



ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Summer Freestyle Workshop, Fin-2

Премия за риск в ценах товарных фьючерсов

Автор: Иван Салков
29.08.2026

Иван Салков

telegram: @ivan_salkov

email: salkov16@yandex.ru

Образование

НИУ ВШЭ · МИЭФ

Магистратура, финансовая экономика · 2027

СПбГУ · Экономический факультет

Бакалавриат, экономико-математические методы · 2025

Опыт работы

SberCIB Investment Research

Младший аналитик · 03.2026 — наст. вр.

Банк России · ДДКП / СЗГУ

Эксперт · 02.2025 — 02.2026





1

Фьючерсы: основные понятия и ценообразование

2

Разбор статьи Hamilton-Wu (2014): от теории к реализации в Python

3

Систематические ошибки рыночных ожиданий цен на сырьевые товары*



ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Фьючерсы: основные понятия и ценообразование

Определения

Фьючерсный контракт — стандартизированное биржевое соглашение о покупке или продаже базового актива в определённый момент в будущем по цене, зафиксированной сегодня.

Базовый актив — товар, финансовый актив или индекс, стоимость которого лежит в основе фьючерсного контракта.

Поставочный фьючерс — контракт, предусматривающий физическую поставку базового актива при исполнении.

Расчетный фьючерс — контракт, по которому при исполнении производится денежный расчёт без физической поставки базового актива.

Длинная позиция — позиция стороны, обязующейся купить базовый актив по условиям фьючерсного контракта.

Короткая позиция — позиция стороны, обязующейся продать базовый актив по условиям фьючерсного контракта.

Заккрытие позиции

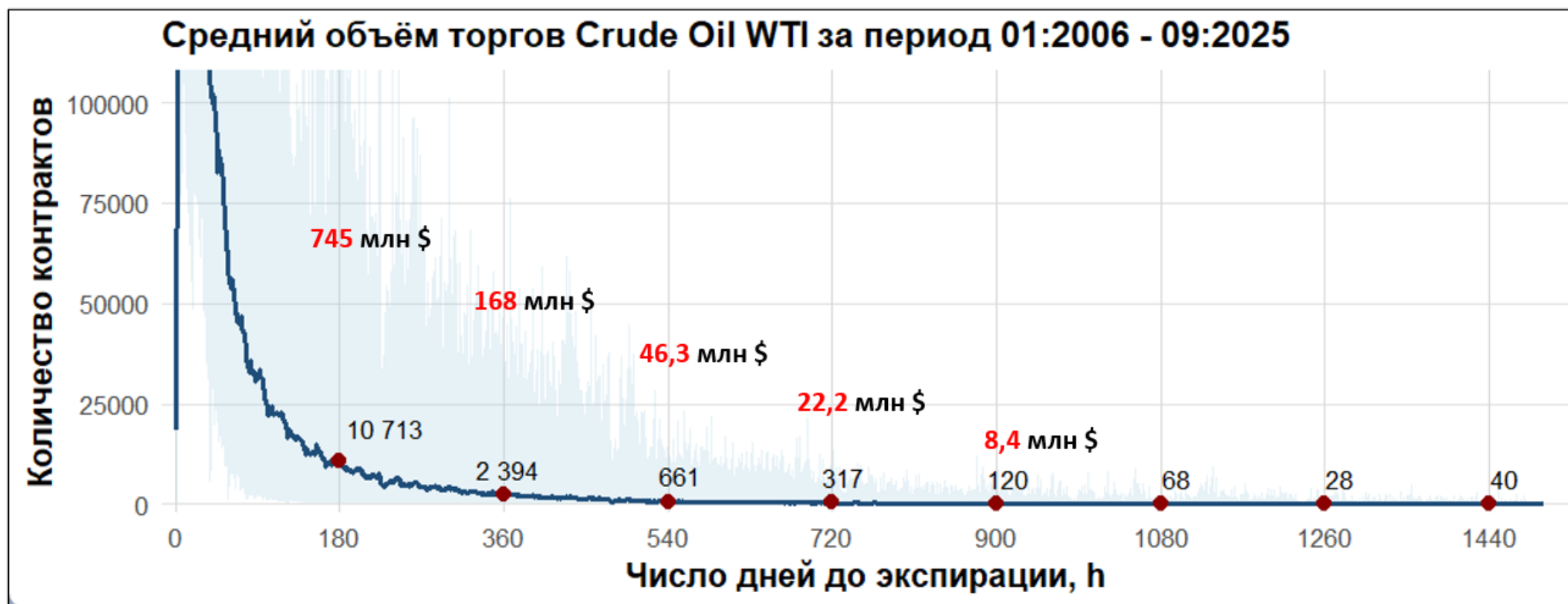
1. Заккрытие позиции (closing out a position) означает заключение сделки, смысл которой противоположен исходной.

