

А.А. Сидоров

ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта», Москва

Количественная оценка процентного риска портфеля облигаций

Аннотация. В статье рассматривается проблема анализа чувствительности рыночной стоимости облигаций к изменению процентных ставок. Для решения поставленной проблемы предлагается модель, развивающая подход Ф. Маколея, основанный на анализе эластичности современной стоимости денежных потоков по облигации, ожидаемых к получению. Исследование опирается на такие общенаучные методы, как наблюдение, сравнение и формализация, а также специальные методы – экономико-математическое моделирование и статистический анализ. Рассмотрены существующие подходы к определению и анализу процентного риска, основанные на перспективном (дюрация Маколея, дополняющая дюрация) и ретроспективном (Value-at-Risk) анализах, выявлены их недостатки и ограничения применения. Предлагаемая в настоящей статье модель основана на сравнении дюрации как срока экономической жизни облигации со сроком ее погашения. Рассмотренный показатель относительной дюрации может быть интерпретирован как относительная скорость окупаемости вложений в конкретную облигацию: чем данный показатель выше, тем дольше относительно срока погашения окупаются инвестиции в облигацию. Но так как дюрация является функцией ставки дисконтирования, предлагаемый показатель может быть рассмотрен как универсальный индикатор, позволяющий, в отличие от дюрации Маколея, непосредственно сравнивать подверженность процентному риску различных облигаций вне зависимости от их срочности и структуры погашения, в чем и заключается новизна предлагаемой методики. Данная интерпретация обоснована статистическим анализом на выборке, включающем 20 облигаций, различающихся показателями дюрации. На основании осуществленного анализа предложена методика оценки процентного риска портфеля облигаций.

Ключевые слова: оценка рисков, облигации, процентный риск, дюрация Маколея, относительная дюрация, портфельные инвестиции.

Классификация JEL: C01, C02, C18.

DOI: 10.31737/2221-2264-2019-42-2-2

1. Понятие и сущность процентного риска облигации

Любые процессы и события в окружающем мире так или иначе связаны с рисками. Современное понимание категории риска обязано своим существованием таким исследователям начала XX в., как М. Фридман, Ф. Найт, К. Эрроу. Еще в 1921 г. Ф. Найт обратил внимание на риск как экономическую категорию, указав, что «вся подлинная прибыль связана с неопределенностью» (Knight, 1921).

Современное определение риска может быть сформулировано следующим образом: риск – это вероятность наступления таких событий под воздействием факторов внутренней и внешней среды, которые могут привести к позитивным или негативным изменениям экономического положения хозяйствующего субъекта.

Процентной ставкой называют обещанную ставку дохода по заимствованным средствам. Процентные ставки различаются в зави-

симости от характеристик видов заимствований (ставка процента – по вкладной, по кредиту и т.д.) (Боди, Мертон, 2007). Факторами, определяющими уровень процентных ставок, являются:

- расчетная денежная единица, т.е. денежная единица, в которой производятся платежи;
- срок платежа, т.е. время, в течение которого занятая сумма должна быть выплачена;
- риск неплатежа – вероятность невыполнения заемщиком своих обязательств.

Понимание такой категории, как риск, позволяет определить одну из сторон риска, возникающих в деятельности экономических субъектов, – процентного риска. Формально процентный риск определяется как риск убытков, которые могут понести инвесторы вследствие неблагоприятных изменений рыночных ставок процента.

Традиционно выделяют следующие формы процентного риска:

- *позиционный* – риск определенной позиции, возникающий при начислении процентов по плавающей ставке. К примеру, при увеличении ставок процента компания, которая привлекла заемные средства по плавающей процентной ставке, понесет убытки при ее росте;
- *структурный* – риск, отражающий неопределенность финансового состояния предприятия вследствие вероятных изменений рыночных ставок процента;
- *портфельный* – риск, отражающий изменение стоимости инвестиционного портфеля экономического субъекта вследствие изменения процентных ставок. При повышении ставок возможен массовый сброс инструментов с фиксированным доходом, эмитированных под более низкие проценты. Наоборот, при снижении ставок инвесторы стремятся покупать облигации, при этом уплачивая более высокий процент по сравнению со среднерыночным, что, в свою очередь, приводит к росту рыночной стоимости облигаций. Именно этот вид процентного риска является предметом настоящего исследования.

