Исследовательская записка · ноябрь 2026

Вычисления как консенсус

AI × Crypto × чипы в 2026 году: от Pearl

Pearl · Полезная работа · DePIN и агенты · Экономика ASIC · Техпроцессы · Поэтапные бюджеты

Тан Шуай
tanshuai.com · i@tanshuai.com



ВЫВОД

Теорема верна, стимул — нет

01 Pearl работает как инженерное решение, но пока не как полезная работа

Около 90 EH/s целочисленного умножения матриц защищают сеть, но лишь около 1 % блоков несут реальную AI-работу.

02 Платёжный спрос — в инференсе, данных и приватности

Bittensor — около $70 млн проверяемой выручки в год, Grass — $17 млн в I полугодии 2026, TEE в продакшене; платежи агентов — около $5 000–11 000 в месяц.

03 ASIC окупается только при большом призовом фонде, стабильных правилах и втором рынке

Его потолок прибыли — R × (1 − 1/k). Сегодня ни одна сеть не даёт всех трёх условий анализ.

≈90 EH/s

Pearl на 13 ноября 2026 года: целочисленная производительность около 122 000 H100

≈1 %

блоков Pearl несут реальную AI-работу (Blockworks)

4–11×

эмиссия Bittensor относительно проверяемой выручки

AI × crypto в шести секторах: где платёжный спрос реален

Сети полезной работы 01

РЕАЛЬНО, НО МАЛО

≈$70 млн в год

проверяемая внешняя выручка Bittensor

Сигнал: эмиссия 4–11× выручки; Pearl ≈1 % AI-блоков

Механизмы работают; польза требует плательщиков

Децентрализованные вычисления 02

РЕАЛЬНО, НО МАЛО

$2,35 млн в год

ончейн-комиссии Render, крупнейшие проверяемые

Сигнал: капитализация ≈360× комиссий

В основном перепродажа типового инференса

Обучение и инференс 03

ПРИБЫЛЬ В АКЦИЯХ

$100 млн+ в год

Prime Intellect, акционерная компания на централизованных GPU

Сигнал: основная сеть Gensyn для обучения не запущена

Прогресс реален; прибыль уходит в акции

Проверяемый ИИ 04

РАНО

398

платящих пользователей TEE-облака Phala, конец 2025

Сигнал: платного zkML не раскрыто

TEE в продакшене; zkML на ранней стадии

Платежи агентов 05

ДО СПРОСА

$5–11 тыс. в месяц

платежи x402, реально инициированные агентами

Сигнал: ≈200 млн транзакций, в основном сигнальные

Рельсы появились раньше спроса

Сети данных 06

ЕСТЬ ПОКУПАТЕЛИ

$17 млн

выручка Grass от данных, I пол. 2026 (по своим данным)

Сигнал: капитализация ≈10× годовой выручки

Один из немногих секторов с реальными покупателями

> Субсидия — топливо для холодного старта, а не бизнес-модель. Crypto даёт дистрибуцию и расчёты, прибыль забирает акционерный капитал — по крайней мере в 2026 году.

Одно умножение с накоплением — один хеш

- **От теоремы до mainnet**

  Комаргодский и Вайнштейн (апрель 2025): доказательство полезной работы для любого произведения матриц с накладными расходами 1 + o(1). Основная сеть Pearl запущена 27 апреля 2026 года.

- **Как это работает**

  Майнеры перемножают зашумлённые матрицы, хешируют аккумулятор каждого тайла в лотерейный билет и доказывают выигравший тайл доказательством Plonky2 меньше 60 KB.

- **Единица**

  1 H — одно засчитанное умножение с накоплением INT7 × INT7 → INT32: бюджет безопасности блокчейна в единицах тензорной производительности.

PEARL НА 13 НОЯБРЯ 2026 ГОДА

89,77 EH/s

хешрейт сети (независимый полный узел)

