

СТРУКТУРА ПРОЦЕНТНЫХ СТАВОК

**Фрэнк Дж. Фабозци (Frank J. Fabozzi), доктор философии (Ph.D.),
дипломированный финансовый аналитик (CFA), бухгалтер-эксперт (CPA)**

Адъюнкт-профессор финансов
Школа менеджмента (School of Management)
Йельский университет (Yale University)

В любой экономической системе существует несколько видов процентных ставок, причем они являются взаимозависимыми в рамках общей структуры. Процентная ставка, используемая для расчетов платежей заемщиком по своему долгу, зависит от огромного количества факторов. В этой главе будут перечислены наиболее важные из них. Обсуждение начинается с *базовой процентной ставки* (base interest rate), т.е. с процентной ставки по правительственным ценным бумагам США. Затем рассматриваются факторы, влияющие на spread доходности (yield spread), или премию за риск (risk premium), которую эмитенты вынуждены платить инвесторам, приобретающим рискованные, неказначейские ценные бумаги. В заключение описывается один важный фактор, влияющий на процентную ставку, требуемую участниками рынка для конкретной ценной бумаги: срок погашения. Зависимость между доходностью и сроком погашения ценной бумаги называется *временной структурой процентных ставок* (term structure of interest rates). Эта зависимость играет чрезвычайно важную роль при оценке стоимости ценных бумаг. Факторы, влияющие на *общий уровень* процентных ставок в экономике, в этой главе не обсуждаются.

Базовая процентная ставка

Ценные бумаги, выпущенные Министерством финансов США, обеспечены всеми доходами и доверием к правительству США. По этой причине участники

рынка во всем мире рассматривают их как ценные бумаги, не подверженные кредитному риску. Таким образом, процентные ставки по казначейским ценным бумагам являются ориентиром для экономики США. Благодаря крупным размерам казначейских эмиссий рынок казначейских ценных бумаг стал наиболее активным и ликвидным рынком в США.

Минимальная ставка, или *базовая процентная ставка*, которую инвесторы требуют от инвестирования в неказначейскую ценную бумагу, равна доходности, предлагаемой аналогичной казначейской ценной бумагой, находящейся в обращении. По этой причине базовая процентная ставка иногда называется *эталонной, исходной процентной ставкой* (benchmark interest rate).

Премия за риск

Участники рынка определяют процентные ставки по неказначейским ценным бумагам, заключая сделки со спредом по отношению к конкретной казначейской ценной бумаге, находящейся в обращении. Например, если доходность 10-летней неказначейской облигации равна 7,68%, а доходность 10-летней казначейской облигации равна 6,68%, то спред равен 100 базисным пунктам. Величина этого спреда отражает дополнительные риски, которым подвергаются инвесторы, приобретая ценную бумагу, выпущенную не Министерством финансов США, а другим эмитентом. По этой причине данный спред можно назвать *премией за риск*. Таким образом, процентную ставку по неказначейской ценной бумаге можно представить как сумму

базовая процентная ставка + спред

или

базовая процентная ставка + премия за риск.

Факторы, влияющие на спред, включают в себя 1) тип эмитента, 2) его кредитоспособность, 3) срок погашения ценной бумаги, 4) условия, дающие эмитенту или владельцу ценной бумаги право на определенные операции, 5) правила налогообложения дохода, полученного инвестором, и 6) ожидаемую ликвидность ценной бумаги.

Типы эмитентов

Главной характеристикой долгового обязательства является тип его эмитента. Кроме правительства США, долговые обязательства в виде облигаций могут выпускать правительственные организации, муниципалитеты, корпорации (американские и зарубежные), а также иностранные правительства.

Рынок облигаций сегментируется по типам эмитентов. Эти сегменты называются *секторами рынка* (market sectors). Спред между процентными ставками, предлагаемыми в двух секторах рынка облигаций по ценным бумагам с одинаковыми сроками погашения, называется *межсекторным рыночным спредом* (intermarket-sector spread).

За исключением сектора казначейских ценных бумаг, другие секторы рынка характеризуются широким спектром эмитентов, каждый из которых имеет разные возможности для удовлетворения долговых обязательств. Например, в корпоративном секторе действуют коммунальные (utilities), транспортные (transportations) и промышленные (industrials) предприятия, а также банки и финансовые компании. Спред между двумя эмиссиями внутри одного и того же сектора рынка называется *внутрисекторным рыночным спредом* (intramarket-sector spread).

Кредитоспособность эмитента

Риск дефолта (default risk), или *кредитный риск* (credit risk), — это риск того, что эмитент, выпустивший облигацию, может оказаться не в состоянии своевременно оплатить основную сумму долга или осуществить процентные выплаты. При оценке риска дефолта большинство участников рынка в основном ориентируются на оценки, выставляемые рейтинговыми агентствами, которые будут описаны в главах 12 и 32 (*Ценные бумаги с фиксированным доходом. Руководство*). Спред между казначейскими и неказначейскими ценными бумагами, эквивалентными по всем характеристикам, за исключением кредитного рейтинга эмитента, называется *кредитным спредом* (credit spread) или *качественным спредом* (quality spread).

Срок до погашения

Как показано в главе 5, цена облигации изменяется в течение всего срока ее обращения в зависимости от колебаний рыночной доходности. Кроме того, как показано в главе 9, цена облигации зависит от ее срока погашения. Если все остальные факторы являются постоянными, то чем больше срок погашения облигации, тем выше волатильность ее цены, объясняемая изменением рыночных уровней доходности.

Спред между уровнями доходности ценных бумаг в двух разных секторах рынка, отличающихся сроком погашения, называется *спредом кривой доходности* (yield-curve spread), *спредом сроков погашения* (maturity spread). Как показано выше, зависимость между уровнями доходности сравнимых ценных бумаг, имеющих разные сроки погашения, называется *временной структурой процентных ставок* (term structure of interest rates).

Внутренние опционы

Иногда соглашение о выпуске облигаций содержит условия, дающие держателю облигации или эмитенту возможность на осуществление определенных действий. Такая возможность, предусмотренная соглашением о выпуске облигаций, называется *встроенным (внутренним) опционом (embedded option)*. Разные виды внутренних опционов рассмотрены в главе 1. Наиболее распространенным видом внутреннего опциона является опцион колл, дающий эмитенту право погасить свой долг полностью или частично до наступления срока погашения. Это позволяет эмитенту при падении процентных ставок заменять старый выпуск облигаций новым, имеющим низкую купонную ставку. Фактически оговорка о досрочном выкупе позволяет эмитенту изменять срок погашения облигации. Исполнение опциона колл наносит убыток держателю облигации, поскольку он вынужден реинвестировать высвободившиеся средства под более низкую рыночную процентную ставку.

Наличие внутреннего опциона влияет как на спред облигации по отношению к аналогичной казначейской ценной бумаге, так и на ее спред по отношению к другим аналогичным облигациям, не содержащим внутреннего опциона. Если облигация содержит внутренний опцион, благоприятный для эмитента (например, опцион «колл»), то участники рынка требуют от нее более высокого спреда по отношению к аналогичной ценной бумаге, не предусматривающей такой опцион. В противоположность этому, если облигация содержит внутренний опцион, благоприятный для держателя облигации (например, опцион «пут» или опцион на конверсию), участники рынка требуют от нее более низкого спреда по отношению к аналогичной ценной бумаге, не предусматривающей такой опцион. Фактически процентная ставка по облигации, содержащей опцион, благоприятный для инвестора, может оказаться ниже, чем процентная ставка по аналогичной казначейской ценной бумаге.

Правила налогообложения процентного дохода

За редкими исключениями, процентный доход облагается федеральными налогами. Кроме федеральных налогов, он может облагаться также налогами, установленными штатами или местными властями.

Федеральный налоговый кодекс делает исключение для процентного дохода, полученного по квалифицированным муниципальным облигациям. Вследствие этого доходность муниципальных облигаций ниже доходности казначейских облигаций с таким же сроком погашения. Разница между уровнями доходности ценных бумаг, не облагаемых налогом, и казначейских ценных бумаг, как правило, измеряется не с помощью базисных пунктов, а в процентах. Точнее говоря, эта величина измеряется в процентах и отражает величину доходности

по ценной бумаге, не облагаемой налогами, по отношению к доходности аналогичной казначейской ценной бумаги.

