



ООО «Cbonds.Ru»

Санкт-Петербург, Пироговская наб., д. 21

Телефон: +7 (812) 336-97-21

<http://www.cbonds-group.com>

## Облигационный калькулятор

Облигационный калькулятор предназначен для расчета аналитических показателей, используемых при оценке облигаций. Инструмент позволяет рассчитывать цены, накопленный купонный доход, различные виды доходностей облигаций, дюрацию, а также показатели модифицированной дюрации, кривизны, PVBP, дающие возможность анализировать волатильность инструментов долгового рынка и оценивать изменение цены облигации при изменении доходности.

Интерфейс программы позволяет просматривать ключевые параметры по выпуску и моделировать их. Предусмотрена также возможность не только анализа обращающихся на рынке облигаций, но и моделирования денежных потоков по облигации и создания собственных моделей.

### ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

#### Классификация облигаций

#### Номинал облигации

#### Лот кратности

#### Минимальная деноминация

#### Минимальный торговый лот

#### Накопленный купонный доход

#### Методы расчета количества дней между датами

### ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

### РАССЧИТЫВАЕМЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

#### Доходность облигации

Доходность к погашению

*Эффективная доходность к погашению*

*Номинальная доходность к погашению*

*Простая доходность к погашению*

Доходность к оферте

Текущая доходность

*Скорректированная текущая доходность*

#### Волатильность, дюрация, выпуклость

Лет до погашения

Дюрация Маколея

Модифицированная дюрация

Стоимость одного базисного пункта

Выпуклость

### РАБОТА С КАЛЬКУЛЯТОРОМ

# Термины и определения

## Классификация облигаций

**Облигация** – ценная бумага, содержащая обязательство эмитента выплатить ее владельцу (кредитору) номинальную стоимость или иной имущественный эквивалент по окончании установленного срока. Облигация может также предусматривать право ее владельца на получение указанного в ней процента от номинальной стоимости, либо иные имущественные права.

**Еврооблигация** - ценная бумага, выпущенная на внешнем (международном, оффшорном) рынке облигаций со следующими характеристиками: андеррайтерами являются международные синдикаты, размещение проводится одновременно среди инвесторов нескольких стран, выпускаются вне юрисдикции какой-либо страны и могут не регистрироваться. Бумаги, выпущенные одновременно на внутреннем и внешнем рынке, называют глобальными облигациями.

**Иностранная облигация** - облигация, выпущенная на внутреннем рынке ценных бумаг другой страны. Эмитенты рынка иностранных облигаций не имеют юридической регистрации в стране, в которой выпускается и торгуется облигация.

### ***В зависимости от сектора:***

1. Государственные
2. Муниципальные
3. Корпоративные

### ***В зависимости от способа выплаты процентов:***

1. Процентные облигации:
  - купонные облигации (облигации с периодическими выплатами купона)
  - облигации с кумулятивным купоном (при погашении инвестор получает номинальную стоимость облигации и совокупный купонный доход)
2. Бескупонные облигации (облигации с нулевым купоном). При выпуске бескупонных облигаций доход по ним выплачивается, как правило, в форме разницы между номиналом облигации и ценой ее размещения

### ***В зависимости от способа формирования дохода:***

1. Облигации с фиксированным постоянным купоном
2. Облигации с фиксированным переменным купоном
3. Облигации с «плавающим» купоном
4. Индексируемые облигации

### ***По способу погашения номинала:***

1. Облигации с погашением номинала разовым платежом в конце срока
2. Облигации с распределением погашения во времени (амортизационные)

### ***В зависимости от возможности досрочного погашения облигации:***

1. Облигации без права досрочного погашения
2. Облигации со встроенным колл-опционом (отзывные, погашение по инициативе эмитента). По данным облигациям эмитент имеет право полностью или частично вернуть долг до установленной даты погашения.
3. Облигации со встроенным пут-опционом, среди которых выделяют:
  - а) облигации с правом досрочного погашения по инициативе инвестора

Держатель имеет право погасить облигацию по заранее установленной цене в заранее определенную дату.

б) облигации с правом обратной продажи (досрочного выкупа) по инициативе инвестора (аналогом в России служат облигации с выставленной безотзывной офертой, которые сохраняют возможность обращаться после продажи). Держатель таких облигаций имеет право продать их эмитенту по заранее установленной цене в заранее определенную дату.

#### **В зависимости от срока погашения:**

1. Срочные
2. Бессрочные:
  - с call-опционом
  - с put-опционом

## **Номинал облигации**

Номинал облигации (номинальная стоимость) - нарицательная стоимость, установленная эмитентом и, обычно, обозначенная непосредственно на ценной бумаге.