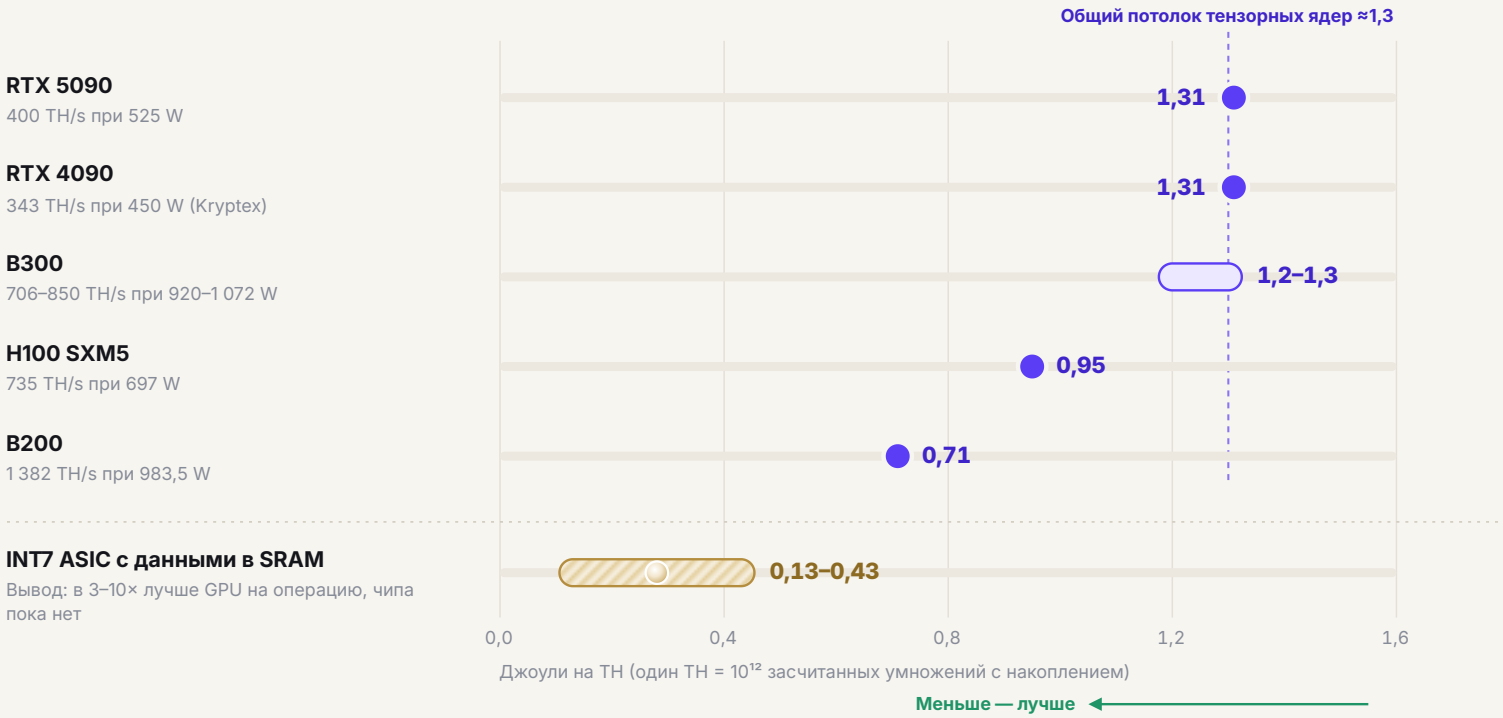
≈$500 млн

капитализация; полностью разводнённая — около $2,8 млрд

+78 %

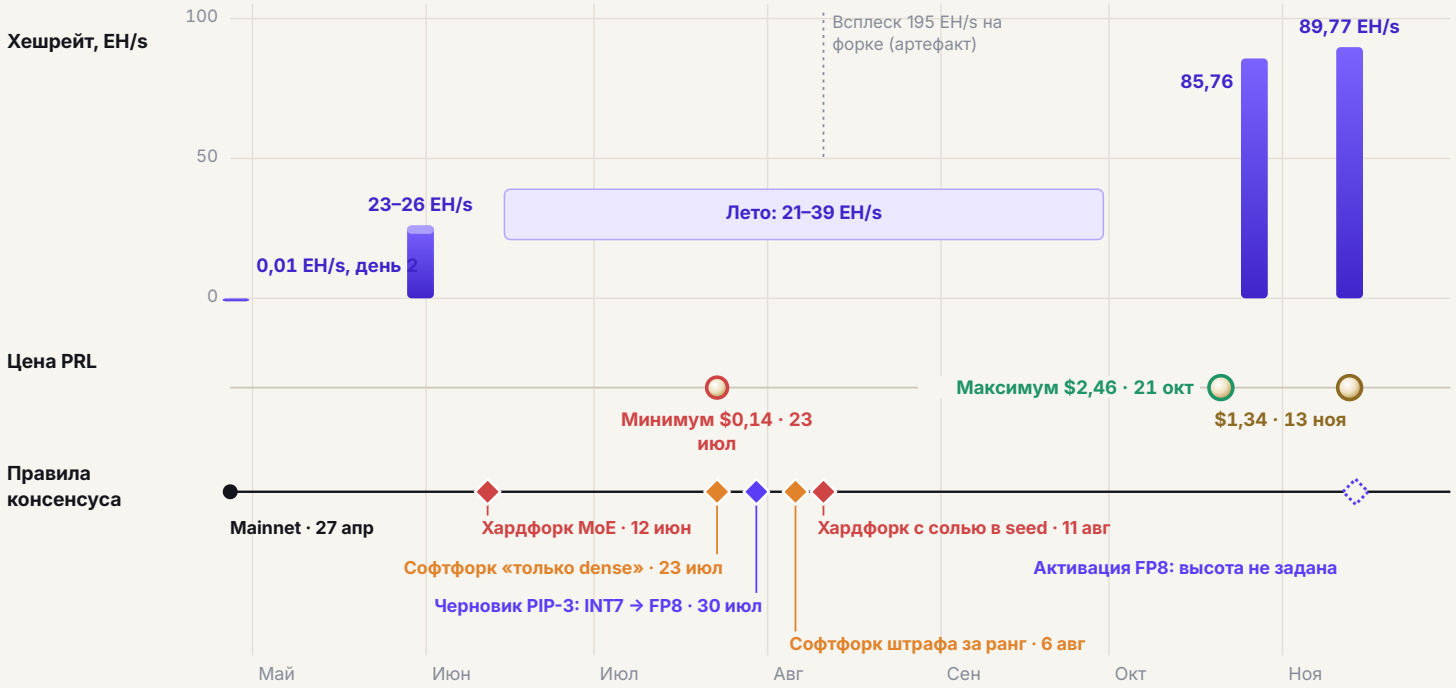
новое предложение за следующие 12 месяцев