Доходность облигации, облагаемой налогами, после выплаты федеральных налогов выражается следующей формулой.

$$\begin{aligned} & \text{Доходность после уплаты налогов} = \\ & = \text{Доходность до уплаты налогов} \times (1 - \text{Предельная налоговая ставка}). \end{aligned}$$

Предположим, например, что инвестор, для которого предельная налоговая ставка равна 35%, приобретает налогооблагаемую облигацию, условия выпуска которой предусматривают доходность, равную 4%. В таком случае доходность после уплаты налогов вычисляется следующим образом.

$$\text{Доходность после уплаты налогов} = 0,04 \times (1 - 0,35) = 0,026 = 2,60\%.$$

Кроме того, можно определить доходность, которую должна предлагать облигация, облагаемая налогами, для того, чтобы обеспечить уровень чистой доходности, равный доходности аналогичной, не облагаемой налогами облигации.

$$\text{Эквивалентная доходность облигации, облагаемой налогами} = \frac{\text{Доходность облигации, не облагаемой налогами}}{1 - \text{Предельная налоговая ставка}}.$$

Например, представим себе инвестора, предельная налоговая ставка которого равна 35%. Допустим, что этот инвестор приобретает облигацию, не облагаемую налогами, с доходностью, равной 2,6%. В таком случае эквивалентная доходность облигации, облагаемой налогами, равна

$$\text{Эквивалентная доходность облигации, облагаемой налогами} = \frac{0,026}{(1 - 0,35)} = 0,04 = 4\%.$$

Обратите внимание на то, что чем ниже предельная налоговая ставка, тем ниже эквивалентная доходность облигации, облагаемой налогами. Так, если в предыдущем примере предельная налоговая ставка была бы равной 25%, а не 35%, то эквивалентная доходность облигации, облагаемой налогами, стала бы равной 3,47%, а не 4%. Это подтверждается следующими вычислениями.

$$\text{Эквивалентная доходность облигации, облагаемой налогами} = \frac{0,026}{(1 - 0,25)} = 0,0347 = 3,47\%.$$

Правительства штатов и местные органы управления могут облагать налогами доходы от облигаций, которые свободны от федерального налогообложения. Одни муниципалитеты полностью освобождают от налогов доходы, полученные от любых муниципальных облигаций, а другие — нет. Одни штаты

освобождают от налогов доходы, полученные от любых муниципальных облигаций, выпущенных в их пределах, но облагают налогами аналогичные облигации, выпущенные в других штатах, а другие — нет. Таким образом, две муниципальных ценные бумаги, имеющие одинаковые кредитные рейтинги и одинаковые сроки погашения, могут продаваться с определенным спреedom доходности, поскольку в разных штатах они могут пользоваться разным спросом. Например, в штатах, установивших высокий подоходный налог, таких как Нью-Йорк, спрос на муниципальные облигации снижает их доходность по отношению к муниципальным облигациям, продаваемым в штатах с низкой ставкой подоходного налога, таких как Флорида.

Муниципалитетам запрещено устанавливать налоги на доход, полученный от казначейских облигаций США. Следовательно, часть спреда между доходностью казначейских ценных бумаг и доходностью неказначейских ценных бумаг с одинаковыми сроками погашения отражает стоимость освобождения от налогов, установленных штатами и местными органами власти.

Ожидаемая ликвидность облигаций

Облигации имеют разные степени ликвидности. Чем выше ожидаемая ликвидность облигации, тем ниже доходность, требуемая инвестором. Как было показано ранее, самыми ликвидными в мире являются казначейские ценные бумаги. Более низкая доходность казначейских ценных бумаг по сравнению с неказначейскими отражает разницу между их ликвидностью и кредитным риском. Даже в пределах рынка казначейских ценных бумаг серии облигаций, выпущенных недавно (*on-the run issues*), имеют более высокую ликвидность, чем серии, выпущенные раньше (*off-the run issues*).

Временная структура процентных ставок

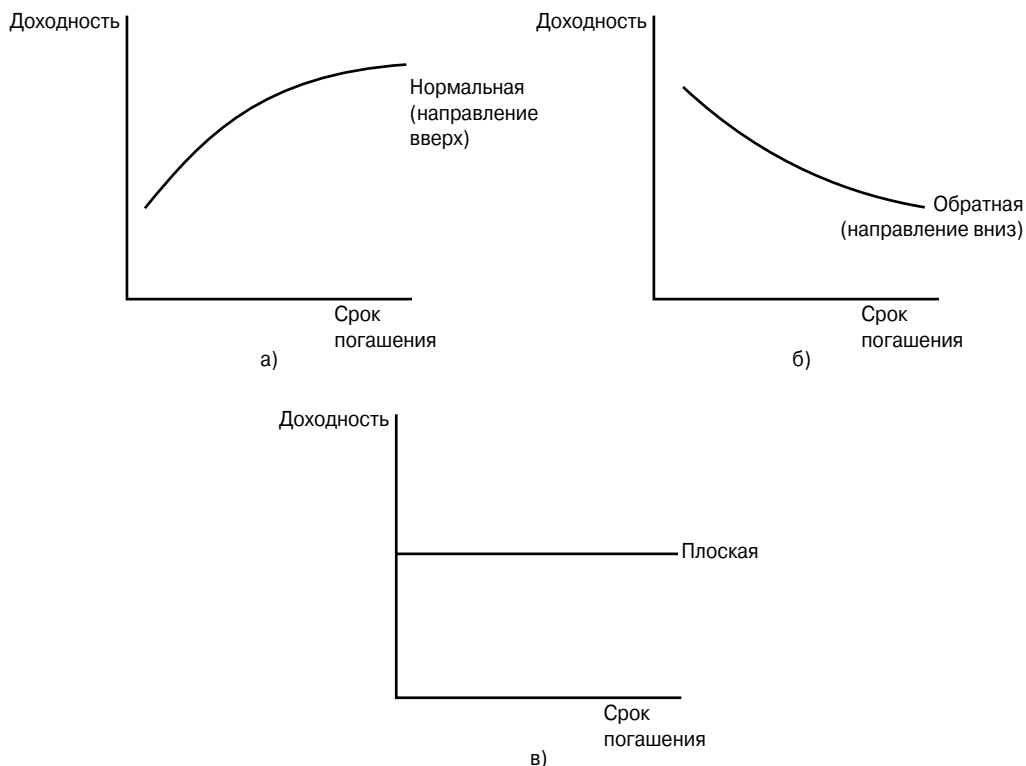
В следующих главах мы рассмотрим ключевую роль, которую временная структура процентных ставок играет при оценке стоимости облигаций. По этой причине она заслуживает внимательного изучения.

Кривая доходности

Графическое изображение зависимости между уровнями доходности облигаций, имеющих одинаковые кредитные рейтинги, и их сроками погашения, называется *кривой доходности* (*yield curve*). В прошлом большинство участников рынка строили кривые доходности по наблюдаемым ценам и величинам доходности на рынке казначейских облигаций. Это объяснялось двумя

причинами. Во-первых, казначейские ценные бумаги защищены от дефолта, и разница между уровнями кредитоспособности эмитентов не влияет на оценки их доходности. Во-вторых, поскольку рынок казначейских облигаций является наиболее активным, он не страдает от недостатка ликвидности или недостатка сделок. На рис. 7.1 показаны три гипотетические кривые доходности казначейских ценных бумаг, построенные по наблюдениям как в США, так и в других странах. Кроме того, в табл. 7.1 показаны эталонные кривые доходности ценных бумаг (в табличном виде), выпущенных правительствами США, Германии, Великобритании и Японии с разными сроками погашения (по состоянию на 7 мая 2004 года).