К облигациям с амортизационной структурой погашения применяется понятие **Непогашенный номинал**, который представляет собой часть номинальной стоимости, оставшейся после частичных погашений номинала в течение срока обращения облигации. По таким облигациям аналитические показатели рассчитываются именно от непогашенного номинала.

## **Лот кратности**

Лот кратности (шаг деноминации, шаг торгового лота) - минимальное количество ценных бумаг по номиналу, с которым осуществляются расчетно-депозитарные операции.

## **Минимальная деноминация**

Минимальная деноминация - (минимальный торговый лот, минимальный торговый объем) - параметр еврооблигации, существующей в документарной форме на предъявителя. Заемщик определяет общий объем выпуска по номиналу, минимальную деноминацию и шаг деноминации. Депозитарий может учесть торгово-расчетные операции только с объемом ценных бумаг, превышающим минимальную деноминацию (например, USD 100000) и кратным шагу деноминации (например, USD 1000).

## **Минимальный торговый лот**

Минимальный торговый лот - это минимальный объем ценных бумаг по номиналу, доступный к продаже. Денежный поток по облигации рассчитывается от минимального торгового лота.

## **Купон**

Купон - периодический процентный платеж в течение срока существования облигации. Купон котируется как процент (годовых) от номинала и (или) как сумма платежа держателю облигации.

## **Накопленный купонный доход**

Накопленный купонный доход (НКД, Accrued interest) - величина, измеряемая в денежных единицах, и характеризующая ту часть купонного дохода, которая «накоплена» с начала текущего купонного периода. Купон по облигациям платится периодически, обычно один раз в квартал, полгода или год. Соответственно, после того, как очередной купон выплачен и начался новый

купонный период, купон начинает «накапливаться». В дату выплаты купона инвестор получает сумму купона за соответствующий купонный период, и НКД равен нулю. Важность расчета этого показателя обусловлена тем, что на большинстве рынков облигаций они торгуются по т.н. «чистой цене», не включающей в себя НКД (есть правда и исключения, в частности, на рынке облигаций Украины котирование облигаций осуществляется по полной цене). Т.о., для того, чтобы получить полную цену, которую покупатель облигации заплатит продавцу (ее также называют «грязной» ценой), надо к чистой цене прибавить НКД.

$$A = C_i \frac{t_0 - t_{i-1}}{t_i - t_{i-1}}$$

Размер накопленного купонного дохода также можно выразить не через размер купона в денежных единицах, а через ставку купона в процентах (обычно именно такие формулы приводятся в проспектах эмиссий эмитентов). Тогда формула НКД будет иметь следующий вид:

$$A_{(\%)} = C_{i(\%)} \frac{t_0 - t_{i-1}}{B}$$

Для бескупонных облигаций показатель НКД не рассчитывается.

## Методы расчета количества дней между датами

Метод расчета количества дней определяют формулу расчета условного количества дней между начальной и конечной датами периода расчета НКД и условное количество дней в году (базис расчета). Выбор метода влияет на показатель дисконтирования при вычислении аналитических показателей по облигации.

Для российских облигаций, как правило, используется метод Actual/365F, для украинских облигаций обычно используются методы 30/360 или Actual/365F, для еврооблигаций чаще используют метод 30E/360.

### Методы 30/360

Начальная дата: D1.M1.Y1 (день.месяц.год)

Конечная дата D2.M2.Y2 (день.месяц.год)

Разница между датами (Day count) = (Y2-Y1)\*360+(M2-M1)\*30+(D2-D1)

**30/360 German** - Другие названия: 30E/360 ISDA

Правила корректировки D1 и D2:

- если D1=31, то D1=30
- если D2=31, то D2=30
- если D1-последний день февраля, то D1=30
- если D2-последний день февраля, то D2=30

Последний день февраля: 29 февраля в високосном году, 28 февраля в невисокосном году.

**30/360 ISDA (30/360)** - Другие названия: Bond Basis, 30-360 U.S. Municipal

Правила корректировки D1 и D2:

- если D1=31, то D1=30
- если D2=31 и D1=30, то D2=30

**30/360 US** - Другие названия: 30U/360, 30US/360

Правила корректировки D1 и D2:

- если D1=31, то D1=30
- если D2=31 и D1=31, то D2=30
- если D1-последний день февраля, то D1=30

- если D1-последний день февраля и D2-последний день февраля, то D2=30  
Последний день февраля: 29 февраля в високосном году, 28 февраля в невисокосном году.