На целочисленной работе Pearl у GPU общий энергопотолок



Игровые карты и B300 сходятся на уровне около 1,3 J/TH; даже B200 достигает лишь 0,71. Чип, который только умножает 7-битные целые из SRAM, вполне может быть в 3–10 раз лучше анализ.

Хешрейт следует за ценой, правила продолжают меняться



Около 120 млн монет, 32 % нынешнего предложения, добыты за первые шесть дней. RTX 5090 сейчас зарабатывает около $5–6 в день; аренда карт ради одного майнинга убыточна.

Теорема верна, стимул — нет

СКОЛЬКО СТОИТ ПОЛЕЗНАЯ РАБОТА

Сторона инференса: малые издержки

Pearl сообщает о 5,08 % дополнительного времени для Llama 70B на четырёх H200; независимый тест показал на 9,2 % меньшую пропускную способность на одном GPU Hopper.

СКОЛЬКО ПРИНОСИТ ПОЛЕЗНАЯ РАБОТА

Сторона майнинга: слишком мало хешрейта

Карта, обслуживающая инференс, майнит примерно на 27 % от выделенного майнера на prefill, на 5,4 % в чате и около 1 %, когда преобладает декодирование.

Поэтому рациональные майнеры перемножают случайные матрицы. Полезность — коммерческая задача вне цепи: кто-то должен платить за инференс.

Четыре форка за два месяца, следующий — FP8

12 июня
Хардфорк mixture-of-experts (блок 71 935)

23 июля
Софтфорк «только dense» (блок 91 630)

6 августа
Софтфорк штрафа за ранг: некоторые конфигурации теряют 50–87,5 % эффективного хешрейта

11 августа
Хардфорк с солью в seed: старые майнеры дают только невалидные шары

Не задано
PIP-3: с INT7 на FP8, допускаются только Hopper и Blackwell

2 из 3

полезен для ИИ, проверяем бит в бит, нейтрален к железу: формат чисел даёт максимум два

13 бит

сохраняет накопление FP8 в Hopper, с усечением: невоспроизводимо между поколениями