Рис. 7.1. Три гипотетические кривые доходности



Как указывалось выше, с практической точки зрения основное назначение кривой доходности казначейских ценных бумаг — служить эталоном для оценки облигаций и установки уровней доходности в других секторах рынка долговых обязательств, например банковских займов, ипотек, корпоративных долгов и международных облигаций. Однако участники рынка со временем стали понимать, что кривые доходности казначейских ценных бумаг, построенные

традиционным способом, неудовлетворительно описывают зависимость между требуемой доходностью и сроком погашения. Основная причина этого явления заключается в том, что ценные бумаги с одинаковыми сроками погашения на самом деле могут иметь разные уровни доходности. Как будет показано ниже, этот феномен отражает влияние различий между ставками купона разных облигаций. Итак, возникла необходимость разработать более точный инструмент для оценки кривой доходности казначейских ценных бумаг. Рассмотрим теперь, какие проблемы возникают при использовании традиционных кривых доходности казначейских ценных бумаг и как построить правильную кривую доходности. Для этого следует определить доходности, предлагаемые по бескупонным облигациям, и, следовательно, исключить проблемы, связанные с влиянием купонной ставки на характер зависимости “доходность — срок погашения”.

Таблица 7.1. Кривые доходности эталонных государственных ценных бумаг в США, Германии, Великобритании и Японии по состоянию на 7 мая 2004 года

Срок погашения, лет	США	Германия	Великобритания	Япония
2	2,60	2,56	4,70	0,14
5	3,43	3,55	5,02	0,61
10	4,77	4,29	5,11	1,47
30	5,46	4,99	4,93	2,06*

* Срок погашения ценных бумаг, выпущенных правительством Японии, равен 20, а не 30 годам.

Источник: Lehman Brothers, *Relative Value Report*, May 10, 2004, С. 12.

Использование кривой доходности для оценивания облигации

Цена облигации — это текущая стоимость ее денежных потоков. Однако, обсуждая способы оценки облигаций, описанные в главе 5, мы предполагали, что для дисконтирования всех денежных потоков, порождаемых облигацией, используется только одна процентная ставка. Эта ставка равна сумме доходности казначейской ценной бумаги с тем же самым сроком погашения и спреда, т.е. премии за риск.

Однако использование в качестве ставки дисконтирования показателей доходности казначейской ценной бумаги порождает одну проблему. Для того чтобы пояснить, в чем она заключается, рассмотрим две гипотетические пятилетние казначейские облигации, *А* и *Б*. Предположим, что эти казначейские облигации имеют разные ставки купона, например 12% для облигации *А* и 3%

для облигации *Б*. Денежные потоки по этим облигациям в расчете на каждые 100 долл. их номинальной цены для десяти 6-месячных периодов, оставшихся до их погашения, представлены в следующей таблице.

Период	Денежный поток по облигации <i>А</i> , долл.	Денежный поток по облигации <i>Б</i> , долл.
1–9	6,00	1,50
10	106,00	101,50

В связи с наличием различной структуры денежных потоков ошибочно было бы использовать одну и ту же процентную ставку для дисконтирования всех денежных потоков. Вместо этого следовало бы дисконтировать каждый денежный поток по процентной ставке, соответствующий данному периоду. Однако возникает вопрос: какой должна быть эта ставка дисконта?

Облигации *А* и *Б* можно рассматривать не только как самостоятельные ценные бумаги, но и в виде некоего пакета денежных потоков. Точнее говоря, они представляют собой пакеты финансовых инструментов с нулевым купоном. Поэтому полученный инвестором доход будет равен разности между стоимостью облигации в момент погашения и ценой ее покупки. Например, облигацию *А* можно интерпретировать как пакет, состоящий из 10 финансовых бескупонных инструментов, каждый из которых в момент погашения стоит 6 долл. Момент погашения первого финансового инструмента наступает через 6 месяцев, второго — через год, третьего — через 1,5 года и т.д. Последний финансовый инструмент с нулевым купоном погашается через 10 шестимесячных периодов и стоит в этот момент 106 долл. Аналогично облигацию *Б* можно интерпретировать как пакет, состоящий из 10 финансовых инструментов с нулевым купоном, каждый из которых в момент погашения стоит 1,5 долл. Момент погашения первого финансового инструмента наступает через 6 месяцев, второго — через год, третьего — через 1,5 года и т.д. Последний финансовый инструмент с нулевым купоном погашается через 10 шестимесячных периодов и стоит в этот момент 101,50 долл. Очевидно, что стоимость облигации с купоном равна общей стоимости составляющих ее бескупонных инструментов.

В принципе, любую облигацию можно рассматривать как пакет финансовых бескупонных инструментов. Иначе говоря, каждый бескупонный инструмент, входящий в пакет, имеет срок погашения, равный сроку купонной выплаты, а для основной суммы — сроку погашения всей облигации. Стоимость облигации должна быть равной стоимости всех образующих ее финансовых инструментов с нулевыми купонами. Если это условие не выполняется, участники рынка могут получать безрисковый доход за счет разделения (расщепления) (stripping) облигаций на купоны, создавая таким образом искусственные разделенные ценные бумаги.

Для того чтобы определить стоимость каждого финансового инструмента с нулевым купоном, необходимо знать доходность бескупонной казначейской облигации, имеющей тот же самый срок погашения. Эта доходность называется *спот-ставкой*, *ставкой спот* (spot rate), а графическое изображение зависимости между величиной спот-ставки и сроком погашения облигации — *кривой спот-ставок* (spot rate curve). Поскольку на рынке не существует ни одного казначейского долгового обязательства с нулевым купоном и сроком погашения, превышающим один год, невозможно построить такую кривую, основываясь исключительно на наблюдениях доходности казначейских ценных бумаг. Следовательно, такую кривую необходимо строить, исходя из теоретических представлений, применяя их к доходности фактически существующих казначейских ценных бумаг. Такая кривая называется *теоретической кривой спот-ставок* (theoretical spot-rate curve).

Построение теоретической кривой спот-ставки

Теоретическая кривая спот-ставок строится на основе кривой доходности, созданной по наблюдениям за доходностью казначейских векселей и казначейских облигаций с купонами. Этот процесс называется *бутстрэпिंगом* (bootstrapping).¹ Для того чтобы объяснить сущность этого процесса, используем данные о гипотетической цене, годовой доходности (доходности к погашению) и сроках погашения 20 казначейских облигаций, приведенные в табл. 7.2.

Анализируя эти данные, следует помнить основной принцип бутстрэпнга: стоимость казначейской облигации с купоном должна быть равной стоимости пакета бескупонных казначейских ценных бумаг, дублирующих денежные потоки, возникающие за счет купонных выплат.

¹ На практике для построения теоретической кривой спот-ставок используются казначейские ценные бумаги с заданным сроком погашения, проданные с аукциона совсем недавно. Такие выпуски называются *текущими* (on-the-run Treasury issues). Как показано в главе 10, на самом деле на рынке существуют неоплаченные казначейские ценные бумаги с нулевым купоном, срок погашения которых превышает один год. Эти ценные бумаги выпущены не Министерством финансов США, а созданы участниками рынка на основе реальных американских казначейских ценных бумаг с купонами. На первый взгляд, логично предположить, что для построения фактической кривой спот-ставок все же можно использовать наблюдаемую доходность бескупонных казначейских облигаций. Однако этот подход сопряжен с рядом проблем. Во-первых, ликвидность этих ценных бумаг не так велика, как ликвидность казначейских ценных бумаг с купонами. Во-вторых, существуют секторы казначейских облигаций с нулевым купоном и сроками погашения, привлекающими специфических инвесторов, желающих пожертвовать доходностью в обмен на другие привлекательные свойства, присущие именно таким ценным бумагам. Вследствие этого происходит искажение реальной временной структуры процентных ставок.