### **30E+/360**

Правила корректировки D1 и D2:

- если D1=31, то D1=30
- если D2=31, то D2.M2.Y2 – первое число следующего месяца ((D2=1; Y2=Y2+целая часть((M2+1)/12); M2 = ((M2 + 1) mod 12) – остаток от деления (M2+1) на 12)

**30E/360** - Другие названия: 30/360 Eurobond, 30/360 ISMA, 30/360 European, 30S/360 Special German, Eurobond Basis

Правила корректировки D1 и D2:

- если D1=31, то D1=30
- если D2=31, то D2=30

## **Методы Actual**

**Actual/360** - Другие названия: Act/360, French

Количество дней в периоде рассчитывается как разница между датами без каких-либо поправок на даты, в году 360 дней.

Базис расчета = 360

**Actual/364** - частный случай Actual/Actual (ISMA), когда купонный период равен 91 или 182 дням. Используется для некоторых краткосрочных бумаг..

Базис расчета = 364

**Actual/365A** - Другие названия: Actual/365 Actual

Количество дней в периоде рассчитывается как разница между датами без каких-либо поправок на даты. Базис расчета = 366, если високосный день (29 февраля) попадает в период, иначе Базис расчета НКД = 365

**Actual/365F** - Другие названия: Actual/365 Fixed, English

Количество дней в периоде рассчитывается как разница между датами без каких-либо поправок на даты. Базис расчета = 365

**Actual/365L** - Другие названия: Actual/365 Leap year

Количество дней в периоде рассчитывается как разница между датами без каких-либо поправок на даты. Базис расчета = 366, если дата окончания периода попадает в високосный год, иначе Базис расчета НКД = 365

**Actual/Actual** - Другие названия: Act/Act, Actual/Actual (ISDA)

Дробное число дней = (Количество дней в периоде, которое приходится на високосный год) / 366 + (количество дней в периоде, которое приходится на невисокосный год) / 365

**Actual/Actual (ISMA)** - Другие названия: Actual/Actual (ICMA)

В этом методе все купонные платежи всегда имеют одинаковую величину. За любой день купонного периода величина НКД одинаковая. Величина купонного платежа равна годовой ставке купона, поделенной на частоту выплат в год и умноженной на номинал облигации. Количество дней в периоде рассчитывается как разница между датами без каких-либо поправок на даты.

Дробное число дней = Количество дней в периоде / ((количество дней в текущем купонном периоде)\*(количество выплат в год))

NL/365 - Другие названия: Actual/365 No Leap year, NL 365

Количество дней в периоде рассчитывается как разница между датами без каких-либо поправок на даты. Из количества дней в периоде вычитается 1, если високосный день (29 февраля) попадает в период. Базис расчета = 365

**Базис расчета** - Условное количество дней в году.

**Дробное число дней** - означает число дней в соответствующем периоде, разделенное на количество дней в году (Базис расчета НКД). Зависит от используемого Метода расчета НКД.

## Принятые обозначения

Параметр	Определение
<b>Y</b>	эффективная доходность, % годовых
<b><math>Y_n</math></b>	номинальная доходность, % годовых
<b><math>Y_s</math></b>	простая доходность, % годовых
<b>СY</b>	текущая доходность, % годовых
<b>АСY</b>	скорректированная текущая доходность, % годовых
<b>A</b>	накопленный купонный доход, НКД (Accrued interest), ед. номинала
<b>P</b>	"чистая цена" облигации, без учета НКД (Clean Price), ед. номинала
<b>P(%)</b>	"чистая цена" облигации, без учета НКД (Clean Price), % от номинала
<b>P+A, P<sub>d</sub></b>	"грязная цена" облигации, с учетом НКД (Dirty Price), ед. номинала
<b>C(%)</b>	ставка купона, % годовых
<b>C<sub>i</sub></b>	величина i-го купонного платежа, ед. номинала
<b>N</b>	номинал облигации, ед. валюты
<b>N(%)</b>	номинал облигации, %
<b>N<sub>i</sub></b>	величина i-ой выплаты номинальной суммы долга (включая выкуп основной суммы долга по оферте, выплаты по амортизации, погашение), ед номинала
<b>n</b>	периодичность выплаты купона
<b>m</b>	количество купонных платежей
<b>t<sub>i</sub></b>	дата i-ой выплаты купона, номинала и проч.
<b>t<sub>0</sub></b>	текущая дата или дата на которую производится расчет
<b>t<sub>m</sub></b>	дата погашения
<b>B</b>	принимаемое для расчета число дней в году, база расчета (для российских облигаций, как правило, 365 дней)
<b>D</b>	дюрация (Маколея), дней (лет)
<b>MD</b>	модифицированная дюрация, %
<b>Tm</b>	лет до погашения
<b>PVBP</b>	стоимость одного базисного пункта (Price Value of a Basis Point), bps, базисные пункты
<b>Conv</b>	выпуклость (Convexity)