Наибольшее влияние процентный риск оказывает на средние и долгосрочные инструменты, однако в некоторых случаях (например, при высоких темпах инфляции) он важен и для краткосрочных инструментов.

Целью данной статьи является обоснование модели оценки процентного риска портфеля облигаций. Риск изменения цены облигации во многом связан с волатильностью ставок процента, в силу того что предполагаемые денежные потоки по облигации отстоят друг от друга во времени. Рост ставок процента как на макро-, так и на микроуровне, оказывает негативное воздействие на текущую ценность денежных потоков по облигации, а значит, на ее рыночную стоимость. Различные облигации по-разному реагируют на движение процентных

ставок, что делает анализ процентного риска интересным как с теоретической, так и с практической точек зрения. Эти различия объясняются следующими факторами:

- *срок до погашения облигации* – как правило, долгосрочные облигации более чувствительны к изменениям ставок процента, чем краткосрочные, так как эти изменения в большей мере затрагивают денежные потоки более отдаленного будущего;
- *купонные ставки* – чем выше купонные выплаты, тем больше денежные поступления в начале обращения облигации, следовательно, при изменении ставок процента текущая стоимость меняется в меньшей степени.

Кроме того, на процентный риск влияет и ряд других факторов (возможность досрочного погашения, конвертируемость и т.д.), делающих срок погашения данной облигации менее определенным.

Очевидно, что процентный риск составляет значительную часть общего риска облигации, что объясняет необходимость применения формальной меры такого риска, которая учитывала бы срок погашения, купонные выплаты (при их наличии) и прочие специфические черты ценных бумаг данного типа, упомянутые выше. Особенно актуален учет процентного риска для предприятий финансового сектора в силу непосредственной связи их операционной деятельности и динамики ставок процента. В силу всего вышесказанного можно определить процентный риск как возможность реализации таких событий, которые могут привести к положительному или отрицательному изменению состояния экономического агента, вследствие тех или иных изменений уровня рыночных ставок процента.

2. Дюрация – мера процентного риска

Традиционно процентная ставка определяется как относительная стоимость пользования заемным капиталом, определяющая объем расходов заемщика или доходов кредитора. В современной литературе накопилось значительное число разработок, анализирующих показатель дюрации в качестве меры чувствительности стоимости финансовых инструментов к движению процентных ставок (Соколов, 2013). Настоящая статья является логическим развитием данных разработок и уточняет модель оценки процентного риска портфеля облигаций.

Рассмотрим изменение рыночной цены облигации при незначительном изменении процентной ставки. В общем виде рыночная стоимость облигации определяется как стоимость ожидаемого денежного потока, приведенного к текущему моменту времени:

$$P = \sum_{u=1}^t \frac{CF_u}{(1+r)^{t_u}}, \quad (1)$$

где CF_u – денежный поток u ; r – ставка дисконтирования.

Найдем первую производную цены облигации по ставке процента:

$$\frac{dP}{dr} = -\frac{CF_1}{(1+r)^2} - \frac{2CF_2}{(1+r)^3} - \dots - \frac{n CF_n}{(1+r)^{n+1}} \quad (2)$$

или

$$\frac{dP}{dr} = -\frac{1}{1+r} \sum_{u=1}^t \frac{u CF_u}{(1+r)^{u+1}}. \quad (3)$$

Разделив обе части равенства (3) на P , получим показатель, характеризующий приблизительное изменение цены облигации:

$$\frac{1}{P} \times \frac{dP}{dr} = -\frac{1}{1+r} \left(\sum_{u=1}^t \frac{u CF_u}{(1+r)^{u+1}} \times \frac{1}{P} \right). \quad (4)$$

Величину в скобках называют дюрацией Маколея и обозначают D (Шарп, Александер, 2001). Она определяется как средневзвешенный срок поступления потока платежей, где весами выступают дисконтированные стоимости денежных потоков (Соколов, 2013):

$$D = \sum_{u=1}^t \frac{u CF_u}{(1+r)^{u+1}} \left(\sum_{u=1}^t \frac{CF_u}{(1+r)^{u+1}} \right)^{-1}. \quad (5)$$

