Тема 8. Оценка рисковых инвестиций в задачах анализа и прогнозирования проектов.

1. Модель оценки финансовых активов (CAPM)
2. Теория арбитражного ценообразования (ТАЦ)

8.1. Модель оценки финансовых активов (CAPM)

8.1.1. Основополагающая идея

Основополагающую идею ориентированной на рынок оценки можно описать быстро. Мы интерпретируем инвестицию как инструмент достижения будущих возвратных потоков, которые по своей сути являются неопределенными. Сейчас для того чтобы выяснить цену, которую нам следует заплатить за требования на такие возвратные потоки, мы будем исходить из основополагающего принципа, согласно которому стоимость возвратных потоков является тем меньше,

- чем дольше мы должны их ждать («более ранний рубль дороже более позднего рубля») и
- чем они ненадежнее («гарантированный рубль дороже рискового рубля»).

Тот факт, что сегодняшняя стоимость будущих возвратных потоков тем меньше, чем в более далеком будущем поступают потоки, нам уже хорошо известен из второй главы этой книги. В этом мы еще раз можем убедиться,

[й]См. по этому поводу с. 226.

бросив взгляд на таблицу множителей дисконтирования на с. 84. Из нее мы очень быстро узнаем и то, что эффект дисконтирования тем больше, чем выше ставка процента, с которой мы работаем. Значит, содержащийся в одной инвестиции риск разумно отражается повышением ставки процента на величину «уместной премии за риск». В то время как сегодняшняя стоимость гарантированных денежных потоков определяется с помощью формулы

$$PV = \frac{CF_t}{(1+r_f)^t}$$

мы можем также попытаться определить сегодняшнюю стоимость негарантированных денежных потоков с помощью выражения:

$$PV = \frac{E[CF_t]}{(1+r_f+\text{Премия за риск})^t}$$

При этом используемые здесь символы имеют следующее значение:

$E[\cdot]$ —математическое ожидание;
CF_t — возвратный поток в момент времени t;
PV — сегодняшняя стоимость будущих возвратных потоков;
r_f — ставка процента по безрисковым активам.

Теперь центральным является вопрос обоснованного определения уместной премии за риск. Естественным способом является измерение содержащейся в одном проекте неопределенности посредством дисперсии ожидаемых в будущем денежных потоков. Если величина разброса возвратных потоков инвестиции трактуется как большая (малая), из таких рассуждений мы вывели бы высокую (низкую) премию за риск.

Хотя этот подход на первый взгляд не кажется ложным, все-таки мы не должны ему следовать, поскольку он полностью не учитывает следующее: инвестиции, как правило, осуществляются не изолированно, а всегда вместе с другими капиталовложениями. Инвесторы, которые ведут себя рационально, не ставят «все на одну карту», а комбинируют свои капиталовложения таким образом, что опасности, связанные с одним проектом, хотя бы частично компенсируется шансами, связанными с другими проектами, и наоборот. С основами концепций планирования такого типа мы познакомились при изучении теории выбора портфеля.[39] Если мы придерживаемся этой основной идеи, то тогда важным является не содержащийся в отдельном проекте риск, а вклад, который вносится им в общий риск инвестора.

В отдельности для определения уместной премии за риск можно использовать следующие альтернативы.

- Мы можем полностью опираться на наше «шестое чувство». Тогда эта тема сразу же становится закрытой.
- Но мы можем и разработать теоретическую модель, которая содержит такие премии за риск как показатели рынка. Такой способ применяется при намерении условиях ориентации на такие показатели в ходе определения премии за риск. Для того чтобы здесь избежать часто встречающегося недоразумения, следует отметить: речь идет не о том, чтобы точно рассчитать премии за риск. «Шестое чувство» все равно требуется. Модель рынка должна лишь предоставить полезный руководящий принцип и, таким образом, помочь в преодолении неопределенности при учете «шестого чувства».

8.2.1. Альтернативные модели рынка капитала

8.2.2.1. Модель оценки финансовых активов (САРМ)

Самой известной и наиболее общепринятой моделью рынка капитала является модель оценки финансовых активов (САРМ).* Она была разработана на основе теории портфеля в 1960-х гг.[40] У нас здесь нет возможности представить тщательную разработку САРМ в ее деталях,[41] и поэтому мы ограничимся описанием основных допущений и изложением главных результатов.