## Рассчитываемые показатели

### Доходность облигации

#### Доходность к погашению

Доходность к погашению - показатель, характеризующий норму доходности от инвестиций в облигации, при условии, что инвестор держит их до погашения. Обычно указывается в процентах за год. Доходность к погашению может рассчитываться как с учетом реинвестирования купонных платежей в течение года (эффективная доходность), так и без учета реинвестирования купонных платежей в течение года (номинальная доходность). Следует обратить внимание, что доходность к погашению является только **ОЦЕНКОЙ** того, какую доходность получит инвестор, купив данную облигацию, поскольку расчет доходности к погашению предполагает реинвестирование купонов по одинаковой процентной ставке. В реальности данное предположение не может выполняться, поэтому фактическая доходность будет отличаться от расчетной доходности к погашению. Тем не менее, доходность к погашению – наиболее часто применяющийся метод оценки облигаций.

#### Эффективная доходность к погашению

Эффективная доходность к погашению (YTM, Yield To Maturity) - показатель доходности к погашению, рассчитанный при условии реинвестирования купонных платежей в течение года по той же ставке, по которой осуществляются первоначальные вложения. Эффективная доходность к погашению – это внутренняя норма доходности денежного потока по облигации.

Эффективная доходность является корнем уравнения:

$$P + A = \sum_{i=1}^m \frac{C_i + N_i}{(1 + Y/100)^{\frac{t_i - t_0}{B}}}$$

и представляет собой ставку дисконтирования, при которой «грязная» цена облигации равна текущей стоимости потоков платежей по облигации. В калькуляторе расчет эффективной доходности реализован с помощью метода Ньютона (также известного как метод касательных).

Для бескупонных облигаций эффективная доходность находится из уравнения (частный случай уравнения для расчета эффективной доходности при  $A = 0$  и  $C_i = 0$ ):

$$P = \frac{N}{(1 + Y/100)^{\frac{t_m - t_0}{B}}}$$

Методологически эффективная доходность является более корректной мерой, чем номинальная доходность. Однако, в силу традиций, на многих развитых рынках облигаций, большее применение имеет номинальная доходность. В России более употребительной является именно эффективная доходность, в Украине используются и номинальная, и эффективная доходность.

### Номинальная доходность к погашению

Номинальная доходность к погашению - показатель доходности к погашению, не учитывающий реинвестирование купонных платежей в течение года. В случае если бумага размещается по номиналу, в момент размещения номинальная доходность будет равна ставке купона. Например, бумага с купоном 10% и выплатой купона два раза в год будет иметь номинальную доходность к погашению 10%, в то время как эффективная доходность будет составлять 10.25%.

Номинальная доходность рассчитывается через эффективную доходность исходя из следующего уравнения:

$$1 + Y = \left(1 + \frac{Y_n}{m}\right)^m$$

Номинальная доходность к погашению является общеупотребительным показателем на финансовых рынках большинства развитых стран. В значительной степени это дань традиции ввиду сравнительной простоты данного показателя. В России номинальная доходность является официальной для расчета доходностей на рынке государственных краткосрочных облигаций (ГКО) и общепринятой на вексельном рынке.

Для бескупонной облигации номинальная доходность к погашению рассчитывается из соотношения:

$$Y_n = \left(\frac{N}{P} - 1\right) \frac{B}{t_i - t_0}$$

### Простая доходность к погашению

Простая доходность к погашению – показатель доходности к погашению, не учитывающий реинвестирование купонных платежей в течение года. Рассчитывается из соотношения:

$$Y_n = \left(\frac{(\sum C_i + N_i) - P_{d(\text{покупки})}}{P_{d(\text{покупки})}}\right) \frac{B}{t_i - t_0}$$

### Доходность к оферте

Доходность к оферте (put-опцион) - это процентная ставка, при которой приведенная стоимость денежных потоков, поступающих до предполагаемой даты вынужденной покупки выпуска эмитентом, а также put-цена на эту дату, обозначенная в регламенте, в сумме равны цене облигации.

Доходность к call-опциону - это процентная ставка, при которой приведенная стоимость денежных потоков, поступающих до предполагаемой даты возможной покупки выпуска эмитентом, а также call-цена на эту дату, обозначенная в регламенте, в сумме равны цене облигации.

В калькуляторе доходность к оферте (put-опцион) и доходность к call-опциону обозначены как «доходность к оферте».

В отличие от показателей доходности к погашению, доходность к оферте учитывает только те платежи (включая выкуп номинала), которые будут произведены до даты оферты. Методика расчета эффективной, номинальной и простой доходностей к оферте аналогична вычислению соответствующих доходностей к погашению.

