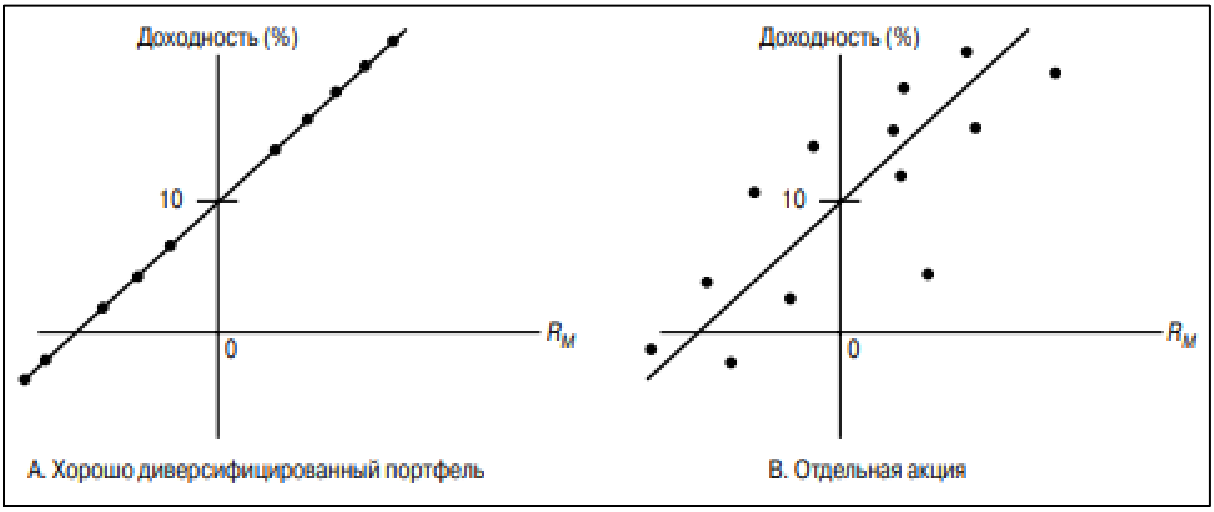

Рисунок 1 – Характеристика актива

На данном рисунке в случае с хорошо диверсифицированным портфелем все точки попадают на линию характеристики ценной бумаги. Не наблюдается разброса потому, что влияние систематического риска, которое изображено на правом рисунке, полностью устраняется за счет диверсификации портфеля.

Здесь стоит обратить внимание, что если «бета» портфеля равна нулю, то $R_p = a_p$.

Следовательно, дополнительная доходность становится равна безрисковой ставке доходности. Иными словами, отсутствует специфический риск для фирмы по причине проведенной диверсификации. Факторный риск же отсутствует потому, что «бета» равна нулю. Но стоит держать в уме, что R – безрисковая дополнительная доходность α_p, то есть, более высокую доходность чем безрисковая ставка на α_p. Но, в таком случае α_p должна быть равна нулю, иначе появляется возможность арбитража. Например, если α_p больше нуля, то можно получить ссуду по безрисковой ставке и приобрести на эти деньги хорошо диверсифицированный портфель с нулевой «бетой». Заем происходит на безрисковой основе (по ставке r_f), а инвестиции происходят по ставке $r_f + \alpha_p$. Таким образом, получается безрисковая разница. Для наглядности рассмотрим такую ситуацию на примерах [1].

Пример 1. Пусть безрисковая ставка равна 10%, хорошо диверсифицированный портфель гарантирует уровень доходности, равный 15%. Инвестор занимает деньги по ставке 10% и вкладывает их в приобретение портфеля с нулевой «бетой», обеспечивая себе 15% доходность. Таким образом, выгода инвестора составит 5%.

Также стоит отметить, что α_p всегда должен быть равен нулю. Поскольку данный коэффициент не равен нулю, то можно объединить несколько портфелей в один с нулевым уровнем риска (и, следовательно, с нулевой «бетой») и ставкой доходности, превышающей безрисковую. Однако, такая ситуация означает вероятность возникновения арбитража.