Например, инвестор, купивший 5 марта фьючерсный контракт на покупку нефти в июле, может закрыть позицию, продав этот контракт 20 апреля (т.е. занять короткую позицию).

2. Огромное количество фьючерсных контрактов не завершается поставкой товаров.

3. Поставка актива стала настолько непривычным событием, что трейдеры иногда забывают о его деталях.

Фьючерсный контракт, как правило, закрывается досрочно



Ежедневные расчеты и маржа

Первоначальная маржа — сумма, которую нужно внести при открытии позиции.

Гарантийная, или поддерживающая, маржа — минимальный уровень счета.

Если баланс падает ниже него, брокер выставляет **маржинальное требование**.

Инвестор должен внести **вариационную маржу**, то есть пополнить счет обратно до уровня первоначальной маржи.

Сравнение форвардных и фьючерсных контрактов

Форвардный контракт	Фьючерсный контракт
Закljučается на внебиржевом рынке	Закljučается на бирже
Не стандартизован	Стандартизован
Обычно предусматривает одну конкретную дату поставки	Допускает диапазон дат поставки
Расчет производится к концу срока действия контракта	Расчет производится ежедневно
Как правило, завершается поставкой или наличным расчетом	Как правило, закрывается досрочно
Определенный кредитный риск	Кредитного риска практически нет

Кейс WTI 2020: отрицательная цена фьючерса

Crude Oil WTI May '20 (CLK20)

10.01s +47.64 (+126.60%) 04/21/20 [NYMEX]

QUOTE OVERVIEW for Tue, Apr 21st, 2020

Help ?