По облигациям с неисполненной офертой и неопределенным до даты погашения денежным потоком рассчитывается доходность к оферте и не рассчитывается доходность к погашению. При этом расчеты ведутся к дате последнего известного до предполагаемой оферты купона.

### Доходность к ближайшему купону

Доходность к ближайшему купону - это процентная ставка, при которой приведенная стоимость денежных потоков, поступающих до даты ближайшего известного купона, в сумме равны цене облигации. При расчетах предполагается, что в дату ближайшего купона выплачивается оставшийся непогашенный номинал. Такая доходность рассчитывается для облигаций, по которым известна только ставка на ближайший купонный период и далее денежный поток не определен.

### Текущая доходность

Текущая доходность (CY, Current Yield) - показатель доходности по облигации, учитывающей только текущий купонный период. Предполагается, что чистая цена облигации на протяжении этого периода останется неизменной. В калькуляторе используется следующая формула для расчета текущей доходности:

$$CY = \frac{C}{P} * 100$$

Например, предположим, что цена облигации составляет 90% номинала, и ежегодный купон – 9% годовых. Тогда текущая доходность составит  $9/90=10\%$ . При этом доходность к погашению такой облигации безусловно будет выше, поскольку в процессе уменьшения срока обращения облигации цена будет стремиться к номиналу. Напротив, по облигациям, торгующимся выше номинала, показатель текущей доходности будет выше доходности к погашению, т.к. не будет учитывать потенциальное снижение цены. С учетом этого текущая доходность является не слишком удачным показателем инвестиционной привлекательности облигации. Тем не менее, в силу своей простоты, этот показатель достаточно часто рассчитывается как вспомогательный параметр.

### Скорректированная текущая доходность

Скорректированная текущая доходность – показатель доходности по облигации, учитывающий возможность покупки облигации с премией или с дисконтом. В калькуляторе используется следующая формула для расчета скорректированной текущей доходности:

$$ACY = CY + \frac{100 - P_{(\%)}}{N_{(\%)}}$$

## Волатильность, дюрация, выпуклость

Для понимания волатильности цен как реакции на процентные ставки, необходимо иметь средство измерения волатильности. Зависимость цены от доходности в случае только изменения доходности – выпуклая кривая. Основные факторы влияющие на расчет: купон (денежный поток) и срок.

При этом цены могут меняться и от изменения представлений о кредитном качестве, приближения даты погашения, изменения рыночных ставок.

Задача: получить возможность быстро оценивать изменение цены при изменении доходности.

### Лет до погашения

Показатель представляет собой срок (в годах), оставшийся до погашения облигации

### Дюрация Маколея

Дюрация Маколея – показатель, который представляет собой оценку средней срочности потока платежей по облигации с учетом дисконтирования стоимости отдельных выплат. Дюрация, таким образом, будет всегда меньше или равна сроку до погашению облигации, при этом дюрация будет равна сроку до погашения только для бескупонных облигаций. Формула для расчета дюрации имеет следующий вид:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^m (t_i - t_0) \frac{C_i + N_i}{(1 + Y/100)^{(t_i - t_0)/B}}}{P + A}$$

Дюрация представляет собой показатель эластичности цены облигации по процентной ставке и характеризует риск изменения цены облигации при процентном изменении ставки процента. С этой точки зрения, дюрацию можно представить как:

$$D = -\frac{dP}{P} : \frac{d(1+Y)}{1+Y}, \text{ где}$$

$dP$  – небольшое изменение цены облигации,

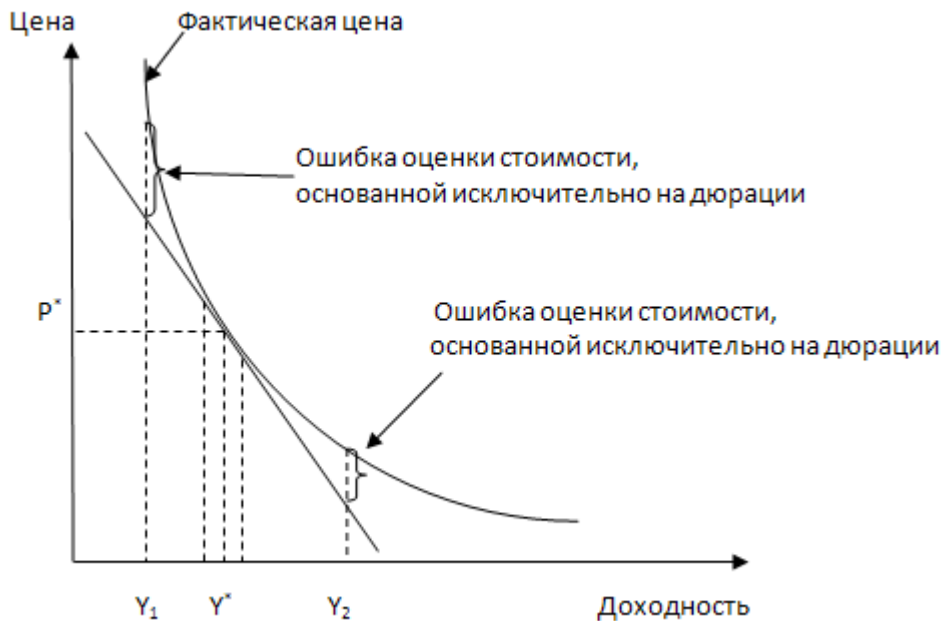
$dY$  – небольшое изменение доходности облигации,

