Options Risk Calculator

Руководство пользователя

Русский

Вольфганг Бёме

wolfgang.boehme@economic-modeling.de

www.economic-modeling.de

25 октября 2026 г.

Документация на этом сайте разработана при поддержке ИИ Claude (Anthropic).

Содержание

1 Начало работы **2**
1.1 Структура интерфейса . . . 2
1.2 Пошаговая инструкция: первый расчёт . . . 2
1.3 Ввод данных: три способа . . . 2
1.3.1 1. Ручной ввод . . . 2
1.3.2 2. Загрузка CSV . . . 2
1.3.3 3. Онлайн-данные (Twelve Data + FRED) . . . 3

2 Базовые активы **4**
2.1 Обзор . . . 4
2.2 Валюты: модель Гармана-Колхагена . . . 4
2.3 Бескупонная облигация (БКО) . . . 4

3 Модели ценообразования **4**
3.1 Блэк-Шоулз . . . 4
3.2 Биномиальное дерево (Кокс-Росс-Рубинштейн, $N = 100$) . . . 5

4 Типы опционов **5**

5 Результаты и показатели риска **5**
5.1 Цена опциона и точка безубыточности . . . 5
5.2 Греки . . . 6
5.3 VaR, CVaR и параметрический VaR . . . 6
5.3.1 Метод Монте-Карло: VaR и CVaR (Expected Shortfall) . . . 6
5.3.2 Параметрический VaR (Дельта-нормальный) . . . 6
5.4 Сценарии P&L . . . 7

6 Формат CSV: импорт и экспорт **7**
6.1 Импорт (загрузка) . . . 7
6.2 Экспорт . . . 7

7 Разобранный пример: FX-опцион EUR/USD, Call **8**
7.1 Входные данные . . . 8
7.2 Расчёт . . . 8
7.3 Греки . . . 8
7.4 Показатели риска . . . 9
7.5 Сценарии P&L . . . 9

8 Часто задаваемые вопросы **9**

Начало работы

Структура интерфейса

Калькулятор разделён на две части:

- **Боковая панель (слева):** все вводимые данные — онлайн-данные, загрузка CSV, базовый актив, модель, параметры опциона.
- **Основная область (справа):** результаты в двух вкладках — *Результаты* и *Биномиальное дерево*.

Пошаговая инструкция: первый расчёт

1. Выбрать базовый актив и модель ценообразования (панель *Базовый актив и модель*).
2. Выбрать тип опциона (Call, Put, Спред, Butterfly).
3. Ввести рыночные параметры: Spot, Strike, волатильность σ, процентная ставка r, срок T.
4. Нажать **Рассчитать**.
5. Просмотреть результаты во вкладке *Результаты*; биномиальное дерево — во вкладке *Биномиальное дерево*.
6. При необходимости нажать **Экспорт CSV** для сохранения всех результатов.

Быстрый старт: Кнопка *Загрузить пример* заполняет все поля примером Call-опциона на DAX (ATM, $\sigma = 20\%$, $r = 3\%$, $T = 90$ дней) и сразу выполняет расчёт.

Ввод данных: три способа

1. Ручной ввод

Заполнить поля напрямую. Обязательные поля: Spot, Strike K_1, волатильность, срок.

2. Загрузка CSV

Загрузить файл со следующими заголовками столбцов (регистр не важен):

Столбец	Описание	Пример
`underlying`	Тип базового актива	`Devisen (EUR/USD)`
`spot`	Текущая цена	`1.0800`
`strike`	Страйк K_1	`1.0800`
`vol`	Волатильность в %	`8.00`
`rate`	Ставка r в % (непрерывная)	`3.00`
`rf`	Иностранная ставка в % (только FX)	`2.50`
`tenor`	Срок в днях	`90`

Столбец `underlying` распознаётся автоматически и устанавливает соответствующий базовый актив.

3. Онлайн-данные (Twelve Data + FRED)

1. Ввести тикер (примеры: `AAPL`, `EURUSD`, `GC=F` для золота).
2. Ввести API-ключ Twelve Data (бесплатная регистрация на `https://twelvedata.com`).
3. Выбрать тип данных: Акция/Индекс, Валюта, ETF.
4. Нажать **Загрузить рыночные данные**.