≈82 %

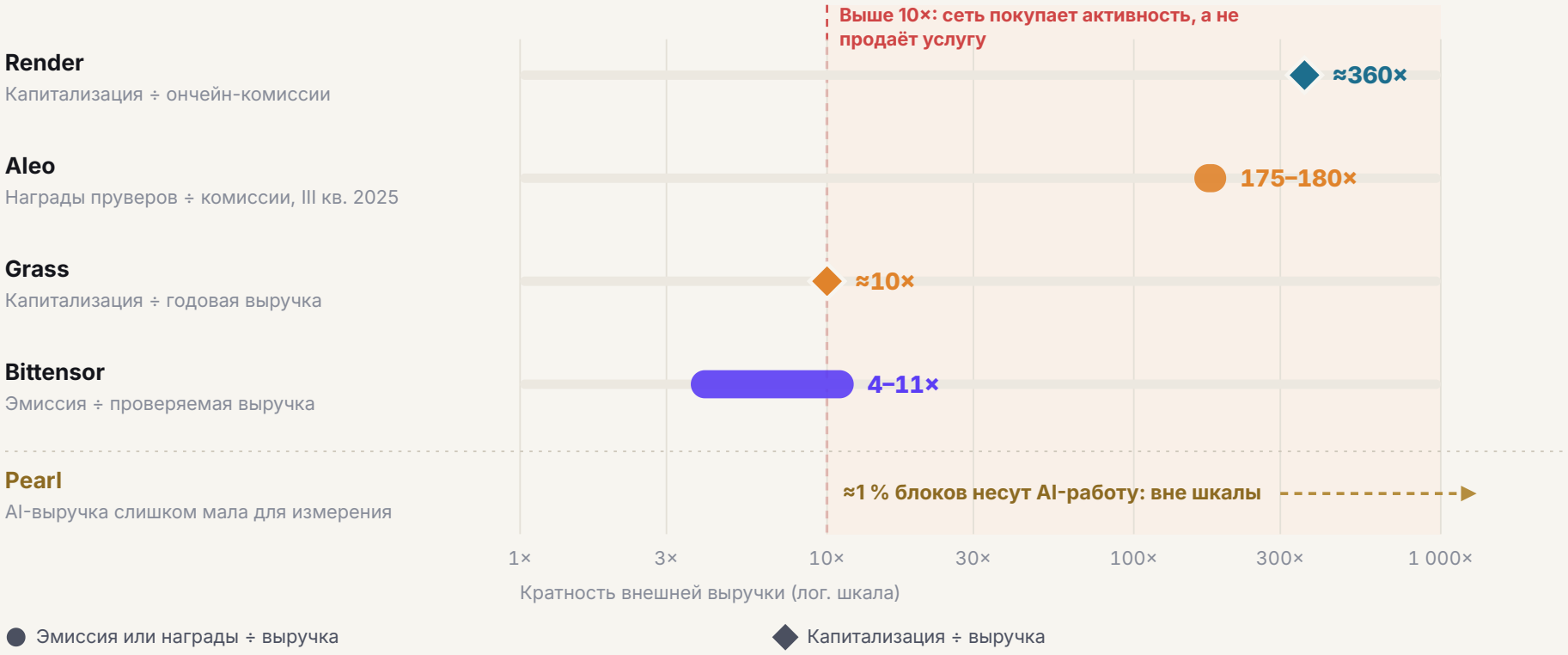
хешрейта на потребительских картах, которые PIP-3 не допустит (модель с низкой уверенностью)

Кто контролирует функцию работы, тот определяет судьбу инвесторов в оборудование анализ.

Ни матрицы, ни нулевое разглашение не останавливают ASIC

Сеть	Что произошло	Чему это учит
Kaspa	Произведение матриц 64 × 64 между хешами; ASIC через 16 месяцев, эффективность около 1 000× GPU; лучший сейчас зарабатывает $0,86 в день	Матрица не делает работу ни полезной, ни защищённой от ASIC
Aleo	Синтетическая головоломка SNARK; специализированные машины через пять месяцев; награды пруверов в 175–180× комиссий	Синтетическая работа живёт на субсидиях
Qubic	Заявляет обучение ИИ; её вычисления майнили Monero (заявлено 51 %), а теперь Dogecoin	PoW общего назначения можно захватить извне
Bittensor	Оценка с весом по стейку; около $70 млн проверяемой выручки в год против более чем $300 млн эмиссии	Единственная с внешней выручкой в масштабе
Monero, Sia, Ethereum	Форки превратили ASIC в кирпичи; после Merge менее 20 % майнеров нашли новую работу	Выживает железо со вторым рынком

Кратность субсидии — самый честный тест здоровья



> Когда субсидия превышает внешнюю выручку примерно в 10 раз, сеть покупает активность, а не продаёт услугу. AI-выручка Pearl слишком мала, чтобы попасть на шкалу.

Спрос реален, но мал, а стоимость уходит в акции

- **Рынки вычислений**

  Ончейн-комиссии Render — около $2,35 млн в год; H100 в Akash за $2,73 в час дешевле AWS и Google, но не Vast.ai или RunPod.

- **Обучение**

  Через интернет обучены модели на 8–40 млрд параметров; INTELLECT-3 вернулась к 512 H200 на InfiniBand.