$\frac{dP}{P}$  - процентное изменение цены облигации,

$\frac{d(1+Y)}{1+Y}$  - процентное изменение доходности облигации.

Из формулы следует, что  $\frac{dP}{P} = -D \frac{dY}{1+Y}$ .

Эта формула используется для приближенного вычисления относительного изменения цены при заданном изменении доходности и заданной дюрации.



Использование только показателя дюрации при вычисления относительного изменения цены дает не очень точную оценку процентного изменения цены облигации. Чем больше изменится доходность до погашения облигации, тем менее точной окажется оценка. Погрешность результата возникает потому, что дюрация представляет собой линейную оценку процентного изменения цены облигации.

Независимо от величины изменения доходности, касательная линия всегда проходит ниже кривой «цена/доходность», поэтому дюрация всегда недооценивает фактическую цену облигации.

Дюрацию обычно измеряют в годах, но на российском и украинском рынках чаще указывают в днях.

Предположим, что срок обращения облигации составляет 3 года, купон годовой по ставке 10%, эффективная доходность – 10% годовых, облигация торгуется по номиналу. Тогда дюрация такой

бумаги будет равна:

$$D = \frac{100 * 1 / (1.1) + 100 * 2 / (1.1)^2 + 1100 * 3 / (1.1)^3}{1000} = 2.74$$

Свойства дюрации:

1. Дюрация Маколея облигации с нулевым купоном равна времени до ее погашения. С изменением доходности до погашения ее дюрация не изменяется.
2. Чем выше ставка, тем меньше стоимость дальних выплат по сравнению с короткими и тем меньше дюрация, и наоборот, чем меньше ставка, тем больше дюрация потока платежей.
3. При росте доходности до погашения дюрация уменьшается, при понижении увеличивается.
4. Чем больше время до погашения облигации, тем больше дюрация. Однако увеличение времени обращения облигации не всегда автоматически означает и рост ее дюрации.
5. Чем чаще выплачиваются купоны по облигации, тем меньше дюрация, так как больше платежей располагаются к начальному моменту.
6. Независимо от величины купона, дюрация купонной облигации при увеличении срока до ее

погашения стремится к пределу равному  $1 + \frac{1}{Y}$

Дюрация показывает не только среднюю срочность потока платежей по облигации, но и является хорошей мерой чувствительности цены к колебаниям процентных ставок. Чем выше дюрация, тем больше волатильность процентных ставок в зависимости от изменения цены. Фраза «дюрация

облигации составляет три года» означает, что рассматриваемая облигация имеет такую же чувствительность цены к колебаниям процентных ставок, как трехлетняя бескупонная облигация.

## Модифицированная дюрация

Модифицированная дюрация - показатель, характеризующий реакцию цены облигации на изменение доходности к погашению, линейная аппроксимация. В терминах математики, это первая производная функции цены от доходности.

Важно отметить, что модифицированная дюрация показывает волатильность не чистой цены, а полной, включающей НКД. Представляет собой долю, на которую изменяется "грязная" цена облигации при изменении доходности на 100 б.п.

Модифицированная дюрация связана с показателем дюрации формулой, имеющей вид:

$$MD = \frac{D}{1+Y}$$

В терминах производных:  $MD = -\frac{(P_d)'_y}{P_d}$

При этом при малых величинах будет выполняться следующее равенство:

$$\frac{\Delta P}{P} \approx -MD * \Delta Y$$

Модифицированная дюрация представляет собой относительное изменение цены облигации при изменении доходности на один процент при условии, что величины ожидаемых денежных потоков по облигации при изменении доходности остаются постоянными. Модифицированная дюрация дает более точную оценку процентного изменения цены облигации, чем дюрация Маколея.

Свойства:

1. Модифицированная дюрация бескупонной облигации меньше времени до ее погашения. В этом случае модифицированная дюрация равна  $MD = \frac{t_m}{1+Y}$
2. Модифицированная дюрация уменьшается при росте доходности до погашения и увеличивается при ее падении.