Day Low -16.74 Day High 13.86

Open -14.00

Previous Close -37.63

Volume 12,250

Open Interest 13,044

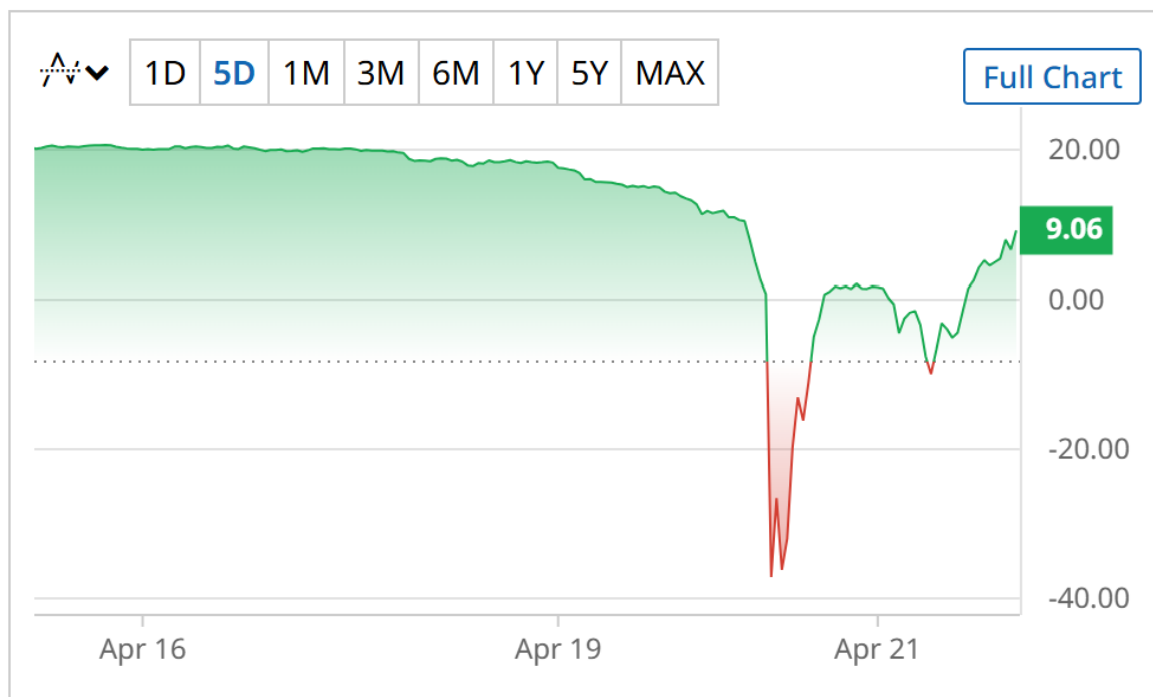
Weighted Alpha -83.48

Relative Strength 45.17 (N/A)

5-Day Change -10.10 (-50.22%)

52-Week High 64.39 (-84.45%)

52-Week Low -40.32 (+124.83%)

