Хэджирование с помощью опционов

Выгузов Алексей — ЭКРмд-01-24

25 ноября 2025 г.

План презентации

0. Банковский счёт, экспонента и интеграл

Что такое банковский счёт?

Определение

Банковский счёт (безрисковый актив) — это детерминированный процесс $\{B(t)\}_{t\geq 0}$, удовлетворяющий уравнению

$$\frac{dB(t)}{dt} = r(t)\,B(t), \quad r(t) \text{ — известная безрисковая ставка.}$$

Начальное условие принято задавать как $B(0) = 1$. Тогда решение имеет вид

$$B(t) = \exp\left(\int_0^t r(s)\,ds\right).$$

При постоянной ставке $r(t) \equiv r$ получаем классическую формулу:

$$B(t) = e^{rt}.$$

Банковский счёт (безрисковый актив) определяется как процесс $B(t)$, описывающий эволюцию капитала, размещённого под фиксированную и заранее известную процентную ставку r. Он обладает следующими свойствами:

- **Детерминированность** - все значения заранее известны
- **Отсутствие риска дефолта** - гарантированная выплата
- **Numeraire** — используется для оценки стоимости других активов

Что означает эта формалу

Пусть промежуток времени $[0, T]$ разбит на равные отрезки длины Δt:

$$0,\ \Delta t,\ 2\Delta t,\ \ldots,\ n\Delta t = T, \qquad \Delta t = \frac{T}{n}.$$

Будем предполагать, что за один малый шаг времени капитал изменяется по правилу

$$B(t + \Delta t) = B(t)\big(1 + r\Delta t\big).$$

После n шагов имеем

$$B(T) = B(0)\,(1 + r\Delta t)^n.$$

Что означает эта формалу

Переходя к пределу при $\Delta t \to 0$ (то есть при $n \to \infty$), получаем

$$\lim_{\Delta t \to 0} (1 + r\Delta t)^{T/\Delta t} = e^{rT}.$$

Таким образом, в пределе дискретная динамика переходит в дифференциальное уравнение

$$\frac{dB(t)}{dt} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{B(t + \Delta t) - B(t)}{\Delta t} = rB(t).$$

Пример

Пусть на банковском счёте лежит сумма $B(0) = 100\,000$ рублей,а годовая ставка равна ключевой ставке ЦБ РФ: $r = 16,5\% = 0.165$.
Рассчитаем рост капитала за один год $(T = 1)$ при разных схемах начисления.

Решение

1. Простые проценты (линейная модель):

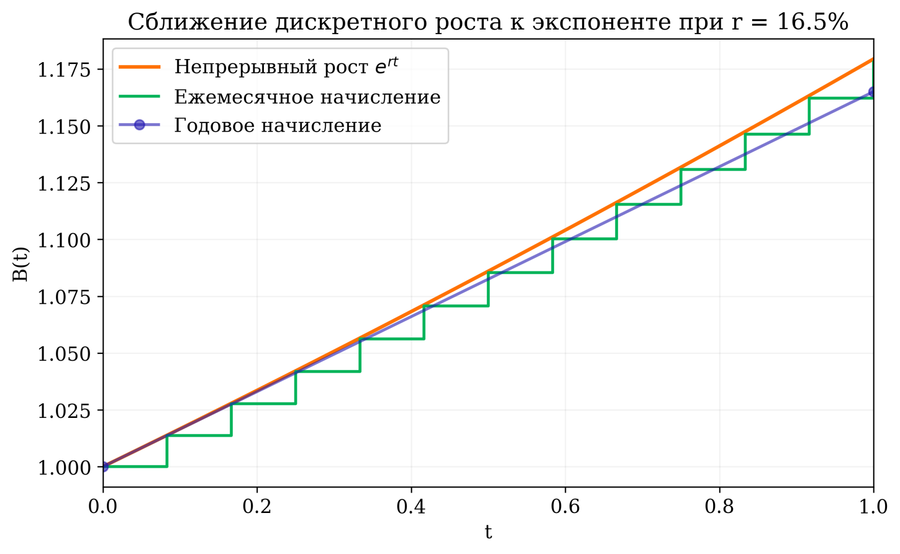
$$B_1(1) = 100\,000\left(1 + \frac{0.16}{1}\right)^1 = 100\,000 \cdot 1.16 = \mathbf{116\,000} \text{ рублей.}$$

2. Сложные проценты: капитализация раз в год ($n = 1$):

$$B_{12}(1) = 100\,000\left(1 + \frac{0.16}{12}\right)^{12} \approx 100\,000 \cdot 1.17180 \approx \mathbf{117\,180} \text{ рублей.}$$

3. Непрерывное начисление ($n \to \infty$):

$$B_{\text{cont}}(1) = 100\,000\, e^{0.16} \approx 100\,000 \cdot 1.17351 \approx \mathbf{117\,351} \text{ рублей.}$$


Сближение дискретного роста к экспоненте при r = 16.5%
Непрерывный рост e^{rt}
Ежемесячное начисление
Годовое начисление
1.175
1.150
1.125
1.100
1.075
1.050
1.025
1.000
B(t)
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
t

Сравнение результатов

$$\overbrace{116\,000}^{B_1(1)} < \overbrace{117\,180}^{B_{12}(1)} < \overbrace{117\,351}^{B_{\mathsf{cont}}(1)}$$

- При простой схеме процент не капитализируется — итог меньше всех.
- Чем чаще происходит капитализация, тем выше итоговая сумма.
- Непрерывный рост даёт теоретический максимум: e^r.

Рост ускоряется со временем — экспоненциальный эффект.