Этот показатель охватывает все параметры, влияющие на чувствительность рыночной стоимости облигации. Заметим, что дюрация бескупонной облигации совпадает со сроком платежа, в то время как при наличии купонных выплат срок платежа всегда больше дюрации. Из равенства (4) следует, что

$$D = -\frac{dP}{P} / \frac{d(1+r)}{1+r}, \quad (6)$$

т.е. дюрация представляет собой эластичность цены облигации относительно величины $1+r$, взятую с обратным знаком. При известной величине дюрации инвестору нетрудно оценить вероятные движения цен облигаций при изменениях рыночных ставок процента, которые и составляют сущность процентного риска. Как отмечено выше, наименьшим процентным риском будут обладать бескупонные облигации, так как их дюрация равна сроку до погашения, т.е. рыночная стоимость облигации с шестилетней дюрацией колеблется сильнее колебаний стоимости облигации с трехлетней дюрацией при одном и том же изменении рыночной ставки процента.

Таким образом, в современном финансовом анализе дюрация описывает сразу несколько характеристик облигации – дюрация представляет:

- 1) средневзвешенный горизонт инвестирования, дающий возможность сравнивать облигации по срокам исполнения обязательств;
- 2) меру чувствительности стоимости облигации к рыночной ставке процента;
- 3) оценку риска вложений в данную облигацию.

Так как облигация является инструментом с фиксированным доходом, то текущая стоимость потоков платежей по ней зависит только от ставки дисконтирования. Тем не менее в качестве меры

процентного риска дюрация имеет ряд недостатков. В частности, ее расчет предполагает независимость доходности от срока погашения, т.е. считается, что краткосрочные процентные ставки изменяются так же, как и долгосрочные (Дарушин, 2015). Кроме того, в данной статье рассматривается возможность оценки риска только для безопционных облигаций – при исполнении встроженных опционов изменяется ожидаемый денежный поток, а следовательно, и чувствительность к процентным ставкам.

3. Современные методы анализа процентного риска

Одной из стратегий инвестирования в облигации, направленной на уменьшение процентного риска, является иммунизация – пассивная стратегия, подразумевающая формирование портфеля облигаций, не чувствительных к движению рыночных ставок процента. Основная идея данного подхода состоит в том, что дюрация портфеля должна быть равна дюрации имеющихся у инвестора обязательств. Например, если держатель портфеля должен уплатить некоторую сумму единовременным платежом через три года, дюрация его портфеля также должна быть равна трем годам.

Считается, что портфель иммунизирован, если выполняются следующие требования:

- 1) фактическая средняя геометрическая доходность за период инвестирования в процентах годовых должна быть не ниже доходности к погашению в момент формирования портфеля;
- 2) сумма, получаемая инвестором за период владения, не ниже потенциального дохода от размещения первоначально инвестированной стоимости и реинвестирования купонов в банке под процент, равный исходной доходности портфеля к погашению;
- 3) современная стоимость портфеля облигаций и его дюрация соответственно равны современной стоимости и дюрации обязательных выплат, для обеспечения которых был сформирован портфель.

Эти условия выполняются, если дюрация портфеля равна запланированному инвестором периоду владения, следовательно, наиболее простой способ иммунизации – вложение средств в бескупонные облигации.

Стратегия иммунизации имеет следующие недостатки и ограничения. Прежде всего она не учитывает возможность досрочного отзыва или прекращения платежей по облигациям. Кроме того, предполагается, что облигации, вне зависимости от ее длительности, оцениваются в каждый момент времени по одной ставке процента, и даже при предположении об изменении ставок считается, что для всех облигаций доходности к погашению изменяются на одну и ту же величину (Шарп, 2001).