Следующие поля заполняются автоматически:

Поле	Источник	Доступность
Текущая цена (Spot)	Twelve Data	бесплатно
Подразумеваемая волатильность (ATM)	Twelve Data Options Chain	платный план
Безрисковая ставка (3M T-Bill)	FRED API	всегда, без ключа
Strike	= Spot (ATM)	автоматически

Примечание: Цепочка опционов для подразумеваемой волатильности недоступна на бесплатном плане Twelve Data. Текущая цена и ставка FRED работают всегда. Ставка FRED — это американский 3-месячный T-Bill; для европейских активов рекомендуется скорректировать её вручную на значение Euribor.

Базовые активы

Обзор

Актив	Формула цены	Особенность	Пример тикера
Акция	Стандартный BS	—	`AAPL`, `SAP`
Индекс	Стандартный BS	без дивидендов	`SPX`, `DAX`
Валюта	Гарман-Колхаген	ставка r_f активна	`EURUSD`
Сырьё	Стандартный BS	—	`GC=F` (золото)
БКО	$S = N \cdot e^{-yT}$	ввод доходности	—

Валюты: модель Гармана-Колхагена

Для валютных опционов текущая цена корректируется на иностранную процентную ставку r_f:

$$S^* = S \cdot e^{-r_f T}, \qquad C_{\text{GK}} = S^* \, \Phi(d_1) - K \, e^{-rT} \, \Phi(d_2)$$
$$d_1 = \frac{\ln(S/K) + (r - r_f + \frac{1}{2}\sigma^2)T}{\sigma\sqrt{T}}, \qquad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

r — отечественная ставка (например, USD), r_f — иностранная ставка (например, EUR). Для `EURUSD`: r = ставка USD, r_f = ставка EUR (Euribor).

Бескупонная облигация (БКО)

Ввод: номинал N и доходность y (непрерывная). Текущая цена рассчитывается автоматически:

$$S_{\text{БКО}} = N \cdot e^{-yT}$$

На этой основе работают стандартные опционы BS. σ обозначает ценовую волатильность облигации.

Модели ценообразования

Блэк-Шоулз

$$d_1 = \frac{\ln(S/K) + (r + \frac{1}{2}\sigma^2)T}{\sigma\sqrt{T}}, \qquad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

$$C = S\,\Phi(d_1) - K\,e^{-rT}\,\Phi(d_2), \qquad P = K\,e^{-rT}\,\Phi(-d_2) - S\,\Phi(-d_1)$$

Допущения: европейский опцион, постоянная волатильность, нет дивидендов, непрерывная ставка. Дисконтирование — непрерывное: e^{-rT}.

Биномиальное дерево (Кокс-Росс-Рубинштейн, $N = 100$)

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}, \quad d = 1/u, \quad p = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d}, \quad \Delta t = T/N$$

$$V_{j,i} = e^{-r\Delta t}\left[p \cdot V_{j+1,i} + (1-p) \cdot V_{j+1,i+1}\right]$$

Подходит для: американских опционов, более сложных структур. При $N = 100$ отклонение от Блэк-Шоулза составляет менее $0{,}01$%.

Вкладка **Биномиальное дерево** отображает дерево при $N = 6$ (для удобочитаемости):

- **Зелёный** = узел ITM (стоимость опциона > 0)
- **Светло-серый** = узел OTM (истекает без стоимости)
- Верхнее число = цена Spot, нижнее = стоимость опциона
- Нажать на узел для получения подробной информации

Типы опционов

Тип	Выплата при погашении	Цена	Страйки
Call	$\max(S_T - K_1,\ 0)$	$C(K_1)$	K_1
Put	$\max(K_1 - S_T,\ 0)$	$P(K_1)$	K_1
Bull Call Spread	$\max(S_T - K_1, 0) - \max(S_T - K_2, 0)$	$C(K_1) - C(K_2)$	$K_1 < K_2$
Bear Put Spread	$\max(K_2 - S_T, 0) - \max(K_1 - S_T, 0)$	$P(K_2) - P(K_1)$	$K_1 < K_2$
Butterfly	$C(K_1) - 2C(K_2) + C(K_3)$	Сумма	$K_1 < K_2 < K_3$

Для спредов и Butterfly дополнительные поля страйков (K_2, K_3) появляются автоматически.

