

## Деньги, которые модель не видела ИИ, цифровая валюта и слепое пятно «Пределов роста»

Igor Kaminsky <https://orcid.org/0009-0008-0981-965X>

Dor-Moriah Analytics, Haifa, Israel [executive@dor-moriah.org.il](mailto:executive@dor-moriah.org.il)

В 1972 году группа исследователей Массачусетского технологического института под руководством Денниса Медоуза опубликовала доклад, которому предстояло стать одним из самых тиражируемых экологических текстов столетия. «Пределы роста», заказанные Римским клубом, были переведены более чем на тридцать языков; по широко цитируемым оценкам, совокупный тираж превысил тридцать миллионов экземпляров. В основе доклада лежала компьютерная модель World3 — система уравнений, прослеживавшая взаимодействие пяти глобальных переменных: численности населения, промышленного выпуска, истощения ресурсов, производства продовольствия и загрязнения.

Полвека спустя спор вокруг доклада не утих, но идёт он по узкому коридору. Были ли прогнозы точны? Выдерживает ли методология системной динамики критику? Исследователи перекалибровывали параметры, сверяли траектории модели с наблюдаемыми данными, обновляли World3. Гораздо реже задаётся другой вопрос — не о точности модели, а о её устройстве. Что именно модель была способна *увидеть*, а что — нет. Потому что всякая модель мира есть прежде всего решение о том, какие сущности существуют, а какие в учёт не входят. И решение, принятое в 1972 году, имеет прямое отношение к тому, что происходит на наших глазах — к энергетическому и водному следу искусственного интеллекта, дата-центров и цифровых валют.

Аргумент этого эссе прост по форме и неудобен по следствиям. Рамка «пределов роста» была сконструирована так, что не видела денег. Финансовая активность, кредит, отношения собственности не входили в её учётную систему. Спустя пятьдесят лет деньги вернулись — в цифровой фазе, в виде вычислительной инфраструктуры — и вернулись именно тем, чем рамка их никогда не считала: физической нагрузкой на ресурсы планеты. Слепое пятно 1972 года стало точкой, в которой современная экономика прячет свой материальный след от самой себя.

### Пять переменных и то, чего среди них не было

Стоит взглянуть в список переменных World3. Население, промышленный выпуск, ресурсы, продовольствие, загрязнение. Это физические величины — вещи, которые можно взвесить, добыть, сжечь, посчитать в тоннах и людях. Модель была честна в своём материализме: она описывала мир как обмен веществом и энергией между человечеством и планетой.

Но именно поэтому в ней не было места для денег. Кредит, финансовый сектор, структура собственности, классовое распределение продукта — всё это в World3 отсутствовало не по недосмотру, а по конструкции. Модель оперировала физическими потоками; деньги физическим потоком не являются. И это решение, методологически опрятное само по себе, имело последствия, которые проявились лишь десятилетия спустя. Развёрнутый разбор нормативной архитектуры «Пределов роста» — того, как устройство сценариев World3 встроило в себя неявную иерархию траекторий развития, — дан в отдельной работе Михаила Финкеля и Игоря Каминника о докладе и политической экономии холодной войны; здесь этот анализ берётся как отправная точка.

Главный ход «Пределов роста» состоял не в том, что доклад указал на существование экологических ограничений — об этом писали от Мальтуса до Эрлиха. Ход состоял в переформулировке: ограничения были предъявлены как проблема

глобального управления системой. Доклад поставил вопрос о выживании человечества в условиях ресурсного дефицита — и оставил незадаанным дополнительный вопрос: кто этими ресурсами распоряжается и как распределяется продукт их эксплуатации. Экологическая проблема была отделена от политической экономии собственности и накопления.