Следующим методом анализа процентного риска является подход, использующий так называемую дополняющую дюрацию – разность между срочностью облигации и ее дюрацией. Можно показать, что она представляет собой меру эластичности наращенной (а не текущей) стоимости денежных потоков по облигации по ставке реинвестирования (Дарушин, 2014). Расчет дополняющей дюрации аналогичен расчету дюрации Маколея, но с измененными показателями сроков. Наращенная стоимость денежных потоков по облигации равна

$$FV = \sum_{j=1}^t CF_j(1+r)^{t-j}. \quad (7)$$

Тогда формула для расчета эластичности наращенной стоимости выглядит следующим образом:

$$E_r^{FV} = \frac{dFV}{dr} \times \frac{1+r}{FV}. \quad (8)$$

Аналогично выводу формулы дюрации Маколея продифференцируем наращенную стоимость по ставке процента:

$$\frac{dFV}{dr} = (t-1)CF_1(1+r)^{t-2} + (t-2)CF_2(1+r)^{t-3} + \dots + CF_{t-1}. \quad (9)$$

Подставив значение производной в формулу для расчета эластичности, получим

$$E_r^{FV} = \left\{ (t-1)CF_1(1+r)^{t-1} + (t-2)CF_2(1+r)^{t-2} + \dots + CF_{t-1}(1+r) \right\} / FV. \quad (10)$$

Таким образом, эластичность наращенной стоимости облигации по ставке процента равна средневзвешенному сроку реинвестирования выплат по облигации, причем весами являются доли текущей стоимости выплат в стоимости облигации. Сложив рассчитанную эластичность с дюрацией Маколея, получим

$$\begin{aligned} E_r^{FV} + D &= \sum_{k=1}^t (t-k) \frac{CF_k}{P(1+r)^k} + D = \sum_{k=1}^t (t-k) \frac{CF_k}{P(1+r)^k} + \sum_{u=1}^t u \frac{CF_u}{P(1+r)^u} = \\ &= (t-1) \frac{CF_1}{P(1+r)^1} + \dots + \frac{CF_{t-1}}{P(1+r)^{t-1}} + \frac{CF_1}{P(1+r)^1} + \dots + t \frac{CF_t}{P(1+r)^t} = t, \end{aligned} \quad (11)$$

или

$$E_r^{FV} + D = t. \quad (12)$$

Показатель $SD = E_r^{FV}$ называется дополняющей дюрацией. Использование этого показателя связано с теми же ограничениями, что и в случае с дюрацией Маколея.

Существует модель оценки процентного риска, основанная на методологии *Value at Risk (VaR)* (Уколов, 2018). В общем случае стоимостная мера риска *VaR* определяется как верхняя граница ожидаемых в течение периода времени с определенной вероятностью денежных потерь. *VaR* по облигации можно разделить на две составляющие – общий процентный риск по облигации, обусловленный изменениями стоимости денег, и специальный процентный риск, вызванный изменением уровня кредитного риска эмитента. Обозначим вероятность потерь выше ожидаемой величины через α :

$$VaR_{total} = VaR_{general} + VaR_{specific} \quad (13)$$

где

$$VaR_{general}(\alpha, T) = -Per((D_k), \alpha) \sqrt{T}; \quad (14)$$

$D_k = (PV_k - PV_{k-1}) / PV_{k-1} - 1$ – однодневный прирост текущей стоимости облигаций; $Per((D_k), \alpha)$ – перцентиль нормального распределения;

$$VaR_{specific} = \frac{PV^{yc} - PV^{yc+sp}}{PV^{yc}} \sqrt{T}; \quad (15)$$

PV^{yc} – расчетная стоимость инструмента по безрисковой ставке на момент расчета; PV^{yc+sp} – расчетная стоимость инструмента по безрисковой ставке на момент расчета, смещенной на потенциальное изменение кредитного спреда.

Недостаток этой модели состоит в том, что необходимо собрать достаточное количество исторических данных, при том что прогнозирование на их основе может быть ненадежным. Существуют и другие модели оценки VaR . Их общий недостаток состоит в том, что они не дают информацию о возможных значениях потерь за пределами порога вероятности $1 - \alpha$. Кроме того, так как ожидаемый доход по облигации фиксирован, а на изменение цен облигаций влияет не только движение процентных ставок, применение перспективного анализа (на основе дюрации) более предпочтительно, чем использование статистических методов.