Результаты и показатели риска

Цена опциона и точка безубыточности

Теоретическая цена опциона рассчитывается согласно выбранной модели. Коэффициент дисконтирования e^{-rT} всегда отображается. Точки без-

убыточности:

Тип опциона	Точка безубыточности
Call	$K_1 + \text{Премия}$
Put	$K_1 - \text{Премия}$
Bull Call Spread	$K_1 + \text{Премия}$
Bear Put Spread	$K_2 - \text{Премия}$
Butterfly	K_2 (приближение)

Греки

Грек	**Символ**	**Значение**	**Единица**
Дельта	Δ	Изменение цены при $+1$ Spot	—
Гамма	Γ	Изменение Дельты при $+1$ Spot	—
Тета	Θ	Временной распад	за календарный день
Вега	ν	Изменение цены при $+1$% волатильности	на 1% σ
Ро	ρ	Изменение цены при $+1$% ставки	на 1% r

VaR, CVaR и параметрический VaR

Калькулятор рассчитывает три показателя риска и отображает их в сравнении.

Метод Монте-Карло: VaR и CVaR (Expected Shortfall)

Симуляция $N = 20\,000$ траекторий:

$$S_T^{(k)} = S \cdot \exp\Big[(r - \tfrac{1}{2}\sigma^2)T + \sigma\sqrt{T}\,Z^{(k)}\Big], \quad Z^{(k)} \sim \mathcal{N}(0,1)$$

$$\pi^{(k)} = \text{Выплата}(S_T^{(k)}) - \text{Премия}$$

$$\text{VaR}_\alpha = -\pi^{(\lfloor \alpha N \rfloor)}, \qquad \text{CVaR}_\alpha = -\frac{1}{\lfloor \alpha N \rfloor} \sum_{k=1}^{\lfloor \alpha N \rfloor} \pi^{(k)}$$

CVaR (Expected Shortfall) — это *средний* убыток в худших α% сценариев и всегда $\geq \text{VaR}_\alpha$.

Параметрический VaR (Дельта-нормальный)

Линейное приближение через Дельту:

$$\sigma_{\Pi} = |\Delta| \cdot S \cdot \sigma \cdot \sqrt{T}, \qquad \mathrm{VaR}_{\alpha}^{\mathrm{par}} = \sigma_{\Pi} \cdot z_{\alpha}$$
$$z_{95\%} = 1{,}6449, \qquad z_{99\%} = 2{,}3263$$

Примечание: одинаковые VaR 95% и VaR 99%. При длинных опционах с ограниченным профилем убытков (= премия) оба квантиля могут совпадать. Это математически корректно: если более 5% траекторий завершаются без стоимости, убыток в обоих квантилях одинаков (= полная потеря премии). CVaR и параметрический VaR всегда показывают различные значения.

Сценарии P&L

Таблица сценариев показывает девять движений Spot к погашению: $-30\%, -20\%, -10\%, -5$
По каждому сценарию: Spot, выплата, P&L нетто (после премии), доходность в %.

Формат CSV: импорт и экспорт

Импорт (загрузка)

Минимальный CSV для простого Call-опциона на акцию:

```
underlying,spot,strike,vol,rate,tenor
Aktie (DAX),18500,18500,18.50,3.00,90
```

Для валютных опционов (с иностранной ставкой):

```
underlying,spot,strike,vol,rate,rf,tenor
Devisen (EUR/USD),1.0800,1.0800,8.00,3.00,2.50,90
```

Экспорт

Кнопка экспорта создаёт CSV со всеми параметрами и результатами: параметры, коэффициент дисконтирования, цена опциона, точка безубыточности, Греки, VaR/CVaR (MK и параметрический), иностранная ставка, все девять сценариев P&L.

Разобранный пример: FX-опцион EUR/USD, Call

Входные данные

Параметр	Символ	Значение
Базовый актив	—	EUR/USD (Валюты)
Тип опциона	—	Call (Vanilla)
Модель	—	Блэк-Шоулз (Гарман-Колхаген)
Текущая цена	S	1,0800
Страйк	K	1,0800 (ATM)
Отечественная ставка	r	3,00% (USD, непрерывная)
Иностранная ставка	r_f	2,50% (EUR, непрерывная)
Волатильность	σ	8,00%
Срок	T	90 дней $= 0{,}24658$ лет