Таблица 7.2. Сроки погашения и доходность к погашению для 20 гипотетических казначейских облигаций

Срок погашения, лет	Ставка купона, %	Доходность, %	Цена, долл.
0,50	0,0000	0,0800	96,15
1,00	0,0000	0,0830	92,19
1,50	0,0850	0,0890	99,45
2,00	0,0900	0,0920	99,64
2,50	0,1100	0,0940	103,49
3,00	0,0950	0,0970	99,49
3,50	0,1000	0,1000	100,00
4,00	0,1000	0,1040	98,72
4,50	0,1150	0,1060	103,16
5,00	0,0875	0,1080	92,24
5,50	0,1050	0,1090	98,38
6,00	0,1100	0,1120	99,14
6,50	0,0850	0,1140	86,94
7,00	0,0825	0,1160	84,24
7,50	0,1100	0,1180	96,09
8,00	0,0650	0,1190	72,62
8,50	0,0875	0,1200	82,97
9,00	0,1300	0,1220	104,30
9,50	0,1150	0,1240	95,06
10,00	0,1250	0,1250	100,00

Рассмотрим шестимесячный казначейский вексель, данные о котором приведены в табл. 7.2. Как показано в главе 10, казначейский вексель (Treasury bill) — это финансовый инструмент с нулевым купоном. Следовательно, его 8%-ная годовая доходность равняется спот-ставке. Аналогично 8,3%-ная годовая доходность однолетнего казначейского векселя представляет собой однолетнюю ставку спот. По этим спот-ставкам мы можем вычислить ставку спот для гипотетической 1,5-летней бескупонной казначейской ценной бумаги. Ее цена должна быть равна текущей стоимости трех денежных потоков, полученных по реальной 1,5-летней казначейской ценной бумаге с купоном, причем ставка дисконта для каждого денежного потока равна соответствующей ставке спот. В расчете на каждые 100 долл. номинальной цены денежный поток по 1,5-летней казначейской ценной бумаге вычисляется так.

$$\begin{array}{lll}
 0,5 \text{ года} & 0,085 \times 100 \times 0,5 & = 4,25 \text{ долл.} \\
 1,0 \text{ года} & 0,085 \times 100 \times 0,5 & = 4,25 \text{ долл.} \\
 1,5 \text{ года} & 0,085 \times 100 \times 0,5 + 100 & = 104,25 \text{ долл.}
 \end{array}$$

Таким образом, текущая стоимость денежного потока равна

$$\frac{4,25}{(1+z_1)^1} + \frac{4,25}{(1+z_2)^2} + \frac{104,25}{(1+z_3)^3},$$

где z_1 — половина шестимесячной теоретической спот-ставки в пересчете на год, z_2 — половина однолетней теоретической спот-ставки, z_3 — половина полуторалетней теоретической спот-ставки.

Поскольку шестимесячная ставка спот и однолетняя ставка спот равны 8,0 и 8,3% соответственно, приходим к выводу, что

$$z_1 = 0,04 \quad \text{и} \quad z_2 = 0,0415.$$

Текущая стоимость полуторалетней казначейской ценной бумаги равна

$$\frac{4,25}{(1,0400)^1} + \frac{4,25}{(1,0415)^2} + \frac{104,25}{(1+z_3)^3}.$$

Поскольку цена полуторалетней казначейской ценной бумаги (как показано в табл. 7.2) равна 99,45 долл., должно выполняться следующее соотношение.

$$99,45 = \frac{4,25}{(1,0400)^1} + \frac{4,25}{(1,0415)^2} + \frac{104,25}{(1+z_3)^3}.$$

Итак, теоретическую полуторалетнюю спот-ставку можно вычислить следующим образом.

$$99,45 = 4,08654 + 3,91805 + \frac{104,25}{(1+z_3)^3},$$

$$91,44541 = \frac{104,25}{(1+z_3)^3},$$

$$(1+z_3)^3 = 1,140024,$$

$$z_3 = 0,04465.$$

Удваивая это значение, получим, что эквивалентная доходность облигации равна 0,0893 (т.е. 8,93%), т.е. совпадает с величиной теоретической полуторалетней спот-ставки. Эта ставка представляет собой процентную ставку, которую рынок применил бы к полуторалетней казначейской облигации с нулевым купоном, если бы она существовала в действительности.

По теоретической полуторалетней ставке спот мы можем определить теоретическую двухлетнюю ставку спот. Денежный поток по двухлетней казначейской облигации с купоном можно вычислить, используя данные, приведенные в табл. 7.2.

0,5 года	$0,090 \times 100 \times 0,5$	$= 4,50$ долл.
1,0 года	$0,090 \times 100 \times 0,5$	$= 4,50$ долл.
1,5 года	$0,090 \times 100 \times 0,5$	$= 4,50$ долл.
2,0 года	$0,090 \times 100 \times 0,5 + 100$	$= 104,50$ долл.

Таким образом, текущая стоимость денежного потока равна

$$\frac{4,50}{(1+z_1)^1} + \frac{4,50}{(1+z_2)^2} + \frac{4,50}{(1+z_3)^3} + \frac{104,50}{(1+z_4)^4},$$

где z_4 — половина двухлетней теоретической ставки спот.

Поскольку шестимесячная, однолетняя и полуторалетняя спот-ставки равны 8,0, 8,3 и 8,93% соответственно, приходим к выводу, что

$$z_1 = 0,04, \quad z_2 = 0,0415 \text{ и } z_3 = 0,04465.$$

Текущая стоимость двухлетней казначейской облигации равна

$$\frac{4,50}{(1,0400)^1} + \frac{4,50}{(1,0415)^2} + \frac{4,50}{(1,04465)^3} + \frac{104,50}{(1+z_4)^4}.$$

Поскольку цена двухлетней казначейской облигации равна 99,64 долл., должно выполняться следующее соотношение.

$$99,64 = \frac{4,50}{(1,0400)^1} + \frac{4,50}{(1,0415)^2} + \frac{4,50}{(1,04465)^3} + \frac{104,50}{(1+z_4)^4}.$$

Итак, теоретическую двухлетнюю ставку спот можно вычислить следующим образом.

$$\begin{aligned} 99,64 &= 4,32692 + 4,14853 + 3,94730 + \frac{104,25}{(1+z_4)^4}, \\ 87,21725 &= \frac{104,25}{(1+z_4)^4}, \\ (1+z_4)^4 &= 1,198158, \\ z_4 &= 0,046235. \end{aligned}$$

Удваивая эту доходность, получим, что теоретическая двухлетняя ставка спот равна 9,247%.

Этот подход можно последовательно применять, чтобы вычислить теоретическую 2,5-летнюю ставку спот с помощью вычисленных значений z_1 , z_2 , z_3 и z_4 (т.е. шестимесячную, однолетнюю, полуторалетнюю и двухлетнюю ставки), а также цену и величину купона облигации, срок погашения которой истекает

через 2,5 года. Более того, по этой информации можно вычислить теоретические спот-ставки на все оставшиеся 15 полугодовых периодов. Эти спот-ставки перечислены в табл. 7.3. Они описывают временную структуру процентных ставок для сроков погашения вплоть до 10 лет, сложившуюся на момент котировки облигации.

Таблица 7.3. Теоретические ставки спот

Срок погашения, лет	Доходность к погашению, %	Теоретическая ставка спот, %
0,50	0,0800	0,08000
1,00	0,0830	0,08300
1,50	0,0890	0,08930
2,00	0,0920	0,09247
2,50	0,0940	0,09468
3,00	0,0970	0,09787
3,50	0,1000	0,10129
4,00	0,1040	0,10592
4,50	0,1060	0,10850
5,00	0,1080	0,11021
5,50	0,1090	0,11175
6,00	0,1120	0,11584
6,50	0,1140	0,11744
7,00	0,1160	0,11991
7,50	0,1180	0,12405
8,00	0,1190	0,12278
8,50	0,1200	0,12546
9,00	0,1220	0,13152
9,50	0,1240	0,13377
10,00	0,1250	0,13623

Почему казначейские ценные бумаги следует оценивать на основе спот-ставок

Если исходить из теоретических построений, то цена казначейской ценной бумаги должна быть равна текущей стоимости денежных потоков, причем каждый денежный поток должен дисконтироваться по соответствующей теоретической спот-ставке. Теперь настало время показать, что и в действительности реальная цена казначейской ценной бумаги не отклоняется значительно от ее теоретической цены.

Для того чтобы сделать это, воспользуемся 20 гипотетическими казначейскими облигациями, перечисленными в табл. 7.2. Среди облигаций, указанных

в этой таблице, наибольший срок погашения имеет 10-летняя облигация с 12,5%-ным купоном, продаваемая по номиналу, доходность к погашению которой равна 12,5%. Предположим, что торговец правительственными ценными бумагами покупает этот выпуск по номиналу и отделяет от облигации купоны. Созданные подобным образом искусственные бескупонные казначейские облигации он планирует продавать, исходя из значений доходности к погашению, указанных в табл. 7.3 для каждого срока погашения.