Рассмотрим данную ситуацию более подробно. Пусть инвестор покупает портфель V и продает портфель U в таких пропорциях, чтобы сочетание этих портфелей было охарактеризовано нулевым уровнем «беты». Формулы долей этих портфелей выглядят следующим образом:

$$w_U = \frac{\beta_v}{\beta_v - \beta_U} \tag{3}$$

$$w_v = \frac{-\beta_U}{\beta_v - \beta_U} \tag{4}$$

Пример 2. Пусть безрисковая ставка равна 10%. Хорошо диверсифицированный портфель имеет «бета», равную 1,5 и α=3%, а другой аналогичный портфель U имеет «бета», равную 0,9 и α=2%.

$$W_v = \frac{-0.9}{1.5-0.9} = -1.5;$$

$$W_u = \frac{1.5}{1.5-0.9} = 2.5$$

Таким образом, суммарная доля составляет 1, что говорит о правильном формировании портфеля. Бета в таком случае равна 0 (-1,5*1,5+2,5*0,9),

α=-1,5*3+2,5*2=0,5%. То есть, безрисковый портфель обеспечивает доходность большую, чем безрисковая ставка. Теперь инвестор может совершить арбитраж и получить прибыль, равную 50 базисных пунктов.

Как видно из этих примеров, расчет модели APT вручную не представляет какой-либо трудности, следовательно, проводить какие-либо вычисления в специальных программах, таких как Excel не имеет смысла. Поэтому перейдем к другой модели – CAPM.

Применение данной модели является довольно трудоемким: для этого понадобятся такие данные как доходность по активу, индекс RTSI, коэффициент β, средняя доходность рынка и другие. Поэтому вручную выполнять расчет не является рациональным и придется воспользоваться прикладными программами. Самой распространенной и простой в использовании является Microsoft Excel [2].

Расчет модели CAPM в Excel показан на рисунке 2.

ABS =(B2-B3)/B3

	A	B	C	D	E
1	Дата	Индекс RTSI	SBER	Доходность RTSI	Доходность SBER
2	11.09.2022	1 275,03	137,73	=(B2-B3)/B3	-0,30%
3	04.09.2022	1 262,72	138,15	-1,70%	-3,93%
4	28.08.2022	1 284,53	143,8	8,57%	10,28%
5	21.08.2022	1 183,12	130,4	1,07%	4,15%
6	14.08.2022	1 170,57	125,2	4,86%	0,26%
7	07.08.2022	1 116,32	124,88	4,10%	2,03%
8	31.07.2022	1 072,31	122,4	-5,04%	-7,20%
9	24.07.2022	1 129,24	131,9	-2,77%	2,39%
10	17.07.2022	1 161,47	128,82	-0,01%	-0,06%
11	10.07.2022	1 161,53	128,9		

Рисунок 2 – Расчет доходности

Доходность по каждой акции рассчитывается в данном случае с помощью деления доходности за отчетный период на доходность предыдущего периода. Таким образом найдем доходность по индексу RTSI и акциям «Сбербанка».

На следующем этапе необходимо рассчитать значение коэффициента β, отражающего рыночный риск акции (рисунок 3).

G2 =ИНДЕКС(ЛИНЕЙН(E2:E10;D2:D10);1)

	A	B	C	D	E	F	G
1	Дата	Индекс RTSI	SBER	Доходность RTSI	Доходность SBER		β
2	11.09.2022	1 275,03	137,73	0,97%	-0,30%		0,920895
3	04.09.2022	1 262,72	138,15	-1,70%	-3,93%		
4	28.08.2022	1 284,53	143,8	8,57%	10,28%		
5	21.08.2022	1 183,12	130,4	1,07%	4,15%		
6	14.08.2022	1 170,57	125,2	4,86%	0,26%		
7	07.08.2022	1 116,32	124,88	4,10%	2,03%		
8	31.07.2022	1 072,31	122,4	-5,04%	-7,20%		
9	24.07.2022	1 129,24	131,9	-2,77%	2,39%		
10	17.07.2022	1 161,47	128,82	-0,01%	-0,06%		
11	10.07.2022	1 161,53	128,9				

Рисунок 3 – Расчет коэффициента *β*

Для расчета коэффициента β можно воспользоваться функциями ИНДЕКС и ЛИНЕЙН, первая позволяет взять индекс *b* из формулы линейной регрессии между доходностями акции и индекса, который соответствует коэффициенту β.

Следующим этапом необходимо рассчитать безрисковую ставку для модели CAPM. Безрисковая ставка представляет собой гарантированный уровень доходности, который получил бы инвестор при осуществлении альтернативного инвестирования. На практике за безрисковую процентную ставку берут процентные ставки государственных ценных бумаг (рисунок 4).