- **Проверяемый ИИ**

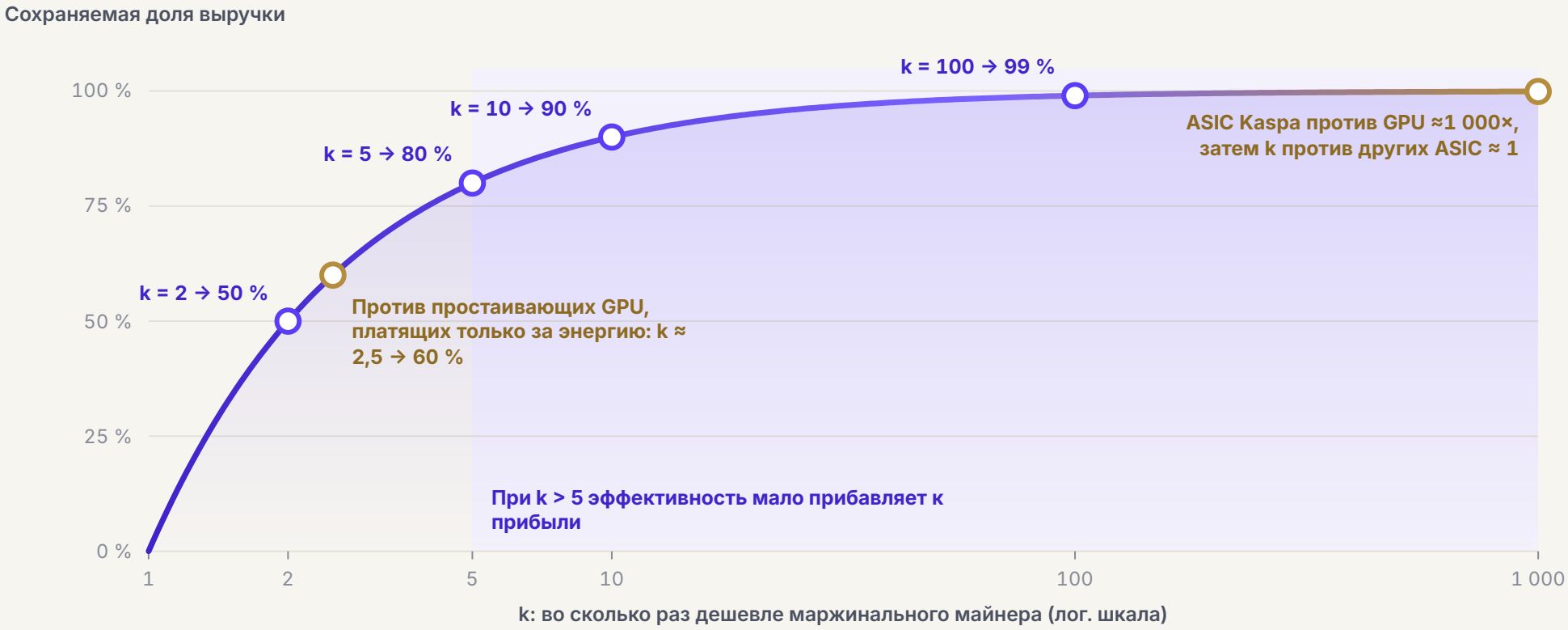
  TEE добавляют менее 7 % и работают в продакшене; TEE.fail взломал аттестацию интерпозером за $1 000; zkML доказывает GPT-2 со скоростью 174 токена в минуту.

- **Агенты и данные**

  Потоки x402, инициированные агентами, — около $5 000–11 000 в месяц; Grass — $17 млн выручки от данных в I полугодии 2026.

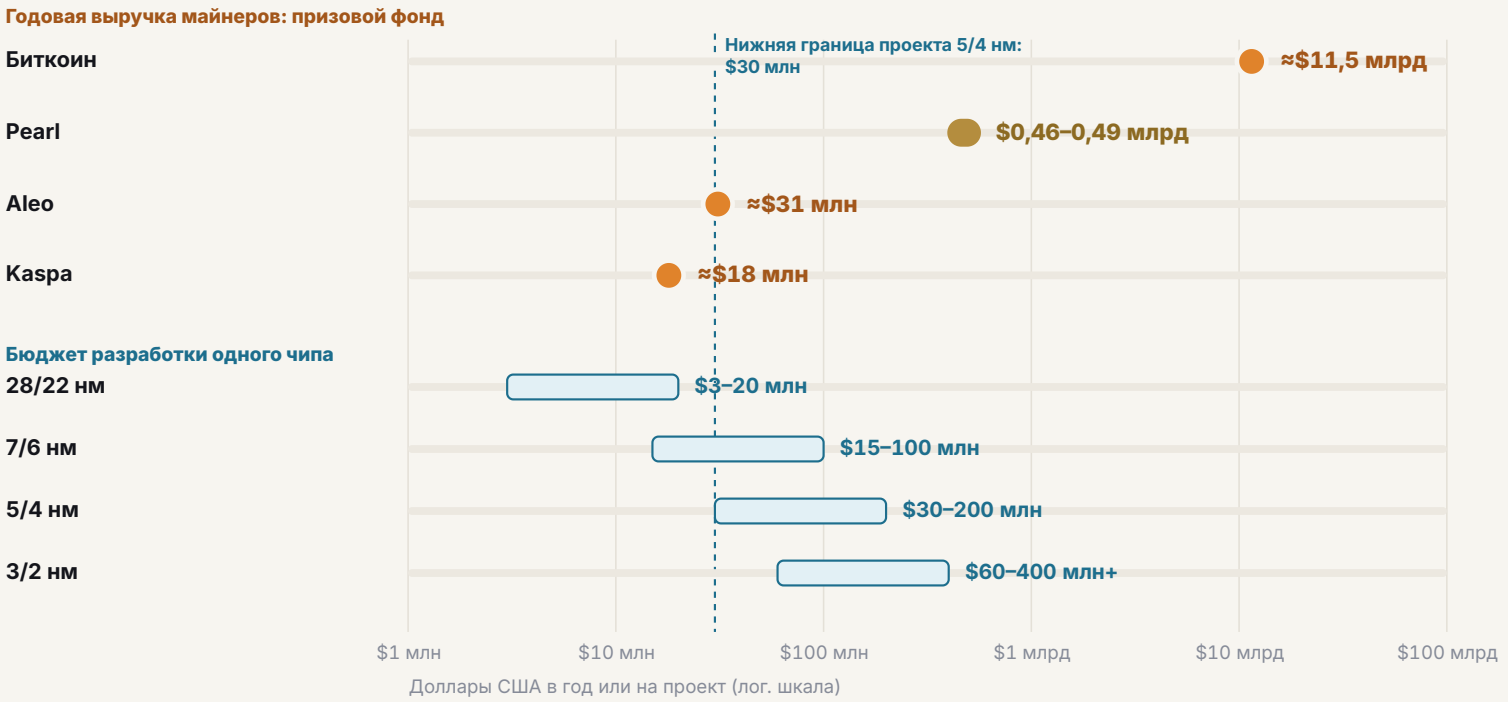
> **Четыре акционерные компании на централизованной инфраструктуре стоят около $8,5 млрд — примерно столько же, сколько все AI-токены уровня протоколов и приложений.**