В табл. 7.4 приведены цены, которые можно было бы получить за каждую вновь созданную казначейскую бескупонную облигацию. Цена каждой из них равна текущей стоимости денежного потока, созданного разделенной казначейской облигацией и дисконтированного по ставке, равной доходности к погашению для соответствующего срока погашения (см. табл. 7.2). Общая выручка, полученная за счет продажи вновь созданных казначейских бескупонных облигаций, равна 104,1880 долл. за каждые 100 долл. номинальной цены исходной казначейской облигации. Таким образом, разделение исходной облигации на купоны порождает арбитражную прибыль в размере 4,1880 долл. на каждые 100 долл. номинальной цены купленной 10-летней казначейской ценной бумаги с 12,5%-ным купоном.

Таблица 7.4. Арбитражная прибыль, получаемая за счет разделения купонов и облигации

Срок погашения, лет	Денежный поток, долл.	Текущая стоимость при 12,5%, долл.	Доходность к погашению, %	Текущая стоимость на основании доходности к погашению, долл.
0,50	6,25	5,8824	0,0800	6,0096
1,00	6,25	5,5363	0,0830	5,7618
1,50	6,25	5,2107	0,0890	5,4847
2,00	6,25	4,9042	0,0920	5,2210
2,50	6,25	4,6157	0,0940	4,9676
3,00	6,25	4,3442	0,0970	4,7040
3,50	6,25	4,0886	0,1000	4,4418
4,00	6,25	3,8481	0,1040	4,1663
4,50	6,25	3,6218	0,1060	3,9267
5,00	6,25	3,4087	0,1080	3,6938
5,50	6,25	3,2082	0,1090	3,4863
6,00	6,25	3,0195	0,1120	3,2502
6,50	6,25	2,8419	0,1140	3,0402
7,00	6,25	2,6747	0,1160	2,8384
7,50	6,25	2,5174	0,1180	2,6451
8,00	6,25	2,3693	0,1190	2,4789
8,50	6,25	2,2299	0,1200	2,3210

Окончание табл. 7.4

Срок погашения, лет	Денежный поток, долл.	Текущая стоимость при 12,5%, долл.	Доходность к погашению, %	Текущая стоимость на основании доходности к погашению, долл.
9,00	6,25	2,0987	0,1220	2,1528
9,50	6,25	1,9753	0,1240	1,9930
10,00	106,25	31,6046	0,1250	31,6046
Всего:		100,000		104,1880

Чтобы понять причины, по которым правительственный дилер имеет возможность получить эту прибыль, взгляните на третий столбец в табл. 7.4. В нем приведены цены, которые торговец ценными бумагами должен был бы заплатить за каждый денежный поток, купив весь пакет денежных потоков (т.е. купив облигацию). Например, рассмотрим купонные выплаты в размере 6,25 долл. в течение четырех лет. Купив 10-летнюю казначейскую облигацию с доходностью, равной 12,5%, дилер на самом деле выплачивает за каждый купон цену, составляющую 12,5% (6,25% за полгода) от каждой купонной выплаты, т.е. 3,8481 долл. Однако при условиях, лежащих в основе рисунка, инвесторы соглашались на более низкую доходность к погашению, равную 10,4% (5,2% за полгода), покупая казначейскую облигацию с нулевым купоном, до погашения которой оставалось четыре года. Таким образом, инвесторы были готовы заплатить 4,1663 долл. Итак, при каждой купонной выплате правительственный дилер получает прибыль, равную разнице между 4,1663 и 3,8481 долл., т.е. 0,3182 долл. Иначе говоря, общая прибыль за счет всех денежных потоков составит 4,1180 долл. В данном примере разделение купонов демонстрирует, что сумма частей больше, чем целое.

Предположим, что вместо наблюдаемой доходности к погашению, показанной в табл. 7.2, доходность, требуемая инвесторами, совпадает с теоретическими ставками спот, приведенными в табл. 7.3. В этом случае, применяя данные спот-ставки для дисконтирования каждого денежного потока, дилер получит от продажи казначейских облигаций с нулевым купоном 100 долл., что делает разделение на купоны невыгодным.

В рассмотренном выше примере цена казначейской облигации меньше ее теоретической цены. Предположим, что имеет место обратная ситуация: цена казначейской облигации выше ее расчетной теоретической цены. В таком случае инвестор может купить пакет казначейских бескупонных ценных бумаг, чтобы с его помощью воспроизвести денежный поток недооцененной рынком купонной казначейской облигации. Поступив подобным образом, инвестор получил бы доходность, превышающую купонную доходность казначейской облигации. Допустим, например, что рыночная цена 10-летней казначейской

облигации, описанной в примере (см. табл. 7.4), равна 106 долл. Покупая 20 ценных бумаг с нулевым купоном, перечисленных в табл. 7.4, стоимость которых в момент погашения равна величине денежного потока, указанной во втором столбце, инвестор фактически покупает 10-летнюю казначейскую ценную бумагу по 104,1880 долл., а не по 106 долл.

Процесс разделения облигации на купоны и последующее затем создание инвестором ценной бумаги с требуемой им доходностью предотвращает значительное отклонение фактической кривой спот-ставок по казначейским ценным бумагам с нулевым купоном от теоретической кривой спот-ставок. Чем чаще происходит разделение и восстановление ценной бумаги, тем ближе процентные ставки к теоретическим ставкам спот. Именно этот процесс наблюдается на рынке казначейских ценных бумаг.

Форвардные ставки

Представим себе инвестора, инвестиционный горизонт которого ограничен одним годом, располагающего двумя альтернативными возможностями вложения капитала.

Возможность 1 Купить однолетний казначейский вексель

Возможность 2 Купить шестимесячный казначейский вексель, дождаться его погашения, а затем перевложиться в еще один шестимесячный казначейский вексель

Если обе возможности за рассматриваемый период времени приносят инвестору одинаковую доходность, то можно выбрать любую из них. Инвестору известны спот-ставки как по шестимесячному, так и по однолетнему казначейским векселям. Однако он не знает, какую доходность будет предлагать шестимесячный казначейский вексель, который он сможет купить через полгода. Такая доходность называется *форвардной ставкой* (forward rate). Зная спот-ставки как по шестимесячному, так и по однолетнему казначейским векселям, мы хотели бы определить форвардную ставку по шестимесячному казначейскому векселю, которая приравнивала бы обе инвестиционные возможности. Она вычисляется довольно просто.

Однако в этом месте следует сделать краткое отступление и напомнить несколько зависимостей между текущей стоимостью и размером инвестиции. Во-первых, купив однолетний казначейский вексель, в конце первого года мы получим по нему 100 долл. В таком случае цена однолетнего казначейского векселя должна быть равной

$$\frac{100}{(1 + z_2)^2},$$

где z_2 — половина эквивалентной облигационной доходности исходя из теоретической годовой ставки спот².

Во-вторых, предположим, что мы купили шестимесячный казначейский вексель за X долл. Через шесть месяцев стоимость этой инвестиции должна быть равной

$$X(1 + z_1),$$

где z_1 — половина эквивалентной облигационной доходности исходя из теоретической шестимесячной ставки спот.

Пусть f — половина форвардной ставки (выраженная через эквивалентную облигационную доходность) по шестимесячному казначейскому векселю, который будет доступен через полгода. Если инвестор возобновит свои инвестиции, вновь купив вексель, то будущая денежная выручка, полученная в конце первого года благодаря вложению X долл., равна

$$X(1 + z_1)(1 + f).$$

В-третьих, с помощью этой формулы легко определить, какой должна быть величина X , чтобы инвестор получил 100 долл. через год. Для этого необходимо решить уравнение

$$X = \frac{100}{(1 + z_1)(1 + f)}.$$

Теперь мы готовы вернуться к задаче, стоящей перед инвестором, и проанализировать ситуацию. Оба варианта окажутся равноценными, если в любом случае, вложив X долл., инвестор получит в конце первого года 100 долл. Иначе говоря, варианты эквивалентны, если

$$\frac{100}{(1 + z_2)^2} = \frac{100}{(1 + z_1)(1 + f)}.$$

Решая это уравнение относительно f , приходим к выводу, что

$$f = \frac{(1 + z_2)^2}{(1 + z_1)^1} - 1.$$

Удваивая число f , мы получим эквивалентную облигационную доходность для шестимесячной форвардной ставки, которая будет установлена на рынке через шесть месяцев.