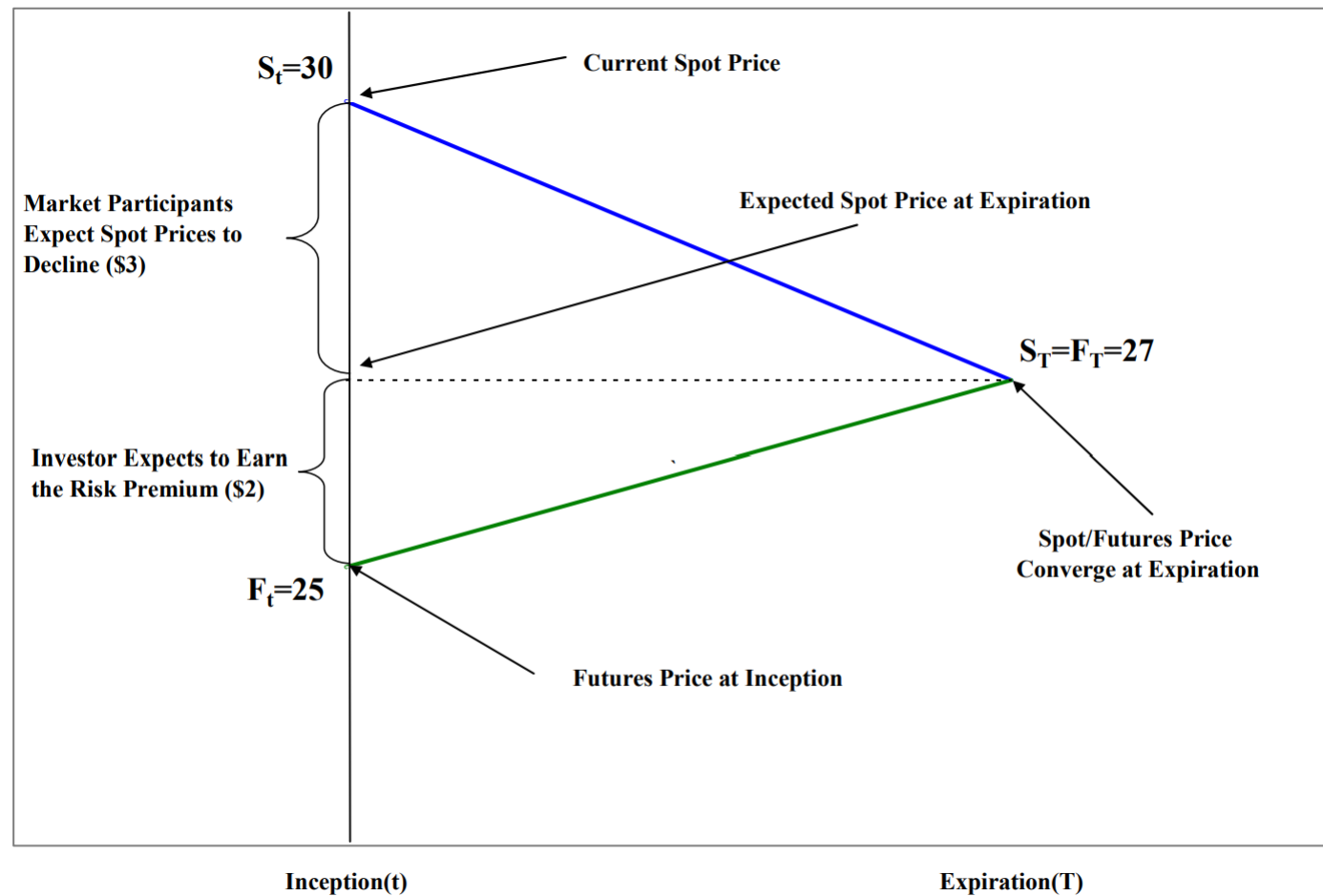


Кейс WTI 2020: отрицательная цена фьючерса

- Пандемия COVID-19 привела к резкому сокращению мирового спроса на нефть.
- Добыча сокращалась медленнее спроса, вследствие чего запасы нефти быстро росли.
- Майский фьючерс WTI предусматривал **физическую поставку нефти в Кушинге, штат Оклахома**.
- По мере заполнения хранилищ доступные мощности для приёма дополнительной нефти становились дефицитными.
- 21 апреля истекал майский контракт: держатели открытых длинных позиций должны были либо **закрыть позицию**, либо быть готовыми **принять физическую поставку**.
- Участники, не имевшие возможности принять нефть, стремились закрыть длинные позиции перед экспирацией, тогда как число покупателей, способных организовать поставку и хранение, было ограничено.

Отрицательная цена означала, что рынок фактически компенсировал покупателю принятие обязательства по физической поставке нефти.

Фьючерсная цена как сумма ожиданий и премии за риск





ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Hamilton-Wu (2014) “Risk Premia in Crude Oil Futures Prices”

Разбор статьи: от теории к реализации в Python

Шаг 1. Бюджетное ограничение инвестора

$$W_{t+1} = \sum_{j=0}^J q_{jt} e^{r_{j,t+1}} + \sum_{n=1}^N z_{nt} \frac{F_{n-1,t+1} - F_{nt}}{F_{nt}} \quad (1)$$

W_t — совокупное богатство инвестора

q_{0t} — вложения в безрисковый актив

q_{jt} — вложения в “прочие активы” $j = 1, \dots, J$

$e^{r_{0,t+1}}$ — безрисковая доходность

$e^{r_{j,t+1}}$ — доходность “прочих активов” $j = 1, \dots, J$

F_{nt} — цена фьючерсного контракта со сроком до экспирации n периодов

$\frac{F_{n-1,t+1} - F_{nt}}{F_{nt}}$ — доходность по фьючерсному контракту за один период

z_{nt} — размер позиции по фьючерсному контракту ($z_{nt} > 0$ — длинная позиция, $z_{nt} < 0$ — короткая позиция)

Шаг 2. Оптимизационная задача инвестора

Инвестор выбирает $\{q_{0t}, \dots, q_{Jt}, z_{1t}, \dots, z_{Nt}\}$, максимизируя

$$E_t(W_{t+1}) - \frac{\gamma}{2} \text{Var}_t(W_{t+1}) \rightarrow \max \quad (2)$$

при условии $\sum_j q_{jt} = W_t$

γ — коэффициент неприятия риска

$\sum_j q_{jt} = W_t$ — весь текущий капитал распределен между прочими активами

Шаг 3. Модель факторов

Ненаблюдаемые факторы, которые определяют динамику цен фьючерсных контрактов, следуют гауссовскому VAR(1)

$$x_{t+1} = c + \rho x_t + \Sigma u_{t+1}, \quad u_{t+1} \sim N(0, I_m) \quad (3)$$

Цены фьючерсов и доходности прочих активов — аффинные функции этих факторов:

$$f_{nt} \equiv \log F_{nt} = \alpha_n + \beta_n' x_t \quad n = 1, \dots, N \quad (4a)$$

$$r_{jt} = \xi_j + \psi_j' x_t \quad j = 1, \dots, J \quad (4b)$$

Шаг 4. Совокупное богатство (1) через модель факторов (3) и афинные модели (4)