4. Относительная дюрация

Дюрация Маколея оценивает средний срок жизни финансового инструмента, т.е. времени, в течение которого данный инструмент приносит доход. Так как срок экономической жизни облигации непосредственно зависит от срочности инструмента, невозможно сравнивать подверженность облигации процентному риску лишь на основании дюрации. Следовательно, логичным представляется сопоставление дюрации со сроком до погашения облигации. Такое сопоставление достигается за счет возможности сбалансировать ценовой риск с риском реинвестирования (последний состоит в том, что при падении ставок растет стоимость облигации, а процент от реинвестирования купонов уменьшается). Введем для облигации j показатель относительной дюрации V_j , где

$$V_j = D_j / t_j, \quad (16)$$

D_j – дюрация облигации j ; t_j – срок до погашения облигации j .

Как дюрация, так и срочность являются временными характеристиками облигации, однако срок до погашения – величина фиксированная, в то время как дюрация является функцией ставки процента. Заметим: поскольку дюрация сама по себе зависит от срочности облигации, отношение (16), то и дюрация отражает процентный риск облигации и при этом позволяет непосредственно сравнивать процентные риски различных инструментов с фиксированным доходом, в том числе и отличающихся сроками погашения.

Формула (16) позволяет перейти от оценки индивидуального процентного риска к оценке процентного риска портфеля облигаций. Определим срочность портфеля облигаций как средний срок поступления дохода от портфеля:

$$T_p = \sum_j t_j Q_j / \sum_j Q_j, \quad (17)$$

где Q_j – позиция по облигации j ; $\sum_j Q_j$ – объем портфеля облигаций (Брусов и др., 2014).

Дюрация портфеля облигаций представляет собой средневзвешенную дюрацию всех облигаций портфеля:

$$D_p = \sum_j Q_j D_j / \sum_j Q_j. \quad (18)$$

Теперь аналогично формуле (16) можно ввести показатель процентного риска долгового портфеля V_r^B :

$$V_r^B = \frac{D_p}{T_p} = \left(\sum_j Q_j D_j / \sum_j Q_j \right) / \left(\sum_j t_j Q_j / \sum_j Q_j \right) = \sum_j Q_j D_j / \sum_j Q_j t_j. \quad (19)$$

Таким образом, мы получили, что процентный риск портфеля облигаций может быть оценен как отношение средневзвешенной дюрации к средневзвешенной срочности облигаций, составляющих данный портфель. Чем выше величина V_r^B , тем сильнее портфель облигаций реагирует на изменение процентных ставок. Далее эта связь будет проиллюстрирована на конкретном примере.

5. Сравнительный анализ волатильности рыночной стоимости облигаций

Как правило, в регрессионно-корреляционном анализе рекомендовано использовать по крайней мере от 10 до 20 наблюдений на одну переменную, так как в противном случае велика вероятность получения ненадежных результатов (Валеев и др., 2010). Для расчетов отберем 20 облигаций, различающихся показателями дюрации (табл. 1). Данные за период с 19 октября 2017 г. по 18 октября 2018 г. приведены по данным Интернет-проекта «Информационного Агентства Финмаркет» Rusbonds (Анализ облигаций..., 2018). В качестве процентной ставки возьмем средневзвешенные фактические ставки по кредитам, предоставленные московскими банками (MIACR) (Показатели ставок..., 2018).

Согласно результатам расчетов наибольшим процентным риском обладают облигации ПАО «Транснефть» (RU000A0JWMS6)), наименьшим – облигации «Фольксваген банк РУС» (RU000A0JWMT4). Проверим эти результаты с помощью эконометрических методов. Предварительно необходимо сделать замечание, что рыночные агенты никогда не реагируют на движение процентных ставок мгновенно. Следовательно, для целей дальнейшего анализа необходимо ввести временной лаг: сместим значения однодневных доходностей по облигациям на один день вперед.

Определим для каждой облигации значение коэффициента корреляции относительно однодневной ставки годового процента МІАСR, переведенной в дневную, и определим связь между показателями относительной дюрации и рассчитанными коэффициентами корреляций облигаций (Статистика..., 2018):

$$cor_{ij} = cov_{ij} / (\sigma_i \sigma_j), \quad (20)$$

где cov_{ij} – ковариация между уровнем ставки процента i и стоимостью облигации j ; σ_j – стандартное отклонение доходности актива j ; σ_i – стандартное отклонение значения ставки процента.

