

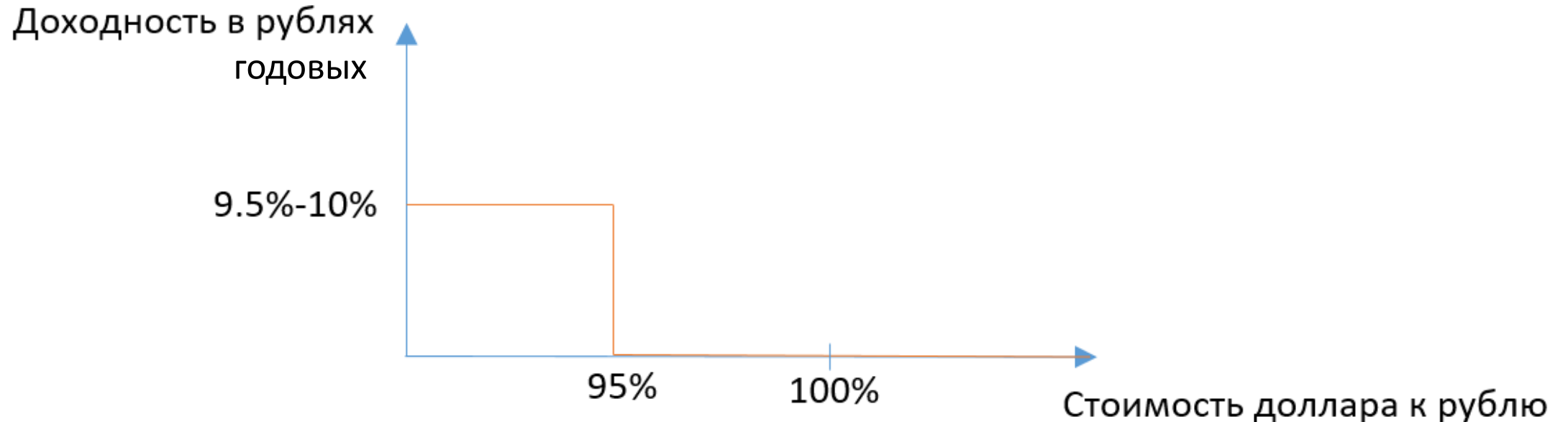
Проект: Прайсинг структурных продуктов

10.10.2021

Климов А. В.

Определение типа payoff

1. Изучение коммерческого питча <https://www.vtb.ru/-/media/Files/personal/investicii/iovtd/116IOusdrub.pdf> говорит о следующей структуре продукта:
 - a) облигация с погашением через 6 мес. + барьерный digital опцион типа down in
 - b) потенциальный доход 9.5-10% при укреплении курса рубля (снижении курса USDRUB на 5%)
 - c) предоставляется 100% защита капитала
 - d) купон по облигации 0.01% годовых
2. Тип **payoff** в % годовых на момент погашения облигации



Определение стоимости **fixed income** и **optional** частей

3. Определяем количество средств на **fixed income** часть (часть денег, которую мы тратим на покупку облигации)

$$Bond_{price} = fixed\ income\ part = \frac{(1000 + 1000 * coupon_{\%})}{(1 + \frac{rate_{\%}}{2})} = 96.58\% = 965.76 \text{ руб.}$$

где $coupon_{\%} = 0.01\%$ – купонная доходность облигации при погашении

$rate_{\%} = 7.1\%$ – ставка бескупонной доходности полугодовой облигации в % годовых

4. Определяем дисконт к облигации (часть средств, которые можем направить на покупку опциональности)

$$Discount_{\%} = optional\ part = 100\% - fixed\ income\ part_{\%} = 3.42\% (34.23 \text{ руб.})$$

Определение стоимости digital опциона

5. Для определения стоимости опционов воспользуемся источником Hull (26.10 BINARY OPTIONS)