Проиллюстрируем эту формулу с помощью теоретических ставок спот, перечисленных в табл. 7.4. Из приведенных данных следует, что шестимесячная

² В расчетах используются полугодовые периоды, соответственно, в процедуре дисконтирования учитываются 2 полугодовых периода. — *Примеч. ред.*

и однолетняя спот-ставки по казначейскому векселю равны 0,080 и 0,083 соответственно, так что $z_1 = 0,0400$ и $z_2 = 0,0415$. Подставляя эти величины в формулу для вычисления величины f , получаем следующий результат.

$$f = \frac{(1,0415)^2}{1,0400} - 1 = 0,043.$$

Значит, форвардная ставка по шестимесячной казначейской ценной бумаге, выраженная через базис эквивалента облигации, равна 8,6% (т.е. $0,043 \times 2$). Эти результаты подтверждаются следующими вычислениями. Цена однолетнего казначейского векселя, стоящего в момент погашения 100 долл., равна

$$\frac{100}{(1,0415)^2} = 92,19 \text{ долл.}$$

Если инвестировать 92,19 долл. на шесть месяцев под шестимесячную ставку спот, равную 8%, то через шесть месяцев инвестор получит следующую сумму.

$$92,19 \times 1,0400 = 95,8776 \text{ долл.}$$

Если реинвестировать 95,8776 долл., вложив их на следующие полгода в шестимесячный казначейский вексель, обещающий 4,3% (т.е. 8,5% годовых), то в конце года объем выручки составит

$$95,8776 \times 1,043 = 100 \text{ долл.}$$

Итак, обе альтернативы приносят инвестору одинаковый доход, если доходность шестимесячного казначейского векселя через шесть месяцев составит 4,3% (т.е. 8,6% годовых по эквиваленту облигации). Это значит, что если этот уровень доходности является гарантированным, то обе альтернативы являются равноценными.

Для вычисления форвардной ставки мы использовали теоретические ставки спот. Форвардная ставка, определенная таким образом, называется *подразумеваемой* (implied forward rate).

Этот анализ можно применять и для более продолжительных сроков инвестиций. Совершенно не обязательно ограничиваться шестимесячным периодом. Кривую доходности можно применять для вычисления подразумеваемой форвардной ставки в любой будущий момент времени при любой глубине инвестиционного горизонта. Например, с ее помощью можно вычислить следующие величины.

- Двухлетняя подразумеваемая форвардная ставка через пять лет.
- Шестилетняя подразумеваемая форвардная ставка через два года.
- Семилетняя подразумеваемая форвардная ставка через три года.

Зависимости между спот-ставками и краткосрочными форвардными ставками

Предположим, что инвестор за 58,42 долл. приобретает пятилетнюю казначейскую бескупонную облигацию с номиналом в 100 долл. В качестве альтернативного варианта он мог бы купить шестимесячный казначейский вексель, а затем реинвестировать получаемые им выплаты каждые следующие полгода в течение пяти лет. Сумма, которую получит инвестор, зависит от значения шестимесячных форвардных ставок. Предположим, что инвестор действительно может реинвестировать получаемый им каждые шесть месяцев доход под подразумеваемые форвардные ставки. Попробуем определить, сколько долларов удастся накопить к концу пятого года. Подразумеваемые шестимесячные форвардные ставки можно вычислить на основе данных, приведенных в табл. 7.3. Пусть f_t — шестимесячная форвардная ставка, установленная на период, начинающийся через t полугодических периодов, считая от текущего момента. Тогда полугодические подразумеваемые форвардные ставки равны следующим величинам.

$$\begin{array}{llll} f_1 = 0,043000 & f_2 = 0,050980 & f_3 = 0,051005 & f_4 = 0,051770 \\ f_5 = 0,056945 & f_6 = 0,060965 & f_7 = 0,069310 & f_8 = 0,064625 \\ f_9 = 0,062830 & & & \end{array}$$

Инвестируя 54,48 долл. под шестимесячную ставку спот, равную 4% (т.е. 8% годовых в эквивалентной облигационной доходности), и реинвестируя выручку под указанные выше форвардные ставки, через пять лет инвестор получит следующую сумму.

$$58,48 \times 1,04 \times 1,043 \times 1,05098 \times 1,051005 \times 1,05177 \times 1,056945 \times \\ \times 1,060965 \times 1,069310 \times 1,064625 \times 1,06283 = 100 \text{ долл.}$$

Следовательно, если использовать подразумеваемые процентные ставки, то вложение 58,48 долл. позволит получить ту же самую сумму, что и при инвестировании в пятилетнюю бескупонную казначейскую облигацию под пятилетнюю спот-ставку. Этот пример показывает, что пятилетняя процентная ставка спот связана с текущей шестимесячной ставкой спот и подразумеваемыми шестимесячными форвардными ставками.

В целом зависимость между ставкой спот для t периодов, текущей шестимесячной ставкой спот и подразумеваемыми шестимесячными форвардными ставками имеет следующий вид.

$$z_t = [(1 + z_1)(1 + f_1)(1 + f_2)(1 + f_3) \dots (1 + f_{t-1})]^{1/t} - 1.$$

Почему инвестору важны форвардные ставки? Это объясняется следующими причинами. Прежде всего, их знание влияет на его инвестиционную политику. Кроме того, форвардные ставки играют ключевую роль при оценке облигаций с внутренними опционами.

Допустим, что инвестор желает инвестировать средства на один год (два шестимесячных периода), при этом текущая шестимесячная, или краткосрочная, ставка (z_1) равна 7%, а однолетняя (для двух периодов) ставка (z_2) равна 6%. Используя полученные выше формулы, инвестор может прийти к выводу, что, покупая двухпериодную ценную бумагу, он на самом деле заключает форвардный контракт на заем денег через шесть месяцев под 5%-ную ставку на следующие шесть месяцев. Если инвестор имеет основания считать, что в течение второго шестимесячного периода процентная ставка окажется выше 5%, то ему имеет смысл принять следующее инвестиционное решение: купить полугодовую долговую ценную бумагу с тем, чтобы, получив по истечении полугода выплаты по ней, reinvestировать доход и основную сумму на следующие шесть месяцев, заключив новый контракт.

Факторы, влияющие на форму временной структуры процентных ставок

Что мы увидим на рисунке, если попробуем изобразить временную структуру процентных ставок: зависимость значения доходности к погашению, или ставки спот, от взятых последовательно сроков погашения ценной бумаги? На рис. 7.1 продемонстрированы три вида кривых, иллюстрирующих различные варианты временной структуры процентных ставок. На рис. 7.1, а — растущая кривая. Иначе говоря, при увеличении срока погашения доходность монотонно возрастает. Как правило, этот вид кривой называется *нормальной*, или *возрастающей*, *кривой доходности* (normal, or upward-sloping yield curve). На рис. 7.1, б кривая доходности направлена вниз. Иначе говоря, при увеличении срока погашения доходность монотонно убывает. Как правило, этот вид кривой называется *обратной*, или *убывающей*, *кривой доходности* (normal, or downward-sloping yield curve). Наконец, на рис. 7.1, в изображена *плоская кривая доходности* (flat yield curve).

Для анализа кривой доходности разработаны две теории: *теория ожиданий* (expectations theory) и *теория сегментации рынка* (market-segmentation theory).

Существуют три разновидности теории ожиданий: *теория чистых ожиданий* (pure expectations theory), *теория ликвидности* (liquidity theory) и *теория предпочитаемой среды* (preferred-habitat theory). Все эти теории основаны на одном и том же предположении о поведении краткосрочных форвардных ставок, а также на гипотезе, что форвардные ставки по находящимся в обращении

(текущим) долгосрочным облигациям тесно связаны с рыночными ожиданиями относительно будущих краткосрочных ставок. Однако эти три теории различаются по составу факторов и способам, которыми они учитываются. В соответствии с теорией чистых ожиданий ожидаемые будущие краткосрочные ставки являются единственными систематическими факторами, влияющими на форвардные процентные ставки. В соответствии с теорией ликвидности и теорией предпочитаемой среды на форвардные процентные ставки влияют и другие факторы. Соответственно, две последние разновидности теории ожиданий называются *теориями ожидаемых отклонений* (biased expectations theories).