Таблица 1

Исходные данные и результаты расчета процентного риска облигаций

Выпуск	Эмитент	Номинал, руб.	Доходность к погашению, %	Дюрация Макеллея, дней	Период обращения, дней	Относительная дюрация
RU000A0JQ557	ПАО «Газпром нефть»	1000	0,22	945	3640	0,26
RU000A0JV1Y1	ПАО «Нефтяная компания «Роснефть»»	1000	7,11	1716	3640	0,47
RU000A0JUSH0	АО «ЮниКредит Банк»	1000	7,43	209	1820	0,11
RU000A0JXPN8	ПАО «Ростелеком»	1000	8,13	1063	3640	0,29
RU000A0JWBH2	ООО «ЕвразХолдинг Финанс»	1000	7,97	716	1820	0,39
RU000A0JWBK6	ОАО «СИБУР Холдинг»	1000	7,89	734	3640	0,20
RU000A0JQCR1	ПАО «Транснефть»	1000	7,12	265	3640	0,07
RU000A0JWMS6	ПАО «Транснефть»	1000	7,44	1325	2548	0,52
RU000A0JS4M5	Минфин РФ	1000	6,93	55	2548	0,02
RU000A0JRHG1	ПАО «Акрон»	1000	6,62	477	3640	0,13
RU000A0JWEZ8	ПАО «Московская объединенная электросетевая компания»	1000	3,74	115	3640	0,03
RU000A0JRHF3	ПАО «Акрон»	1000	7,42	483	3640	0,13
RU000A0JXSS1	ПАО «Акрон»	1000	8,33	962	3640	0,26
RU000A0JW1G7	ОАО «РОСНАНО»	1000	7,08	1198	2548	0,47
RU000A0JWV89	ПАО «Акрон»	1000	8,20	589	3640	0,16
RU000A0JWMT4	ООО «Фольксваген банк РУС»	1000	8,33	12	915	0,01
RU000A0JRTN2	Государственная корпорация развития «ВЭБ.РФ» (Внешэкономбанк)	1000	7,58	423	3640	0,12
RU000A0JUFPO	ПАО АКБ «Бинбанк»	1000	10,13	409	1833	0,22
RU000A0JWVS7	АО «Банк Интеза»	1000	7,84	272	1092	0,25
RU000A0JX439	ПАО «Челябинский трубопрокатный завод»	1000	8,47	667	1456	0,46

Источники: Анализ облигаций..., 2018; расчеты автора на основании данных ИА «Финмаркет».

Аналогично оценим тесноту связи между показателями относительной дюрации и рассчитанными коэффициентами корреляции. Результаты расчетов представлены в табл. 1–2.

Линейный коэффициент корреляции равен $\text{corr}_{V_B, \text{corr}_{ij}} = 0,74$, что согласно шкале Чеддока свидетельствует о тесной корреляционной связи между показателями относительной дюрации и коэффициентами корреляции рыночных стоимостей рассматриваемых облигаций относительно процентной ставки (Кайль, 2013).

Оценим статистическую значимость рассчитанного коэффициента корреляции на основании t-критерия Стьюдента при уровне значимости 5%. Соответствующее критическое значение данного