Эффект этого отделения историк Джеймс Скотт описал в другом контексте как характерную работу всякой управленческой оптики: приведение сложных социальных систем к читаемым, управляемым категориям, как правило, достигается через затушёвывание конфликтов распределения. Формула «человечество потребляет слишком много» превращала истощение ресурсов во всеобщее, видовое состояние — вместо того чтобы назвать его следствием конкретных способов производства и накопления. Различие между подушевыми экологическими следами, отличающимися на порядки, стиралось в едином «мы».

Это не было злым умыслом. Медоуз и его коллеги прямо оговаривали, что их сценарии — «прогнозы лишь в самом ограниченном смысле слова». Интеллектуальная добросовестность моделирования здесь под сомнение не ставится. Под вопрос ставится другое: что делает рамка, когда выходит за пределы своего создателя и начинает работать как инструмент оценки политико-экономических систем.

#### **Асимметрия: что попало под счёт, а что нет**

Здесь начинается самое существенное. Рамка пределов применялась избирательно — и избирательность шла по предсказуемой линии.

После нефтяных шоков 1973 года и краха кейнсианской модели роста западные экономики совершили то, что Дэвид Харви назвал «неолиберальным поворотом»: переход от управления спросом и промышленного роста к финансовой дерегуляции, деиндустриализации ядра и первенству финансового капитала. И вот что показательно: публикация «Пределов роста» не сопровождалась никаким сокращением совокупного потребления на Севере. Произошло обратное. С 1980-х годов до кризиса 2008-го финансовая активность росла стремительно — по данным Банка международных расчётов, номинальный объём внебиржевых деривативов вырос с минимальных уровней начала 1980-х до сотен триллионов долларов к середине 2000-х. Финансовая экспансия позволила экономикам Севера наращивать кредит, активы и бумажное богатство быстрее, чем рос реальный сектор, — и тем самым поддерживать потребление, не снижая материального уровня жизни.

Ответом на дискурс пределов стало, таким образом, не сжатие материальных потоков, а их продолжение через финансовый рычаг и перенос части издержек в будущее. И финансовая экспансия при этом получила особый статус. Её классифицировали не как «реальный» рост — а значит, не как нагрузку на пределы, — но как «эффективное размещение капитала». Дискурсивный приём вывел её за рамку счёта.

С социальными требованиями произошло ровно противоположное. Послевоенный социальный компромисс на Западе держался на обещании, структурно параллельном советскому: непрерывное расширение материального благосостояния большинства, обеспеченное профсоюзами, социал-демократическими партиями, государством благосостояния, прогрессивным налогообложением. Внутри рамки пределов это обещание оказалось уязвимым. То, что прежде формулировалось как требования справедливости — заработная плата, социальные расходы, индустриальное догоняющее развитие периферии, — теперь могло быть переописано как фактор экологического давления, ускоряющий движение системы к ограничениям. Рамка не предписывала такого использования. Но она делала его доступным: предоставляла

словарь, на котором требование справедливого распределения переводилось в регистр угрозы устойчивости.

Получается асимметрия с предсказуемым знаком. Рамка пределов ужесточала счёт там, где речь шла о требованиях справедливого распределения и социальных требованиях, — и снимала счёт там, где речь шла о финансовом накоплении. Карл Полаanyi ещё в 1944 году описал это как повторяющуюся черту либеральной экономики: построение якобы универсальных правил, применение которых систематически неравномерно.

Важна точность статуса этого утверждения. Речь не идёт о доказанном замысле и не идёт о причинной связи. Был ли за конструкцией World3 такой умысел — вопрос, на который имеющиеся данные ответа не дают; ни подтвердить, ни исключить его анализ структуры не может. Речь о другом — о структурной совместимости: о том, что устройство рамки и словарь, который она предоставила, оказались пригодны для определённого политического употребления. Это совместимость, а не заговор. Но именно структурный характер этой совместимости и требует анализа.

### **Возвращение вытесненного**

Теперь — пятьдесят лет спустя. Деньги, которых модель не видела, возвращаются. И возвращаются не метафорой, а киловатт-часами и кубометрами воды.