Допущения. Модель оценки финансовых активов является однопериодной микроэкономической моделью равновесия, которая основывается на следующих предпосылках.

1. В экономике существует множество инвесторов, которые должны принимать решения о рисковых капиталовложениях. Все эти инвесторы действуют рационально и используют разработанную *Марковицем* теорию портфеля для принятия своих решений. Участники рынка не расположены к риску, однако не обязательно с одинаковой степенью интенсивности.
2. Все инвесторы имеют одинаковый объем информации в отношении распределения негарантированных возможных возвратных потоков по инвестициям.
3. Рисковые активы, о которых идет речь в модели, обращаются на совершенных рынках капитала, из-за чего они здесь называются «акциями». Различаются $j = 1, \dots, J$ таких рисковых активов (капиталовложений). Торговле не препятствуют ни трансакционные издержки, ни ограничения входа на рынок. Все участники рынка реагируют на изменение экономической конъюнктуры, корректируя количества, а не цены.

' Ввиду неустоявшейся русскоязычной терминологии в отечественной литературе
можно встретиться и с другими названиями модели. Одно из достаточно распространенных — модель ценообразования на рынке финансовых активов. — *Прим. ред.*

Отцами-основателями модели являются *Шарп* [310], *Линтнер* [206] и *Моссин* [235].

"Интересующихся читателей отсылаем к работе [186].

4. Наряду с возможностями осуществления рисковых инвестиций существуют

также возможности кредитования и заимствования по безрисковой ставке процента.

Линия рынка капитала. Дальнейшая аргументация по разработке САРМ не будет приводиться в строгой форме. Вместо этого мы опишем ее интуитивно, ориентируясь на рис. 5.20.

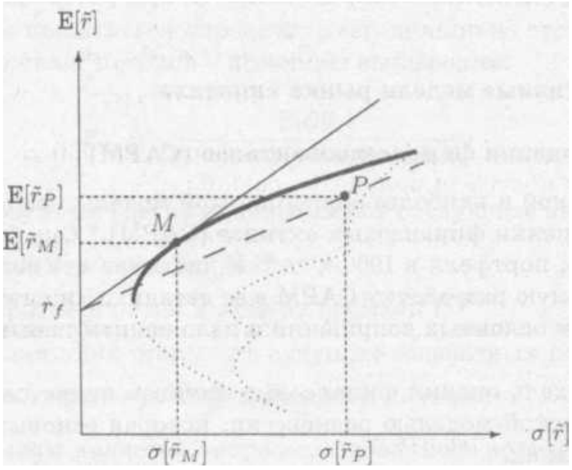

Рис. 5.20. Линия рынка капитала

- В середине этого графика находится плоская фигура в форме яичной скорлупы, нижняя область которой изображена пунктиром, в то время как верхний край выделен жирной линией.

  Если вы сравните эту яичную скорлупу с рис. 5.19 на с. 288, тогда сразу станет ясно, что фигура была сконструирована тем, кто должен принимать решение о рисковых капиталовложениях, и хочет справиться с этой проблемой с помощью теории портфеля *Марковица*. Это соответствует допущению 1.

  Через выбор соответствующей комбинации из J «акций» можно достичь любого расположения внутри фигуры, например, расположения P. Однако существуют более и менее привлекательные положения.

- Теперь мы предположим, что некто хочет вложить часть своего имущества в безрисковые активы, а остаток — в рисковые, а именно таким образом, что выбирает расположение P. Мы будем говорить о том, что он комбинирует расположение P с безрисковой формой вложения. Эта до сих пор не обсужденная возможность комбинирования следует из допущения 4. А каких расположений он может достичь в зависимости от конкретного избранного соотношения между рисковыми и безрисковыми активами?