Таблица 2

Результаты верификации показателя относительной дюрации

Выпуск	Эмитент	Относительная дюрация	Коэффициент корреляции
RU000A0JQ557	ПАО «Газпром нефть»	0,26	0,32
RU000A0JV1Y1	ПАО «Нефтяная компания «Роснефть»»	0,47	0,30
RU000A0JUSH0	АО «ЮниКредит банк»	0,11	0,02
RU000A0JXPN8	ПАО «Ростелеком»	0,29	0,24
RU000A0JWBH2	ООО «ЕвразХолдинг Финанс»,	0,39	0,27
RU000A0JWBK6	ОАО «СИБУР Холдинг»	0,20	0,10
RU000A0JQCR1	ПАО «Транснефть»	0,07	-0,02
RU000A0JWMS6	ПАО «Транснефть»	0,52	0,51
RU000A0JS4M5	Минфин РФ	0,02	-0,38
RU000A0JRHG1	ПАО «Акрон»	0,13	-0,03
RU000A0JWEZ8	ПАО «Московская объединенная электросетевая компания»	0,03	0,11
RU000A0JRHF3	ПАО «Акрон»	0,13	-0,10
RU000A0JXSS1	ПАО «Акрон»	0,26	-0,04
RU000A0JW1G7	ОАО «РОСНАНО»	0,47	0,16
RU000A0JWV89	ПАО «Акрон»	0,16	0,11
RU000A0JWMT4	ООО «Фольксваген банк РУС»	0,01	-0,01
RU000A0JRTN2	Государственная корпорация развития «ВЭБ.РФ» (Внешэкономбанк)	0,12	0,03
RU000A0JUFP0	ПАО АКБ «Бинбанк»	0,22	0,02
RU000A0JWVS7	АО «Банк Интеза»	0,25	0,37
RU000A0JX439	ПАО «Челябинский трубопрокатный завод»	0,46	0,23

Источники: Анализ облигаций..., 2018; расчеты автора на основании данных ИА «Финмаркет».

критерия равно $t_{\text{крит}} = 2,1009$, фактическое значение составляет $t_{\text{расч}} = \text{corr}_{ij} \sqrt{n-2} / \sqrt{1 - \text{corr}_{ij}^2} = 4,6017$. Так как фактическое значение превышает критическое, рассчитанный коэффициент корреляции статистически значим.

6. Заключение

Под процентным риском в общем случае понимается риск убытков, которые могут понести инвесторы вследствие неблагоприятных изменений рыночных ставок процента. Применительно к инструментам с фиксированным доходом процентный риск принято определять с помощью эластичности рыночной стоимости данного инструмента относительно процентной ставки, т.е. дюрации. В данной статье предложен метод уточнения такой оценки с помощью учета такого фактора, как срочность инструмента. Представленный показатель относительной дюрации позволяет не только оценить чувствительность рыночной стоимости облигации к изменениям процентных ставок, но и непосредственно сравнивать процентные риски различных облигаций между собой.

Вышеприведенный экономико-статистический анализ подтверждает возможность использования показателя относительной дюрации в качестве меры процентного риска, как предполагалось в предыдущем разделе данной статьи: чем выше относительная дюрация, тем сильнее изменяется рыночная стоимость облигации в зависимости от изменения рыночных ставок процента. Таким образом, эти выводы могут быть использованы как в научных целях, так и при разработке инвестиционной политики предприятий и организаций.

ЛИТЕРАТУРА

- Анализ облигаций – Rusbonds (2018) [Электронный ресурс] // *Облигации в России – Rusbonds*. ИА «Финмаркет». Режим доступа: <http://www.rusbonds.ru/>, свободный. Загл. с экрана. Яз. рус. (дата обращения: октябрь 2018 г.).
- Боди З., Мертон Р.** (2007). *Финансы*. М.: Издательство Вильямс.
- Брусов П.Н., Филатова Т.В., Орехова Н.П.** (2014). *Справочник по финансовой математике*. М.: ИНФРА-М.
- Валеев Н.Н., Аксянова А.В., Гадельшина Г.А.** (2010). *Теория и практика эконометрики: учебное пособие*. Казань: издательство Казанского государственного технологического университета.
- Дарушин И.А.** (2014). Оценка риска реинвестирования облигации. Дополняющая дюрация // *Финансы и кредит*. № 24 (600). С. 9–17.
- Дарушин И.А.** (2015). *Финансовый инжиниринг: инструменты и технологии*. Монография. М.: Проспект.
- Кайль Я.Я.** (2015). *Эконометрика*. Волгоград: Издательство ВолГУ.
- Показатели ставок межбанковского рынка с 01.08.2000 (2018). [Электронный

ресурс] // Банк России. Режим доступа: http://www.cbr.ru/hd_base/mkr/mkr_base/, свободный. Загл. с экрана. Яз. англ. (дата обращения: декабрь 2018 г.).

Соколов Б.И. (2013). Дюрация как мера чувствительности стоимости финансового инструмента к изменению процентной ставки // *Проблемы современной экономики*. № 3 (43). С. 249–253.