Предположим, что модифицированная дюрация равна 4, облигация торгуется по цене 90% под доходность 8%, НКД равен нулю. Как изменится цена, если доходность вырастет до 8.5% (изменение на 0.005).

Изменение цены можно будет вычислить следующим образом:  $-4*0.005*90=-1.8$ . Т.о., цена облигации снизится на 1.8 до 88.2%.

## Стоимость одного базисного пункта (PVBP, Price Value of Basis Point)

В отличие от модифицированной дюрации, которая является относительной величиной, стоимость одного базисного пункта показывает абсолютную величину изменения цены облигации при изменении ее доходности на один базисный пункт.

$$PVBP = \frac{MD}{100} \frac{(P+A)}{100}$$

Предположим, что модифицированная дюрация равна 4, облигация торгуется по цене 90% под доходность 8%, НКД равен нулю.

$$PVBP = \frac{4}{100} \frac{(900 + 0)}{100} = 0.0036$$

При цене 90% от номинала оценка изменения денежной стоимости облигации при изменении ее доходности на один базисный пункт равна 0.0036.

### Выпуклость (Conv, Convexity, Кривизна)

Выпуклость - показатель, отражающий криволинейность формы взаимосвязи между ценой облигации и ее доходностью, показывающий, как изменяется значение модифицированной дюрации при изменении доходности на 100 б.п. Дает существенно лучшую аппроксимацию изменения цены за счет изменения доходности.

$$Conv = \frac{\sum_{i=1}^m \frac{(C_i + N_i)t(t+1)}{(1+Y/100)^{t+2}}}{P+A}, \text{ где } t = \frac{t_i - t_0}{B}$$

В терминах производных:  $Conv = \frac{(P_d)''}{P_d}$

Аппроксимация цены:  $\frac{\Delta P}{P} \approx -MD * \Delta Y + \frac{1}{2} Conv(\Delta Y)^2$

Использование модифицированной дюрации и кривизны позволяют довольно точно определить процентное изменение цены облигации при существенном изменении доходности до погашения.

Свойства кривизны:

1. Величина кривизны возрастает при уменьшении доходности до погашения и падает при ее росте.
2. При росте дюрации величина кривизны растет быстрее, чем дюрация. Это следствие квадратичной зависимости кривизны от значения дюрации.
3. При заданном значении доходности до погашения и времени погашения величина кривизны больше для облигаций с более низким купоном
4. Для данного уровня доходности до погашения и купона кривизна возрастает по мере увеличения срока обращения облигации
5. Для бескупонной облигации  $Conv = \frac{t(t+1)}{(1+Y/100)^2}$
6. Кривизна бессрочной облигации составляет  $\frac{2}{Y^2}$

Предположим, что срок обращения облигации составляет 3 года, купон годовой по ставке 10%, эффективная доходность – 10% годовых, облигация торгуется по номиналу. Тогда показатель выпуклости такой облигации будет равен:

$$Conv = \frac{100 * 1 * 2 / (1.1)^3 + 100 * 2 * 3 / (1.1)^4 + 1100 * 3 * 4 / (1.1)^5}{1000} = 22.4$$

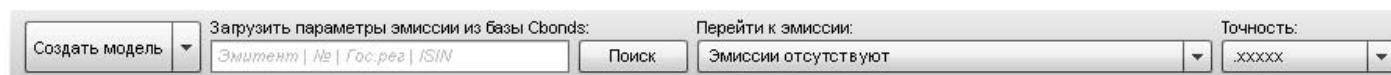
Как изменится цена, если доходность вырастет до 11% (изменение на 0.01), MD=2.5. Изменение цены можно будет вычислить следующим образом:

$$(-2.5 * 0.01 + 0.5 * 22.4 * (0.01)^2) * 100 = -2.4\%$$

Т.о., цена облигации снизится на 2.4% до 97.6%.

## Работа с калькулятором

### Облигационный калькулятор



Для продолжения работы с калькулятором требуется загрузить эмиссию из базы или создать модель облигации.