Почему эффективность перестаёт окупаться после k = 5



Потолок прибыли ≈ R × (1 − 1/k). Когда маржинальными майнерами становятся ASIC, k обнуляется против других ASIC; против простаивающих GPU, платящих только за энергию, k около 2,5 оценка.

Большинство призовых фондов меньше бюджета на один чип



Хешрейт окупаемости h* = NRE ÷ [R × (1 − 1/k) × T × p]. Для Pearl при NRE $20 млн и k = 5: около 4,9 EH/s в течение года, если правила устоят, и 9,8 EH/s, если шансы на это равны **оценка**.

Пять типов чипов — пять ответов



Майнинговый чип PoUW в духе Pearl

НЕ СЕЙЧАС

k: без HBM и универсальных блоков: 3–10× на операцию (вывод)

Второй рынок: AI-инференс, если GEMM INT8/FP8 общего вида

Ставка на чип прежде всего для инференса, который может майнить, а не на узкий INT7



Майнинговый чип SHA-256 для биткоина

НЕ ВХОДИТЬ

k: ≤1 против действующих игроков

Второй рынок: почти нет

Только со своей энергией, в нишевом форм-факторе или как IP



Чип для обучения ИИ

IP, А НЕ ЧИПЫ

k: 1,1–1,8× при той же точности

Второй рынок: —

Решают корпусирование и HBM; делать IP, чиплеты, услуги



Чип для AI-инференса

СТРОИТЬ

k: отказ от универсальности: заявлено 10–20×

Второй рынок: это и есть основной рынок

Сначала подписать заказчика, потом выбирать привязку



Ускоритель ZK-доказательств

ЖДАТЬ И ХЕДЖИРОВАТЬ

k: заявлено 10–100× к GPU

Второй рынок: ограничен вне ZK

Программируемые движки MSM и NTT; сначала FPGA



Ускоритель FHE

ЗАХОДИТЬ ЗАРАНЕЕ

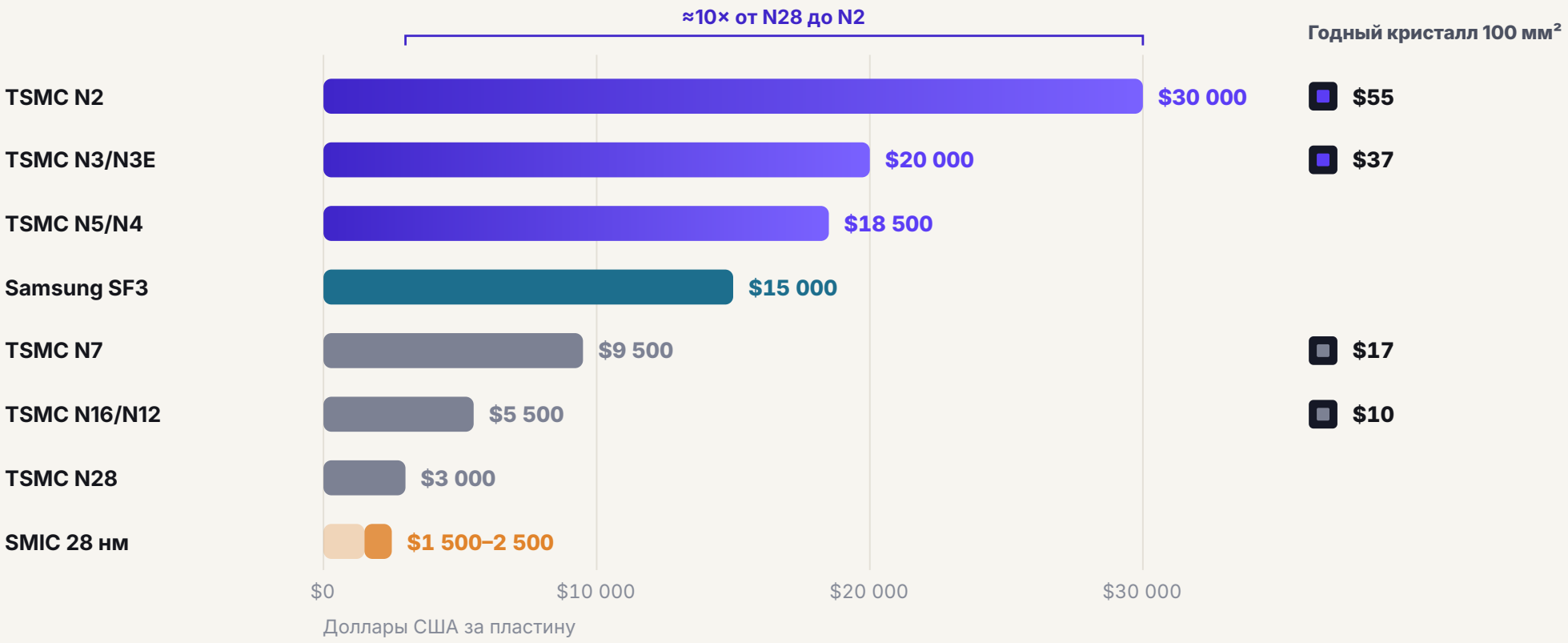
k: 1 074–5 547× к Xeon (Heracles)