Теория чистых ожиданий

В соответствии с теорией чистых ожиданий ожидаемые будущие ставки зависят только от форвардных ставок. Таким образом, временная структура в определенный момент времени отражает текущие ожидания участников рынка относительно будущих краткосрочных ставок. С этой точки зрения возрастание временной структуры, показанное на рис. 7.1, *a* свидетельствует о следующем: рынок ожидает, что краткосрочные ставки в обозримом будущем будут возрастать. Аналогично плоская временная структура отражает ожидания рынка, участники которого считают, что в будущем краткосрочные ставки останутся постоянными. Убывающая временная структура означает, что участники рынка рассчитывают на монотонное убывание будущих краткосрочных ставок.

Проиллюстрируем эту теорию, показав, как ожидание роста в будущем краткосрочных ставок влияет на поведение участников рынка и приводит к растущему графику доходности. Предположим, что в начальный момент временная структура является плоской, а экономические новости свидетельствуют о будущем росте процентных ставок. Как же поведут себя участники рынка?

- Инвесторы, заинтересованные в долгосрочных вложениях, не станут покупать облигации с длительным сроком обращения, поскольку рано или поздно процентные ставки вырастут, цена облигаций упадет и инвестор понесет убытки. Вместо этого они переключат внимание на краткосрочные облигации. Как только начнется рост процентных ставок, они реинвестируют свой капитал под более высокие проценты.
- Спекулянты, ожидающие роста ставок, могут рассчитывать на падение цен долгосрочных облигаций и, следовательно, станут избавляться от них (если они у них есть) или займут “короткую” позицию (если их у них нет). (При росте процентных ставок цены долгосрочных облигаций падают. Поскольку спекулянты продают эти облигации без покрытия, они могут купить их в будущем по более низкой цене и закрыть свою позицию, получив прибыль.) Выручка, полученная от продажи долгосрочных

облигаций или продажи без покрытия долговременных облигаций, будет инвестирована в краткосрочные долговые обязательства.

- Заемщики, желающие получить средства на долгий период, могут получить дополнительный стимул к займу, поскольку при росте процентных ставок в будущем займы станут дороже.

Все эти факторы могут привести либо к падению чистого спроса, либо к повышению предложения долгосрочных облигаций, одновременно стимулируя увеличение спроса на краткосрочные долговые обязательства. Это повлечет за собой увеличение значений доходности долгосрочных облигаций по отношению к доходности краткосрочных. Иначе говоря, совместные действия инвесторов, спекулянтов и заемщиков вынудят толкать временную структуру в сторону повышения до тех пор, пока она не достигнет уровня ожидаемых будущих процентных ставок. Аналогичными рассуждениями можно показать, как неожиданное событие может породить ожидания более низких процентных ставок, которые, в свою очередь, обусловят снижение графика временной структуры процентных ставок.

К сожалению, теория чистых ожиданий имеет один серьезный недостаток. Она не учитывает риски, присущие инвестициям в облигации и подобные инструменты. Если бы форвардные ставки были идеальным инструментом предсказания будущих процентных ставок, то будущие цены облигаций были бы известны заранее. Доход за любой инвестиционный период был бы известен заранее и не зависел бы от срока погашения ценной бумаги и момента времени, в который инвестор пожелал бы избавиться от данного финансового инструмента. Однако, поскольку будущие процентные ставки, а значит, и цены облигаций в будущем остаются неопределенными, эти ценные бумаги становятся рискованными в том смысле, что их доходность на протяжении определенного инвестиционного горизонта является неизвестной.

Существуют два вида рисков, делающих доходность ценной бумаги на протяжении конкретного инвестиционного периода неопределенной. Первый риск — это неопределенность цены облигации в конце инвестиционного периода (ценовой риск). Например, инвестор, планирующий инвестировать средства на пять лет, может рассматривать три альтернативные возможности: 1) купить пятилетнюю облигацию и держать ее пять лет, 2) инвестировать средства в 12-летнюю облигацию и продать ее через пять лет и 3) приобрести 30-летнюю облигацию и продать ее через пять лет. Доход, полученный от продажи облигации во втором и третьем вариантах, является неопределенным, поскольку цена каждой долгосрочной облигации через пять лет заранее не известна. В варианте, предусматривающем покупку 12-летней облигации, ее цена будет зависеть от доходности семилетних долговых обязательств через пять лет, а цена 30-летней облигации будет зависеть от доходности 25-летних облигаций через пять лет. Поскольку

форвардные ставки, подразумеваемые текущей временной структурой для будущей семилетней облигации и будущей 25-летней облигации, не являются абсолютно точными прогнозными значениями фактических будущих ставок, цена обеих облигаций через пять лет остается неопределенной. Таким образом, существует *ценовой риск* (price risk): риск того, что цена облигации в конце инвестиционного горизонта окажется ниже ожидаемой. Как показано в главе 9, важной особенностью ценового риска является его увеличение с ростом сроков погашения облигаций.

Второй риск связан с неопределенностью ставки, под которую будет реинвестирована выручка, полученная по облигации в момент ее погашения. Этот риск называется *реинвестиционным риском* (reinvestment risk). Например, инвестор, планирующий вложить средства на пять лет, может анализировать три возможности: 1) купить пятилетнюю облигацию и держать ее пять лет, 2) инвестировать средства в шестимесячную ценную бумагу, погасить ее и реинвестировать выручку на следующие полгода, продолжая эти операции на протяжении пяти лет, и 3) приобрести двухлетнюю облигацию, погасить ее и реинвестировать выручку на оставшиеся три года. Риск, возникающий во втором и третьем вариантах, заключается в том, что доходность пятилетней инвестиции является неопределенной, поскольку ставки, под которые будет реинвестироваться выручка, заранее не известны.

Экономистами было предложено несколько интерпретаций теории чистых ожиданий. Эти интерпретации не эквивалентны и не согласованы одна с другой, поскольку по-разному решают проблемы, связанные с ценовым риском и реинвестиционным риском.³

Наиболее широкая интерпретация теории чистых ожиданий предполагает, что инвесторы ожидают одинаковых уровней доходности от любых инвестиций, сделанных на протяжении инвестиционного горизонта, независимо от выбора стратегии погашения.⁴ Например, представим себе инвестора, желающего вложить средства на пять лет. В соответствии с этой теорией при покупке он не делает различий между 5-, 12- и 30-летней облигациями и держит их на протяжении пяти лет, считая, что уровни их доходности на протяжении пяти лет будут одинаковыми. Основным недостатком этой слишком широкой интерпретации теории чистых ожиданий является нереальное условие, требующее, чтобы все инвестиции за рассматриваемый период имели одинаковую доходность. На самом деле вследствие ценового риска, связанного с приобретением

³ Эти интерпретации изложены в работах Cox J., Ingersoll J., Jr., and Ross S. A Re-Examination of Traditional Hypotheses about the Term Structure of Interest Rates // Journal of Finance (September 1981). — С. 769–799.

⁴ Lutz F. The Structure of Interest Rates // Quarterly Journal of Economics (1940–41). — С. 36–63.