Используя аппроксимацию авторы показывают, что

$$\begin{aligned}
 E_t(W_{t+1}) \approx & q_{0t}(1 + r_{0,t+1}) + \sum_{j=1}^J q_{jt} \left[1 + \xi_j + \psi_j'(c + \rho x_t) + \frac{1}{2} \psi_j' \Sigma \Sigma' \psi_j \right] \\
 & + \sum_{n=1}^N z_{nt} \underbrace{\left[\alpha_{n-1} + \beta_{n-1}'(c + \rho x_t) - \alpha_n - \beta_n' x_t + \frac{1}{2} \beta_{n-1}' \Sigma \Sigma' \beta_{n-1} \right]}_{\text{ожидаемая доходность \$1 long-позиции}}
 \end{aligned} \tag{5}$$

$$\text{Var}_t(W_{t+1}) \approx \left(\sum_{j=1}^J q_{jt} \psi_j' + \sum_{n=1}^N z_{nt} \beta_{n-1}' \right) \Sigma \Sigma' \left(\sum_{j=1}^J q_{jt} \psi_j + \sum_{\ell=1}^N z_{\ell t} \beta_{\ell-1} \right) \tag{6}$$

Шаг 5. Условия первого порядка для функции (2):

$$\frac{\partial E_t(W_{t+1})}{\partial q_{jt}} = 1 + r_{0,t+1} + \frac{\gamma}{2} \frac{\partial \text{Var}_t(W_{t+1})}{\partial q_{jt}}, \quad j = 1, \dots, J$$

$$\frac{\partial E_t(W_{t+1})}{\partial z_{nt}} = \frac{\gamma}{2} \frac{\partial \text{Var}_t(W_{t+1})}{\partial z_{nt}}, \quad n = 1, \dots, N$$

При подстановке (5) и (6) в эти условия получаем

$$\xi_j + \psi_j'(c + \rho x_t) + \frac{1}{2} \psi_j' \Sigma \Sigma' \psi_j = r_{0,t+1} + \psi_j' \lambda_t$$

$$\underbrace{\alpha_{n-1} + \beta_{n-1}'(c + \rho x_t) - \alpha_n - \beta_n' x_t + \frac{1}{2} \beta_{n-1}' \Sigma \Sigma' \beta_{n-1}}_{\text{ожидаемая доходность long-позиции на \$1}} = \beta_{n-1}' \underbrace{\lambda_t}_{\text{цена риска}} \quad (7)$$

Шаг 6. Компенсация за риск λ_t

$$\lambda_t = \gamma \Sigma \Sigma' \left(\sum_{j=1}^J q_{jt} \psi_j + \sum_{\ell=1}^N z_{\ell t} \beta_{\ell-1} \right) \quad (8)$$

Афинная функция:

$$\lambda_t = \lambda + \Lambda x_t \quad (9)$$

Из уравнения (7) ожидаемая доходность выражается через цену риска:

$$E_t \left(\frac{F_{n-1,t+1} - F_{nt}}{F_{nt}} \right) \approx \beta_{n-1}' \lambda_t$$

$$\underbrace{F_{n,t}}_{\text{цена}} \approx \underbrace{E_t(F_{n-1,t+1})}_{\text{ожидаемая цена}} + \underbrace{(-\beta_{n-1}' \lambda_t F_{n,t})}_{\text{риск-премия}}$$

Шаг 7. Практическая реализация: факторы

Идея: истинные факторы x_t не наблюдаются напрямую, но они двигают всю фьючерсную кривую. Цены контрактов разной срочности зависят от одних и тех же факторов:

$$\begin{cases} f_{1t} = a_1 + b_{11}x_{1t} + b_{12}x_{2t} \\ f_{2t} = a_2 + b_{21}x_{1t} + b_{22}x_{2t} \\ f_{3t} = a_3 + b_{31}x_{1t} + b_{32}x_{2t} \end{cases}$$

Тогда уровень и наклон кривой можно представить через x_t :

$$Level_t = \frac{f_{2t} + f_{3t}}{2}, \quad Slope_t = f_{3t} - f_{2t}$$

$$\begin{pmatrix} Level_t \\ Slope_t \end{pmatrix} = A + Bx_t \quad \Rightarrow \quad x_t = B^{-1} \left[\begin{pmatrix} Level_t \\ Slope_t \end{pmatrix} - A \right]$$

Вывод: форма фьючерсной кривой содержит информацию о ненаблюдаемых факторах

Шаг 8. Реализация модели на Python

Код и репликация результатов доступны на GitHub: github.com/IvanSalkov/hamilton-wu-oil-risk-premia