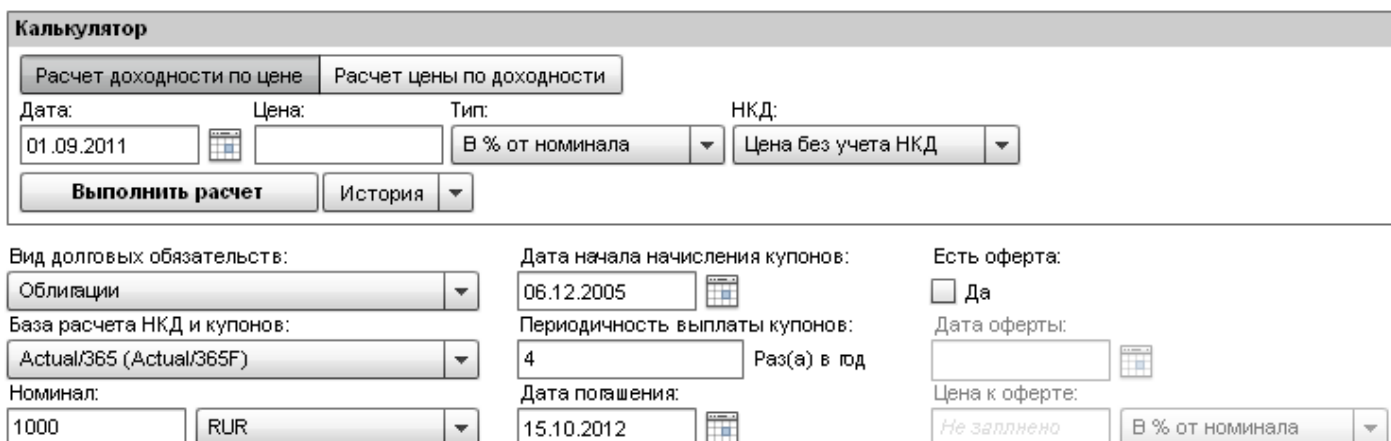
### Загрузка эмиссии из базы Cbonds

1. Ввести в строку поиска либо название эмитента, либо государственный регистрационный номер эмиссии, либо ISIN и нажать кнопку «Поиск».
2. В раскрывшемся списке выпусков облигаций выбрать эмиссию и нажать «Загрузить».

### Создание модели облигации

1. Нажать кнопку «Создать модель» и выбрать тип создаваемой облигации (купонная/дисконтная).
2. Заполнить параметры выпуска.

### Расчет параметров по облигации



В калькуляторе предусмотрен расчет аналитических показателей либо по известной цене облигации либо по заданной доходности. По умолчанию в качестве входного параметра указывается цена облигации. Для расчета параметров по заданной доходности необходимо нажать кнопку «Расчет цены по доходности».

Цена облигации может быть указана в процентах от номинала либо непосредственно в единицах номинала. Предусмотрена возможность делать расчеты по известной «чистой цене» облигации (цена без учета НКД) либо по известной «грязной» цене облигации (цена с учетом НКД). По умолчанию расчеты производятся по чистой цене облигации, указанной в процентах от номинала.

### Использование режима «Конструктор»

В калькуляторе предусмотрена возможность редактирования параметров по уже загруженной модели облигации. Для изменения (или создания заново) денежного потока по облигации пользуйтесь кнопками, расположенными под ним.



Кнопка «Конструктор» предназначена для создания графика купонных выплат по облигации.

Необходимо указать период дат, для которых будет заполнен денежный поток, периодичность выплаты купона (по умолчанию эти параметры будут заполнены, исходя из введенной ранее информации по выпуску), ставку купона и сумму платежа. Сумму платежа указывать не обязательно, достаточно поставить галочку «Авторасчет» и купонные платежи будут рассчитаны автоматически.

Для добавления купонных платежей в уже созданный график купонов предусмотрена кнопка «Добавить».

Денежный поток по облигации можно редактировать непосредственно в таблице (предусмотрена возможность поменять дату, ставку купона, купонный платеж и сумму погашения). После редактирования параметров денежного потока, выделите нужные строки в потоке и нажмите «Пересчитать». Система произведет перерасчет сумм купонных выплат в зависимости от измененных данных.

Для удаления строк из таблицы «Денежный поток» необходимо отметить строки и нажать кнопку «Удалить».

## Список литературы

1. Ломатидзе О.В., Львова М.И., Болотин А.В. Базовый курс по рынку ценных бумаг. – М.: КНОРУС, 2010.
2. Фабоцци Ф., Манн С. Справочник по ценным бумагам с фиксированной процентной ставкой, 7-е изд., том 1-2. – М.: «И.Д. Вильямс», 2008
3. Буренин А.Н. Дюрация и кривизна в управлении портфелем облигаций. – М.: Научно-техническое общество им. Вавилова, 2009

## Контактная информация:

Васильев Константин Геннадьевич, Партнер, начальник отдела Cbonds, к.э.н.

Тел/факс: +7 (812) 336 9721, доб.105. e-mail: [kv@cbonds.info](mailto:kv@cbonds.info)

Скурихина Елена Аркадьевна, Менеджер раздела сайта Cbonds по российскому рынку

Тел/факс: (812) 336 9721, доб.118. e-mail: [sea@cbonds.info](mailto:sea@cbonds.info)