Искусственный интеллект, дата-центры, криптовалюты — это активность, которую и обиденный язык, и экономическая статистика традиционно относят к «нематериальному» полюсу хозяйства. Информация. Алгоритмы. Цифровые активы. Финансы. Сама лексика — «облако», «виртуальная валюта», «нематериальные активы» — внушает, что речь идёт о чём-то невесомом, отвязанном от вещества. Именно это внушение и оказывается ложным.

Вычислительная инфраструктура обладает прямым, измеримым физическим следом — по трём связанным измерениям: энергия, вода, материалы.

По энергии данные относительно надёжны. Международное энергетическое агентство оценивает потребление электроэнергии дата-центрами примерно в 1,5% мирового по состоянию на 2024 год — около 415 тераватт-часов. К 2030 году, по центральному сценарию агентства, эта величина удвоится, достигнув приблизительно 945 тераватт-часов: это сопоставимо с нынешним годовым электропотреблением Японии. В 2025 году спрос дата-центров вырос на 17%, а сегмента, ориентированного на ИИ, — на 50%.

Сразу оговорю то, чего говорить нельзя, как бы ни хотелось хлесткости. Неверно утверждать, что дата-центры уже нагружают экологию сильнее сельского хозяйства. Это не так. Дата-центры по состоянию на 2024 год отвечают за чуть более 1% мировых выбросов углекислого газа; сельское хозяйство по землепользованию, метану, потреблению пресной воды, давлению на биоразнообразие остаётся на порядок более крупным источником нагрузки. Даже внутри энергетики прирост спроса дата-центров к 2030 году уступает приросту от электромобилей, от кондиционирования воздуха и тем более от промышленности. Тот, кто строит аргумент на мнимом «обгоне», проигрывает его при первой же проверке.

Сила наблюдения — не в валовой доле. Она в трёх других вещах.

Первое — темп и его смысл. Электропотребление дата-центров растёт так быстро, что впервые за всю послевоенную историю общий спрос на электроэнергию начинает обгонять рост ВВП. Связка, которую экономисты считали почти законом природы — потребление энергии следует за экономическим ростом, — рвётся. И рвётся она со стороны активности, которую статистика числит «нематериальной».

Второе — локальная концентрация. Валовая доля в полтора процента скрывает то, что нагрузка распределена крайне неравномерно. В отдельных юрисдикциях доля дата-центров в потреблении электроэнергии уже стала системной величиной — единицы и даже десятки процентов регионального энергобаланса. Планетарное среднее здесь обманчиво: кризис локален, и он уже наступил в конкретных точках, тогда как агрегированная цифра ещё выглядит скромной.

Третье — масштаб капитала. И вот здесь цифровая инфраструктура смыкается с финансами напрямую. Капитальные затраты всего пяти крупнейших технологических компаний на дата-центры в 2025 году превысили 400 миллиардов долларов — больше, чем мировые инвестиции в добычу нефти и газа. Это уже не периферийная статья расходов. Это перенаправление капитала планетарного масштаба — и направлен он в инфраструктуру, которую экономика по-прежнему числит по ведомству «нематериального».

### **Вода, которой не считают**

Энергетический след — лишь часть истории. Вторая часть, вода, документирована хуже, и это само по себе значимый факт.

Дата-центры потребляют воду двумя путями. Прямо — на охлаждение: серверные стойки под нагрузкой сильно греются, и испарительное охлаждение остаётся одним из самых дешёвых способов не дать чипам перегреться. И косвенно — через воду, затраченную на производство потребляемой ими электроэнергии.

Здесь принципиально важна одна методологическая поправка. Вода и энергия — не два независимых измерения, которые можно сложить как отдельные слагаемые. Это одна связка. По оценкам, около 80% водного следа дата-центра встроено в используемую им электроэнергию: в США в 2023 году дата-центры потребили напрямую на охлаждение около 66 миллиардов литров воды — но почти 800 миллиардов литров косвенно, через электросеть. Потреблять электричество — значит потреблять воду. И значит, рост энергопотребления есть автоматически рост потребления воды, даже если на самом объекте не испаряется ни капли.