облигаций, срок погашения которых уходит за инвестиционный горизонт, уровни ожидаемой доходности трех совершенно разных облигаций могут существенно различаться.⁵

Вторая интерпретация теории чистых ожиданий, получившая название *теория локальных ожиданий* (local-expectations), предполагает, что уровни доходности всех инвестиций являются одинаковыми в пределах одного и того же краткосрочного инвестиционного горизонта. Например, если инвестор собирается вложить средства на пять лет, купив 5-, 10- или 20-летнюю облигацию, то он получит одну и ту же шестимесячную доходность. В работах некоторых исследователей было показано, что теория локальных ожиданий, будучи более узкой, является единственной непротиворечивой интерпретацией теории чистых ожиданий.⁶

Третья интерпретация теории чистых ожиданий предполагает, что доходность, которую получит инвестор, пролонгировав краткосрочные облигации на протяжении определенного инвестиционного горизонта, совпадает с доходностью от владения облигацией с нулевым купоном, срок погашения которой совпадает с рассматриваемым периодом. (Облигация с нулевым купоном не подвержена реинвестиционному риску, поэтому будущие процентные ставки в пределах инвестиционного горизонта не влияют на доходность облигации.) Эта интерпретация называется *теорией ожиданий доходности к погашению* (return-to-maturity expectations). Например, допустим снова, что инвестор планирует вложить средства на пятилетний период. Если он купит пятилетнюю облигацию с нулевым купоном и станет владеть ею до погашения, то ее доходность окажется равной разности между стоимостью в момент погашения и ценой облигации, поделенной на цену облигации. В соответствии с теорией ожиданий доходности к погашению инвестор мог бы получить ту же самую доходность, купив шестимесячный финансовый инструмент и пролонгировав его на все пять лет. В настоящее время корректность всех описанных выше интерпретаций остается под вопросом.

Теория ликвидности

Как показано выше, основной недостаток теории чистых ожиданий заключается в игнорировании рисков, связанных с инвестированием в облигации. Несмотря на это мы только что доказали, что реальные риски присущи лишь владению долгосрочными облигациями в течение одного периода. Кроме того, по мере увеличения сроков погашения облигаций риски возрастают, поскольку сроки погашения и волатильность цен связаны между собой прямой зависимостью.

⁵ Cox, Ingersoll, and Ross, *там же*. С. 774–775.

⁶ *Там же*. С. 788.

Учитывая этот факт и резонно предполагая, что инвесторы не любят неопределенности, некоторые экономисты и финансовые аналитики предложили другую теорию: инвесторы предпочтут долгосрочные ценные бумаги, если их процентные ставки превышают средние ожидаемые будущие ставки на величину премии за риск, прямо зависящей от срока погашения.⁷ Иначе говоря, форвардные ставки должны отражать как ожидания процентных ставок, так и премию за ликвидность (представляющую собой премию за риск), причем эта премия по мере увеличения сроков погашения должна возрастать.

В соответствии с этой теорией, называемой *теорией ликвидности временной структуры* (liquidity of the term structure), подразумеваемые форвардные ставки не являются объективными показателями ожиданий рынка относительно будущих процентных ставок, поскольку они включают в себя премию за ликвидность. Таким образом, возрастающая кривая доходности может отражать ожидания того, что будущие процентные ставки могут либо увеличиться, либо остаться плоскими (или даже уменьшиться), но премия за ликвидность по мере увеличения сроков погашения будет расти достаточно быстро, поддерживая монотонное возрастание доходности.

Теория предпочитаемой среды

Другая теория, называемая *теорией предпочитаемой среды* (preferred-habitat theory), также отражает точку зрения исследователей, заключающуюся в том, что временная структура отражает ожидания будущих изменений процентных ставок одновременно с премией за риск. Однако эта теория отрицает предположение о том, что премия за риск растет одновременно со сроками погашения.⁸ Сторонники теории предпочитаемой среды считают, что последнее утверждение можно было бы принять, если бы все инвесторы стремились избавиться от своих ценных бумаг как можно быстрее, а все заемщики желали бы делать как можно более долгие займы. Это предположение можно отбросить, поскольку инвесторы, как правило, находятся в жестких временных рамках, обусловленных их обязательствами.

Теория предпочитаемой среды утверждает, что при дисбалансе спроса и предложения на ценные бумаги с определенным сроком погашения некоторые заимодавцы и заемщики будут вынуждены сдвинуть сроки погашения своих долгов, чтобы достичь равновесия. Однако они потребуют компенсацию за риск, отражающую степень их неприятия цены или реинвестиционного риска.

⁷ Hicks J.R. *Value and Capital*, 2nd ed. — London: Oxford University Press, 1946. С. 141–145.

⁸ Modigliani F. and Sutch R. Innovations in Interest Rate Policy // *American Economic Review* (May 1966). — С. 178–197.

Таким образом, эта теория объясняет форму кривой доходности ожиданиями будущих процентных ставок и премией за риск (положительной или отрицательной), которая должна компенсировать участникам рынка отклонение от привычных условий. Очевидно, что в соответствии с этой теорией кривая доходности может иметь любую форму: возрастающую, убывающую, плоскую и даже колоколообразную.

Теория сегментации рынка

По *теории сегментации рынка* (market-segmentation theory) инвесторы предпочитают действовать в среде, обусловленной природой их обязательств. Кроме того, этой теорией предполагается, что основными факторами, обуславливающими форму кривой доходности, являются условия управления активами/обязательствами, установленные регулируемыми органами или самими компаниями, а также решения кредиторов (заемщиков), ограничивающих себя избранными секторами рынка ценных бумаг с определенными сроками погашения.⁹ Однако теория сегментации рынка, в отличие от теории предпочитаемой среды, предполагает, что ни инвесторы, ни заемщики не желают переходить из одного сектора сроков погашения в другой для того, чтобы получить преимущество за счет возможностей, открывающихся благодаря разнице между ожидаемыми и форвардными ставками. Таким образом, в рамках теории сегментации рынка форма кривой доходности определяется спросом и предложением ценных бумаг внутри каждого сектора сроков погашения.

Резюме

В любой экономике присутствует определенная временная структура процентных ставок. Разница между уровнями доходности двух облигаций называется спредом доходности. Базовой процентной ставкой является доходность казначейской ценной бумаги. Спред между уровнями доходности неказначейской ценной бумаги и аналогичной казначейской ценной бумаги, выпущенной недавно, называется премией за риск. К факторам, влияющим на спред доходности, относятся: 1) тип эмитента (например, правительственная организация, корпорация, муниципалитет), 2) кредитоспособность эмитента, оцененная специализированными рейтинговыми агентствами, 3) срок погашения инструмента, 4) внутренние опционы (например, колл, пут или опцион на конверсию), 5) правила налогообложения процентного дохода на федеральном и муниципальном уровнях и 6) ожидаемая ликвидность облигации.

⁹ Эта теория была предложена в работе *Culbertson J.M. The Term Structure of Interest Rates // Quarterly Journal of Economics (November 1957). — С. 489–504.*

Зависимость между доходностью и сроком погашения называется временной структурой процентных ставок. Графическое изображение между уровнями доходности облигаций с одинаковыми кредитными рейтингами, но разными сроками погашения называется кривой доходности. Поскольку доходность казначейской ценной бумаги является базовой ставкой, служащей ориентиром для неправительственных облигаций, чаще всего изучаются кривые доходности казначейских облигаций.

При использовании кривых доходности казначейских облигаций необходимо определить доходность, по которой следует дисконтировать все денежные потоки по каждой облигации. Каждый денежный поток должен быть дисконтирован по отдельной процентной ставке, установленной на период времени, в течение которого он должен быть получен. Поскольку каждую облигацию можно рассматривать как пакет финансовых инструментов с нулевым купоном, ее стоимость должна быть равна стоимости всех ее компонентов с нулевым купоном. Ставка по облигации с нулевым купоном называется спот-ставкой или ставкой спот. Теоретическую кривую спот-ставок для казначейских ценных бумаг можно оценить по кривой доходности казначейских ценных бумаг, используя метод бутстрэппинга.

При определенных предположениях рыночные ожидания будущих процентных ставок можно экстраполировать по кривой теоретических ставок спот по казначейским ценным бумагам. Полученная форвардная ставка называется подразумеваемой.

Для объяснения факторов, влияющих на временную структуру, разработано несколько теорий: теория чистых ожиданий, теории ожидаемых отклонений (теория ликвидности и теория предпочитаемой среды), а также теория сегментации рынка. Все теории ожиданий основаны на гипотезе о том, что форвардные ставки, установленные на один период, представляют собой рыночные ожидания будущих реальных ставок. По теории чистых ожиданий кривая доходности зависит только от одного фактора, отражающего ожидания относительно будущих ставок. По теориям ожидаемых отклонений временная структура зависит и от других факторов.