Расчёт

Коэффициенты дисконтирования:

$$e^{-rT} = e^{-0{,}03\times 0{,}24658} = 0{,}99263, \qquad e^{-r_f T} = e^{-0{,}025\times 0{,}24658} = 0{,}99385$$

Скорректированная цена (Гарман-Колхаген):

$$S^* = 1{,}0800 \times 0{,}99385 = 1{,}07336$$

Вспомогательные величины:

$$d_1 = \frac{0 + (0{,}03 - 0{,}025 + 0{,}0032) \times 0{,}24658}{0{,}08 \times 0{,}49657} = \frac{0{,}001568}{0{,}039726} = 0{,}0395$$

$$d_2 = 0{,}0395 - 0{,}039726 = -0{,}0003$$

$$\Phi(0{,}0395) = 0{,}5158, \qquad \Phi(-0{,}0003) = 0{,}4999$$

$$C_{\text{GK}} = 1{,}07336 \times 0{,}5158 - 1{,}0800 \times 0{,}99263 \times 0{,}4999 = 0{,}5536 - 0{,}5357 = \mathbf{0{,}0179}$$

Греки

$\phi(0{,}0395) = 0{,}39890$

Грек	Результат	Интерпретация
Δ	$+0{,}5129$	Цена растёт на 0,513 при $+1$ EUR/USD
Γ	$+10{,}054$	Изменение Дельты при $+1$ Spot
Θ	$-0{,}000397$	Убыток за календарный день
ν	$+0{,}2100$	Цена при $+1$% волатильности
ρ	$+0{,}001320$	Цена при $+1$% ставки USD

Показатели риска

Показатель	Значение	Метод
$\text{VaR}_{95\%}$	0,0179	Монте-Карло
$\text{VaR}_{99\%}$	0,0179	Монте-Карло (полная потеря: $> 5\%$ траекторий ОТ
$\text{CVaR}_{95\%}$	0,0179	Expected Shortfall
$\text{CVaR}_{99\%}$	0,0179	Expected Shortfall
$\text{VaR}^{\text{par}}_{95\%}$	0,02712	Дельта-нормальный
$\text{VaR}^{\text{par}}_{99\%}$	0,03838	Дельта-нормальный
Точка безубыточности	1,0979	$K +$ Премия

Сценарии P&L

EUR/USD	Δ Spot	Выплата	P&L нетто	Доходность
0,7560	−30%	0,0000	−0,0179	−100,0%
0,8640	−20%	0,0000	−0,0179	−100,0%
0,9720	−10%	0,0000	−0,0179	−100,0%
1,0260	−5%	0,0000	−0,0179	−100,0%
1,0800	±0%	0,0000	−0,0179	−100,0%
1,1340	+5%	0,0540	+0,0361	+201,7%
1,1880	+10%	0,1080	+0,0901	+503,4%
1,2960	+20%	0,2160	+0,1981	+1106,7%
1,4040	+30%	0,3240	+0,3061	+1710,1%

Часто задаваемые вопросы

Почему VaR 95% и VaR 99% иногда совпадают?
При длинных опционах с ограниченным убытком (= премия) оба квантиля могут находиться в одном диапазоне потерь. CVaR и параметрический VaR всегда показывают различия. См. раздел 5.3.

Почему биномиальное дерево (вкладка) отличается от $N = 100$?
Вкладка отображает $N = 6$ для удобочитаемости. Внутренний расчёт выполняется при $N = 100$.

Подразумеваемая волатильность не загружается.
Цепочка опционов недоступна на бесплатном плане Twelve Data. Введите волатильность вручную или перейдите на платный план.

Ставка приходит из США — мне нужен Euribor.
FRED предоставляет американский 3-месячный T-Bill. Для EUR-активов скорректируйте ставку вручную на текущее значение Euribor после загрузки данных.

Как встроить инструмент на мой сайт?
Через iFrame:

```
<iframe src="options-risk-calculator.html"
```

```
        width="100%" height="800px" frameborder="0"></iframe>
```

Как получить API-ключ Twelve Data?

1. Перейти на `https://twelvedata.com`
2. Нажать «Get your API key» и создать бесплатный аккаунт
3. После подтверждения по e-mail скопировать ключ в разделе «API Keys»

Бесплатная квота: 800 запросов/день, 8 запросов/минуту.

Options Risk Calculator v1.2 — Все формулы соответствуют реализации на JavaScript в файле `options-risk-calculator.html`.