Второй рынок: шифрованные вычисления, приватный ИИ

Окно 2027–2029; проверять с лёгкими активами

> Ни одна сеть сегодня не сочетает большой призовой фонд, стабильные правила и k выше 1: k биткоина принадлежит действующим игрокам, правила Pearl наименее стабильны, фонды Kaspa и Aleo слишком малы.

Передовая пластина стоит в десять раз дороже зрелой



Пусть выбор делает крупнейшая статья затрат за срок службы: энергия для круглосуточных вычислительных чипов, корпусирование и HBM для чипов обучения (63 % стоимости H100), выбор между SRAM и HBM для чипов инференса.

Свой техпроцесс для каждого чипа и каждой команды

Чип	Малая команда	Крупная компания	Путь материкового Китая
Майнинговый чип PoUW	MPW на 28 или 16/12 нм; первая серия N7/N6	N3/N3E или Samsung SF3	SMIC N+1/N+2 подходит, примерно на 40–50 % дороже за кристалл
Майнинговый чип SHA-256	Не гнаться за передним краем	Класс 3 нм	Трудно догнать эффективность передовых узлов
Чип для обучения ИИ	IP, чиплеты, услуги дизайна	N3P, затем N2/A16 с CoWoS и HBM	SMIC N+2/N+3 с отечественной HBM
Чип для AI-инференса	С упором на SRAM на N6/N7 или N4/N5/SF4	N3/N2 с HBM или чиплеты SRAM	SMIC N+2 с LPDDR или GDDR
Ускорители ZK и FHE	Сначала FPGA или MPW на 16/12 нм	N5/N3; FHE с HBM	ZK реализуем; FHE ограничен HBM

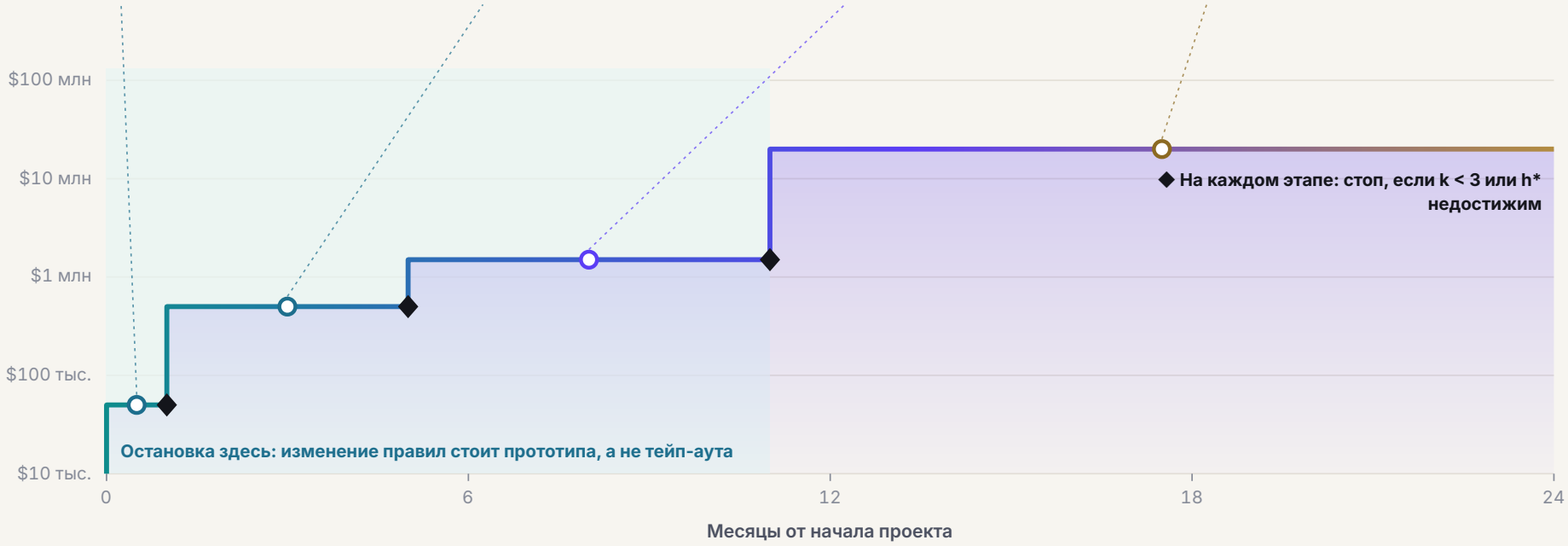
Купить доказательства раньше фотошаблонов