В нашем случае рассчитываем стоимость опционов на пару USDRUB по формуле

$$p_{digital} = Qe^{-rT}N(-d_2)$$

где Q – выплата в % годовых при выполнении барьерного условия

$N(-d_2)$ = кумулятивная функция распределения стандартного нормального распределения

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r - r_f + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} - \sigma\sqrt{T},$$

σ – волатильность доходности базисного актива

$r = rate_{\%} = 7.1\%$ – безрисковая ставка в РФ

$r_f = 0,04\%$ – зарубежная безрисковая ставка (примем равной доходности 3М облигаций США)

$T = 0.5$ лет – время до экспирации опциона

6. Расчет стоимости/премии одного опциона в пипсах относительно номинала

$$1 \text{ option price} = \frac{p_{digital}}{Q} = e^{-rT}N(-d_2) = 0.37 = 37\%$$

7. Расчет величины доп. дохода Q в случае выполнения барьерного условия

Пусть потенциальный доход = 10% годовых

$Q = (0.1/2) * 1000 = 50$ руб – потенциальный доход на момент погашения облигации (номинал опциона)

8. Расчет стоимости опционов

$S = 77.785$ руб – цена спота *USDRUB* на момент конца сбора заявок 02.10.2020

$K = S * (1 - 0.05) = 73.896$ руб – страйк, лежащий на 5 % ниже начальной цены спота

$\sigma = 30\%$ – по условию задания

$p_{digital} = 18.40$ руб = **1.84%** номинала облигации **1000** руб

Participation = 186.07% – коэффициент участия

Определение стоимости 3Y Reverse Convertible (1/3)

1. Согласно (How to Invest in Structured Products: A Guide for Investors and Asset) продукт Reverse Convertible – это купленная бескупонная облигация + проданный vanilla put опцион
2. Основное свойство – облигация необеспеченная, то есть в дату погашения будет выплачена либо номинальная стоимость облигаций, либо поставлены акции заранее фиксированного количества
3. Параметры для прайсинга 3Y Reverse Convertible облигации:
 - a) Облигации ПАО «НЛМК»
 - b) Базовый актив опциона – акции ПАО «НЛМК»
 - c) Spot: 100% = 221.9 руб
 - d) Rate=7.36 % годовых (определяется по кривой доходности ОФЗ на 3-х летний срок)
 - e) Strike: 70% = 155.33 руб
 - f) Time-to-maturity: 3 years
 - g) Volatility: 30% (flat surface - равная для всех страйков и сроков)

Определение стоимости 3Y Reverse Convertible (2/3)

4. Определим стоимость 3Y Reverse Convertible облигации относительно номинала

- а) Пусть стоимость номинала данного продукта 1000 руб
- б) Стоимость облигации = стоимости номинала = 1000 руб
- с) Премия за проданный опцион пут рассчитывается по формуле Блэка-Шоулза с указанными ранее параметрами

$$p = Ke^{-rT}N(-d_2) - SN(-d_1)$$

$S = 221.9$ руб – цена акции НЛМК на момент 08.10.2021

$K = S * 0.7 = 155.33$ руб – цена страйка 70%

$N(...)$ = кумулятивная функция распределения стандартного нормального распределения

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \sigma^2/2\right)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T},$$

$\sigma = 30\%$ – волатильность доходности базисного актива

$r = 7.36\%$ годовых

$T = 3$ года – время до экспирации опциона

$$p = 5.67 \text{ руб}$$

5. Пересчитаем доходность премии по опциону к номиналу в доходность % годовых

$$\text{доходность к номиналу} = p/S * 100 = 2.55\%$$

$$\text{доходность \% годовых} = 2.55\%/T = 0.85\%$$

Определение стоимости 3Y Reverse Convertible (3/3)

6. Итоговая доходность 3Y Reverse Convertible облигации составляет $7.36\% + 0.85\% = \underline{8.21\% \text{ годовых}}$

7. Профиль payoff 3Y Reverse Convertible облигации приведен ниже