Можно показать, что такой инвестор может двигаться по пунктирной линии, которая проходит через точку P. В целях уяснения того, что это действительно так, сконструируем портфель x таким образом, чтобы он содержал рисковое расположение P с долей a и надежное расположение с долей 1 — a. Если мы обозначим доходность в расположении P — E[гр], а безрисковую ставку процента г/, то ожидаемая доходность портфеля x составит

$$\boldsymbol{E[\tilde{r}_x] = \alpha E[\tilde{r}_p] + (1-\alpha) r_f = \\ = r_f + (E[\tilde{r}_p] - r_f)\alpha} \tag{5.4}$$

Соответственно, при использовании формулы (5.3) со с. 275 дисперсия доходности портфеля получится равной:

$$\boldsymbol{Var[\tilde{r}_x] = \alpha^2 Var[\tilde{r}_p] + 2\alpha(1-\alpha) Cov[\tilde{r}_p, r_f] + (1-\alpha)^2 Var[r_f]}$$

Поскольку и дисперсия безрисковой ставки процента, и ковариация этой ставки с какой-либо иной ставкой процента равны нулю, остается:

$$\boldsymbol{Var}[\tilde{\boldsymbol{r}}_{\boldsymbol{x}}] = \boldsymbol{\alpha}^2 \boldsymbol{Var}[\tilde{\boldsymbol{r}}_{\boldsymbol{p}}]$$

Отсюда можно выразить a:

$$\boldsymbol{\alpha} = \frac{\boldsymbol{\sigma}[\tilde{\boldsymbol{r}}_{\boldsymbol{x}}]}{\boldsymbol{\sigma}[\tilde{\boldsymbol{r}}_{\boldsymbol{p}}]}$$

Подстановка в (5.4) наконец приводит нас к выражению:

$$\boldsymbol{E}[\tilde{\boldsymbol{r}}_{\boldsymbol{x}}] = \boldsymbol{r}_{\boldsymbol{f}} + \frac{\boldsymbol{E}[\tilde{\boldsymbol{r}}_{\boldsymbol{p}}] - \boldsymbol{r}_{\boldsymbol{f}}}{\boldsymbol{\sigma}[\tilde{\boldsymbol{r}}_{\boldsymbol{p}}]} \boldsymbol{\sigma}[\tilde{\boldsymbol{r}}_{\boldsymbol{x}}] \tag{5.5}$$

которое является формулой линейной функции, изображенной на рис. 5.20 в виде пунктирной линии, проходящей через точку P. Значит, мы можем быть уверенными в том, что тот, кто комбинирует безрисковое вложение денег с рисковой инвестицией P, занимает расположение, которое на нашем рисунке должно находиться на пунктирной линии.

- Согласно допущению 1, все инвесторы не расположены к риску и действуют рационально. Если подобный инвестор обозначит риск величиной $\boldsymbol{\sigma}[\tilde{\boldsymbol{r}}^*]$, то он будет стремиться к тому, чтобы максимизировать ожидаемую доходность $\boldsymbol{E}[\tilde{\boldsymbol{r}}^*]$. Исходя из этого, он будет пытаться занять расположение на касательной к яичной скорлупе.
  Точка касания на рис. 5.20 обозначена M. Значит, рациональный инвестор будет выбирать некоторое расположение на одной из касательных к яичной скорлупе. Выбор конкретного расположения зависит от степени его нерасположенности к риску. Чем сильнее его нерасположенность к риску, тем левее будет находиться выбранное им расположение.
- На основе допущения 2 мы можем исходить из того, что все участники рынка капитала решают одну и ту же задачу оптимизации. Все будут конструировать ту же самую яичную скорлупу и пытаться максимизировать угол наклона обсужденной кривой таким образом, что в конце каждый из них будет занимать расположение на одной и той же касательной. Эта для всех инвесторов идентичная касательная называется линией рынка капитала.
- В принципе теперь мы должны лишь сконструировать эту касательную. Это связано с «несложной математикой», от ознакомления с которой нам хотелось бы избавить наших читателей.42 Во всяком случае можно показать, что точка касания достигается в точности тогда, когда для каждого J рискового капиталовложения соблюдается равенство:

$$\boldsymbol{E}[\tilde{\boldsymbol{r}}_{\boldsymbol{j}}] = \boldsymbol{r}_{\boldsymbol{f}} + \frac{\boldsymbol{E}[\tilde{\boldsymbol{r}}_{\boldsymbol{M}}] - \boldsymbol{r}_{\boldsymbol{f}}}{\boldsymbol{Var}[\tilde{\boldsymbol{r}}_{\boldsymbol{M}}]} \cdot \boldsymbol{cov}[\tilde{\boldsymbol{r}}_{\boldsymbol{j}}, \tilde{\boldsymbol{r}}_{\boldsymbol{M}}]$$

Формула (5.6) является основополагающим представлением CAPM в терминах доходности. Мы называем ее также линией рынка капитала. Мы были нацелены на ее выведение, так как она информирует нас о том, откуда можно определить искомую премию за риск в теоретической модели рыночного равновесия. Конкретно речь идет о следующих переменных.