	A	B	C	D	E	F	G
1	Дата	Индекс RTSI	SBER	Доходность RTSI	Доходность SBER	Rf	β
2	11.09.2022	1 275,03	137,73	0,97%	-0,30%	7,50%	0,9209
3	04.09.2022	1 262,72	138,15	-1,70%	-3,93%		
4	28.08.2022	1 284,53	143,8	8,57%	10,28%		
5	21.08.2022	1 183,12	130,4	1,07%	4,15%		
6	14.08.2022	1 170,57	125,2	4,86%	0,26%		
7	07.08.2022	1 116,32	124,88	4,10%	2,03%		
8	31.07.2022	1 072,31	122,4	-5,04%	-7,20%		
9	24.07.2022	1 129,24	131,9	-2,77%	2,39%		
10	17.07.2022	1 161,47	128,82	-0,01%	-0,06%		
11	10.07.2022	1 161,53	128,9				

Рисунок 4 – Определение безрисковой ставки доходности

Для дальнейшего расчета будущей доходности по модели CAPM, следует рассчитать среднюю доходность рынка (рисунок 5).

H2 =СРЗНАЧ(E2:E10)

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Дата	Индекс RTSI	SBER	Доходность RTSI	Доходность SBER	Rf	β	Rm
2	11.09.2022	1 275,03	137,73	0,97%	-0,30%	7,50%	0,920895	0,85%
3	04.09.2022	1 262,72	138,15	-1,70%	-3,93%			
4	28.08.2022	1 284,53	143,8	8,57%	10,28%			
5	21.08.2022	1 183,12	130,4	1,07%	4,15%			
6	14.08.2022	1 170,57	125,2	4,86%	0,26%			
7	07.08.2022	1 116,32	124,88	4,10%	2,03%			
8	31.07.2022	1 072,31	122,4	-5,04%	-7,20%			
9	24.07.2022	1 129,24	131,9	-2,77%	2,39%			
10	17.07.2022	1 161,47	128,82	-0,01%	-0,06%			
11	10.07.2022	1 161,53	128,9					

Рисунок 5 – Определение средней доходности рынка

Далее рассчитаем будущую доходность акций ПАО «Сбербанк» по модели САРМ (рисунок 6).

I2 =F2+G2*(H2-F2)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Дата	Индекс RTSI	SBER	Доходность RTSI	Доходность SBER	Rf	β	Rm	R_capm
2	11.09.2022	1 275,03	137,73	0,97%	-0,30%	7,50%	0,920895	0,85%	1,37%
3	04.09.2022	1 262,72	138,15	-1,70%	-3,93%				
4	28.08.2022	1 284,53	143,8	8,57%	10,28%				
5	21.08.2022	1 183,12	130,4	1,07%	4,15%				
6	14.08.2022	1 170,57	125,2	4,86%	0,26%				
7	07.08.2022	1 116,32	124,88	4,10%	2,03%				
8	31.07.2022	1 072,31	122,4	-5,04%	-7,20%				
9	24.07.2022	1 129,24	131,9	-2,77%	2,39%				
10	17.07.2022	1 161,47	128,82	-0,01%	-0,06%				
11	10.07.2022	1 161,53	128,9						

Рисунок 6 – Расчет будущей доходности по модели САРМ

Исходя из результатов расчета по модели САРМ доходность акций ПАО «Сбербанк» ожидается в размере 1,37%, что гораздо ниже безрисковой ставки доходности. Следовательно, наибольшую доходность инвестору обеспечат вложения в ценные бумаги с безрисковой ставкой доходности (государственные краткосрочные бескупонные облигации, облигации федерального займа), а вложение в акции ПАО «Сбербанк» при текущей рыночной ситуации следует считать нецелесообразным.

В результате проведенной работы можно сделать следующие выводы: модель АРТ довольно проста в расчете, но требует довольно большого количества статистической и другой информации, модель САРМ, напротив, не требует большого объема информации для осуществления расчета, но ее расчет трудоемок, а также нерационален без применения специального ПО.

Список литературы

1 APT. Арбитражное ценообразование (Arbitrage Pricing Theory) // Анализ финансового состояния предприятия : сайт. — URL: https://afdanalyse.ru/publ/investicionnyj_analiz/teorija/apt_arbitrazhnoe_cenoobrazovanie_arbitrage_pricing_theory/27-1-0-362 (дата обращения: 08.10.2022).

2 Построение модели CAPM с использованием Excel на примере российского фондового рынка // SF Education : сайт. — URL: https://blog.sf.education/finance-postroenie-modeli-capm-dlya-rossijskogo-fondovogo-rynka-s-ispolzovaniem-excel/ (дата обращения: 11.10.2022).