Статистика. Процентные ставки и структура кредитов и депозитов по срочности // Банк России (2018). [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.cbr.ru/statistics/?PrId=int_rat, свободный. Загл. с экрана. Яз. рус. (дата обращения: октябрь 2018 г.).

Уколов А.И. (2018). Оценка рисков: учебник. Москва, Берлин: Директ-Медиа.

Шарп У., Александер Г. (2001). Инвестиции. М.: ИНФРА-М.

Книгт Ф.Н. (1921). Risk, Uncertainty and Profit. Boston: Houghton Mifflin Co.

Поступила в редакцию 1.12.2018 г.

REFERENCES (with English translation or transliteration)

Bodie Z., Merton R.C. (2007). Finance. Moscow: Williams (in Russian).

Bonds Analysis – Rusbonds // *Bonds in Russia – Rusbonds*. Finmarket. Available at: <http://www.rusbonds.ru/> (accessed: October 2018, in Russian).

Brusov P.N., Filatova T.V., Orehova N.P. (2014). Handbook on Financial Mathematics: Training Manual. Moscow: Infra-M (in Russian).

Darushin I.A. (2014). Risk Assessment of Bond Reinvestment. Complimentary Duration. *Finance and Credit*, 24 (600), 9–17 (in Russian).

Darushin I.A. (2015). Financial Engineering: Instruments and Technologies. Monograph. Moscow: Prosect (in Russian).

Interbank Market Rates from 1.08.2000 (2018). Bank of Russia. Available at: http://www.cbr.ru/hd_base/mkr/mkr_base/ (accessed: October 2018, in Russian).

Kajl J.J. (2015). Econometrics. Volgograd: Volgograd State University Publishing House (in Russian).

Knight F.H. (1921). Risk, Uncertainty and Profit. Boston: Houghton Mifflin Co.

Sharp U., Aleksander G. (2001). Investments. Moscow: INFRA-M (in Russian).

Sokolov B.I. (2013). Duration as a Measure of the Sensitivity of the Value of a Financial Instrument to Interest Rate Changes. *Problems of Modern Economics*, 3 (43), 249–253 (in Russian).

Statistics. Interest Rates and Structure of Loans and Deposits by Maturity. Bank of Russia (2018). Available at: http://www.cbr.ru/statistics/?PrId=int_rat (accessed: October 2018, in Russian).

Ukolov A.I. (2018). Risk Assessment. Moscow, Berlin: Direct-Media (in Russian).

Valeev N.N., Aksyanova A.V., Gadelshina G.A. (2010). Theory and Practice of Econometrics: Training Manual. Kazan: Kazan State Technological University Publishing House (in Russian).

Received 01.12.2018

A.A. Sidorov

Department of Finance and Credit, Russian University of Transport,
Moscow, Russia

The Measuring of Interest Rate Risk of Bond Portfolio

Abstract. This article considers the sensitivity to interest rates changes of market value of the bonds. In order to address this problem the model developing F. Macaulay's approach based on the analysis of elasticity of present value of the cash flows on the bond expected to receiving is offered. The research leans on such general scientific methods as observation, comparison and formalization and such special methods as economic-mathematical modeling and the statistical analysis. Modern approaches to definition and analysis of interest rate risk based on perspective (Macaulay duration, complimentary duration) and retrospective (Value-at-Risk) analysis considered. The disadvantages and limitations of using these models described. The present article considers the model based on comparing the duration as a bond's length of economic life with the extension to its maturity. Relative duration could be interpreted as a relative payback of investments in bonds rate. On the other hand, this indicator rather than Macaulay's duration could be interpreted as a interest risk comparison ratio which does not depend on bonds terms and structure of the maturities which is the novelty of this methodology. This interpretation is proved by the statistical analysis of sample of 20 bonds with different levels of duration. The technique of the evaluation of interest rate risk of portfolio of debt market-base instruments is suggested.

Keywords: *risk assessment, bonds, interest rate risk, Macaulay duration, relative duration, portfolio investment.*

JEL Classification: C01, C02, C18.

DOI: 10.31737/2221-2264-2019-42-2-2