$E[\tilde{r}_M]$ — ожидаемая доходность в среднем на рынке капитала: представьте себе под этим приблизительно ту доходность, которую может достичь тот, кто приобретает портфель акций с точно такой же структурой, какая используется при вычислении рыночного индекса курсов акций.

r_f — безрисковая ставка процента: под этим можно понимать доходность государственной облигации.

$Var[\tilde{r}_M]$ — дисперсия доходности рынка капитала: это показатель, который отражает, в какой степени разбросаны доходности всего рынка капитала вокруг ее математического ожидания.

>[2] Тот, кто интересуется этим, пусть исследует работу [186. S. 190 и сл.].

$\boldsymbol{Cov[\tilde{r}_j, \tilde{r}_M]}$ — ковариация доходности акции с доходностью рынка: она информирует о том, каким образом изменяется доходность акции при изменении доходности рынка. При этом теоретически могут иметь место положительные или отрицательные корреляции с разной степенью силы. В предельном случае обе случайные величины могут изменяться независимо друг от друга. В этом случае ковариация имела бы нулевое значение. Но в целом мы можем наблюдать на рынках капитала положительную корреляцию. Следовательно, если доходность одной отдельной акции увеличивается, то увеличивается и доходность индекса рынка капитала.

Формулировки с помощью бета и лямбда. Применительно к модели оценки | финансовых активов часто говорят о коэффициенте бета *(/3).* Для того чтобы понимать, о чем идет речь, нам нужно записать формулу (5.6) несколько по-другому, а именно

$$\boldsymbol{E[\tilde{r}_j] = r_f + (E[\tilde{r}_M] - r_f) \cdot \beta_j} \qquad \text{где} \qquad \boldsymbol{\beta_j = \frac{Cov[\tilde{r}_j, \tilde{r}_M]}{Var[\tilde{r}_M]}}$$

и тогда выяснится следующее:

бета акции отражает так называемый систематический риск. Этот коэффициент показывает, как реагирует доходность отдельной акции на изменение доходности всего рынка в целом.

Бета информирует о том, как изменяется доходность определенного рискового актива — например, акции конкретного предприятия — в отношении к средней доходности всего рынка (индекса акций). Если, например, бета составляет 1.4, то при изменении индекса на 1% доходность соответствующей акции изменится на 1.4%. Как правило, речь здесь идет о числах, которые близки к единице. Случаи, при которых бета меньше 0.3 или больше 2.0, встречаются редко — см. ниже табл. 5.39 на с. 314. Индекс j, содержащийся в нашей модели, отражает объем рисковых инвестиций, которые могут осуществляться в анализируемой экономике; также инвестиции могут быть покупками финансовых титулов (например, акций или облигаций), физического капитала или же человеческого капитала (образования).

Реже встречается третий вид формулировки линии рынка ценных бумаг, а именно

$$\boldsymbol{E[\tilde{r}_j] = r_f + \lambda \cdot Cov[\tilde{r}_j, \tilde{r}_M]} \qquad \text{где } \boldsymbol{\lambda = \frac{E[\tilde{r}_M] - r_f}{Var[\tilde{r}_M]}}$$

причем лямбда (Л) обозначает рыночную цену риска. Лямбда является компонентом, который в рамках представления САРМ в терминах доходности идентичен для всех рисковых капиталовложений, в то время как ковариадия Cov[fj,rAf] показывает лишь то, как велик вклад риска, связанного с конкретной инвестицией в ненадежный актив (в акцию). Тем самым, премия за риск состоит из общего ценового компонента и индивидуального количественного компонента.