Этап 0 · Модель
≈$50 тыс. · недели
J/op и $/op по арифметике, SRAM и вводу-выводу

Этап 1 · FPGA
≈$0,5 млн · месяцы
Реальная нагрузка целиком: шары или токены

Этап 2 · MPW
≈$1,5 млн · 11-й месяц
Измеренный кремний заменяет модель

Этап 3 · Фотошаблоны и первая партия
≈$20 млн · 24-й месяц
Фотошаблоны N7 ≈$3,5 млн в проекте за $15–100 млн



Модель, FPGA и MPW дают измеренный кремний примерно за $1,5 млн и одиннадцать месяцев; комплект фотошаблонов и первая партия стоят более чем в десять раз дороже. Не заказывать фотошаблоны, пока не определены покупатель или версия протокола.

Crypto как первый заказчик, ИИ как второй рынок

Заказные чипы

- Спрос подавляюще AI: у Broadcom около $58 млрд AI-полупроводников в 2026 финансовом году
- Навыки майнинговых чипов переносятся: низковольтные массивы, киловаттное питание, быстрые тейп-ауты
- Побеждать с независимым выходом на рынок, а не через майнинговые каналы

Разработка ИИ

- Часы — товар: $25–49 в час на Clutch
- Ценность — на стыках: ядра для заказных чипов, майнинг внутри сервинга инференса
- Проверяемый инференс: TEE плюс выборочные ZK-проверки

Системы AI × crypto

- Многоуровневая проверка: TEE или выборка, затем споры или выборочные ZK-проверки
- Барьеры — дистрибуция и ликвидность, а не стоимость
- Подписать покупателя вычислений раньше токена

Три пути, у каждого — небольшой первый шаг

Путь	Первый шаг
A. Ускоритель прежде всего для инференса, способный и майнить	Четырёхнедельное исследование J/op и $/op для INT8/FP8-массива с данными в SRAM против RTX 5090 и H100, затем FPGA или MPW на зрелом узле
B. Услуги заказного кремния: сначала crypto, затем ИИ	Превратить модель NRE и безубыточности из этого отчёта в платные ТЭО с вехами и фиксированной версией протокола
C. AI-нативная сеть с покупателем раньше токена	Проектная записка о многоуровневой проверке и вендорно-нейтральной канонической арифметике, написанная вместе с одним конкретным покупателем инференса

> **Не больше трёх путей, каждый проверен до вложения денег** анализ **.**

За чем следить и какие вопросы задать

ОРИЕНТИРЫ

В любой момент	Высота активации FP8 в Pearl и расколется ли сеть
Ежемесячно	Доля блоков Pearl с AI-работой
Ежеквартально	Проверяемая выручка Bittensor против эмиссии; потоки x402, инициированные агентами
Январь 2027	Сообщаемое повышение цен TSMC на 3–6 % для 2 нм и 3 нм
I кв. 2027	FP4 в Pearl, по сообщениям с AMA основателей
Апрель 2028	Следующий халвинг биткоина

ВОПРОСЫ, КОТОРЫЕ СТОИТ ЗАДАТЬ

01 Кто контролирует функцию работы?

02 Какова кратность субсидии?

03 Сколько стоит следующий этап и что вас остановит?

04 Каков хешрейт окупаемости с учётом p?

05 Каков второй рынок чипа?

06 Кто первый платящий заказчик — поимённо?

Это направления, которые мы можем исследовать вместе — через технический обмен и техническое сотрудничество: заказные чипы, разработка ИИ и системы AI × crypto.

i@tanshuai.com · tanshuai.com