Формулировка представления САРМ с помощью лямбда имеет ряд преимуществ, которые здесь не полностью освещаются. Помимо всего прочего, она ясно показывает, что при описании риска, за который мы можем требовать премию на совершенно функционирующем рынке капитала, речь идет о том, что можно изобразить в форме ковариации Cov[rj,*гм],* а не, например, в форме дисперсии (например, Var[fj]). Значит, важно не то, сколько риска связано с инвестицией, если мы рассматриваем его изолированно, скорее, важным является влияние оцениваемой инвестиции на ситуацию с риском лица, принимающего решения. Это должен пояснить нам характерный пример.

Представьте себе, что инвестор хочет построить фабрику по производству зонтов. Это, естественно, является рискованным мероприятием, так как он хорошо заработает, если в будущем будет дождливая погода и, наверное, понесет потери, если будет долго светить солнце. Тот, кто ориентируется на дисперсию, сделал бы попытку анализа величины разброса прибылей (или потерь) запланированной фабрики по производству зонтов и потребовал бы при большой величине этого разброса высокую премию за риск. Но важным является то, какие прочие расходы помимо строительства фабрики по производству зонтов осуществляются инвестором. Ведь возможно, что он до сих пор производил купальники и хочет продолжать этот бизнес.[43] Тогда, естественно, начало бизнеса с зонтами явно улучшит положение предпринимателя. Риски, которым наш инвестор до сих пор был подвергнут, посредством диверсификации на рынке для зонтов, возможно, существенно снизятся, и именно этот эффект нам удастся отразить через ковариацию.

8.2. Теория арбитражного ценообразования (ТАЦ)

CAPM была разработана в 1960-х гг. Хотя эта модель и является моделью рынка капитала, которую можно назвать общепризнанной, нельзя умолчать о том, что она также подвергалась сильной критике. Один из аспектов критики состоит в том, что данная модель является однофакторной и трактует премию за риск как часть доходности ненадежного, т. е. рискового, актива, а именно индекса рынка, который мы, как правило, представляем себе как доходность хорошо скомбинированного портфеля — например, индекса курсов акции.

Росс ответил на эту критику теорией арбитражного ценообразования (ТАЦ). Его результат называется многофакторным вариантом CAPM, который можно записать в виде

[43] Здесь наш пример ложен, так как эта предпосылка совсем не совпадает с тем, что имеет место в CAPM. Там инвесторы не осуществляют каких-либо «прочих» расходов. Они достигают совершенной диверсификации и, таким образом, уничтожают все несистемные риски.

$$\boldsymbol{E[\tilde{r}_j] = r_f + (E[\tilde{F}_1] - r_f)\cdot\beta_{j1} + (E[\tilde{F}_2] - r_f)\cdot\beta_{j2} + \cdots + (E[\tilde{F}_K] - r_f)\cdot\beta_{jK} = r_f + \sum_{k=1}^{K}(E[\tilde{F}_K] - r_f)\cdot\beta_{jk}}$$

Символ E[Ffc] — ожидаемая доходность портфеля, который зависит от *k*-го фактора и не зависит от всех остальных факторов. Бета-фактор *fljk* — это измерение чувствительности доходности акции к *k*-му фактору. Уравнение цены, предложенное *Россом,* по-видимому, имеет то преимущество, что объясняет премию за риск не одним-единственным фактором, а несколькими экономическими детерминантами. Эмпирические исследования дают повод предположить, что, в основном, существуют пять таких факторов:[45]

- индекс промышленного производства;
- краткосрочная реальная ставка процента, измеренная как разность между доходностью краткосрочных государственных облигаций и индексом цен на потребительские блага;
- краткосрочная инфляция, измеренная через неожиданные изменения индекса потребительских цен;
- долгосрочная инфляция, измеренная как разность между доходностями долгосрочных и краткосрочных государственных облигаций;
- риск неуплаты, измеренный как разность между коэффициентами «доходность

к погашению» облигаций первоклассных заемщиков и заемщиков второго сорта.

Эмпирические исследования показали, что премию за риск можно объяснить лучше на основе ТАЦ, чем на основе САРМ. Поэтому ТАЦ в практике предприятий приобретает все большую популярность. Несмотря на это, теоретически к ней нужно относиться с осторожностью.[46]