Лучшая на сегодня иллюстрация прямого следа — оценка Международного энергетического агентства: дата-центр мощностью 100 мегаватт потребляет порядка 2 миллионов литров воды в сутки, усреднённо по разным стратегиям охлаждения. И, как с энергией, нагрузка концентрирована локально. По оценке исследователей из Хьюстона, дата-центры одного только Техаса используют около 49 миллиардов галлонов воды в 2025 году — с прогнозом до 399 миллиардов галлонов к 2030-му. Последняя величина эквивалентна понижению уровня озера Мид, крупнейшего водохранилища США, более чем на шестнадцать футов за год.

Но самое показательное в водном следе — не цифры, а их отсутствие. Данные по воде систематически хуже данных по энергии. Корпоративная отчётность, как правило, не сопрягает потребление воды ни с мощностью объектов, ни с технологией охлаждения, ни с косвенным потреблением через электросеть. То, что публикуется, даёт лишь фрагментарную картину.

Этот дефицит измерения стоит прочитать не как технический артефакт, а как продолжение той же логики 1972 года. Активность, классифицированная как «цифровая» и «нематериальная», остаётся вне систематического экологического учёта

— не потому, что её след мал, а потому, что аппарат учёта для неё не построен. Невидимость здесь воспроизводится не на уровне физики, а на уровне категорий.

### **Крипта как предельный случай**

Если дата-центры и ИИ показывают, что «нематериальная» экономика имеет вес, то криптовалюта на алгоритме proof-of-work доводит этот сюжет до логического предела.

Майнинг proof-of-work устроен так, что вычислительная работа — расход электроэнергии — и есть содержание процесса. Конкурирующие машины перебирают триллионы вариантов; победитель добавляет блок и получает вознаграждение. Здесь нет ни товара в традиционном смысле, ни услуги: расход энергии не побочный эффект производства чего-то ещё — он сам по себе является механизмом. Это, в чистом виде, финансовая активность, термодинамический след которой не сводится ни к чему иному.

И именно поэтому крипто разрушает то дискурсивное разделение, на котором держалась асимметрия неолиберального поворота, — разделение между «бумажной» и «реальной» экономикой. В 1980-е финансовую экспансию можно было вывести за рамку пределов, назвав её «эффективным размещением капитала», нематериальным по природе. Proof-of-work делает этот ход невозможным. Перед нами финансовый инструмент, чья работа измеряется напрямую в ватах. «Бумажное» оказалось вполне материальным — и измеримо материальным.

World3 такую активность не смогла бы зарегистрировать в принципе. В пяти переменных модели нет ни финансового сектора, ни вычислительной инфраструктуры. Майнинг-ферма прошла бы через агрегаты «промышленный выпуск» и «загрязнение», не имея собственной категории, — её природа как финансовой операции в модели просто не существует. То, что в 1972 году было методологическим упрощением, сегодня обернулось слепым пятном ровно в той точке, где новая экономика наращивает свой материальный след быстрее всего.

### **Что из этого следует**

Соберём аргумент. «Пределы роста» построили рамку учёта, которая видела вещество и не видела денег. Эта рамка применялась асимметрично: финансовое накопление выводилось из-под экологического счёта, требования справедливого распределения — заводились под него. Спустя полвека финансиализация вошла в цифровую фазу — ИИ, дата-центры, криптовалюта, — и эта фаза обладает физическим следом, который рамка по-прежнему не оборудована регистрировать.

Из этого следует не вывод «ИИ губит планету». Такой вывод был бы и фактически неточен — доля пока умеренна, — и аналитически пуст. Следует другое, менее эффективное и более неудобное.

Проблема не в том, что цифровая инфраструктура потребляет слишком много. Проблема в том, что наш аппарат учёта по-прежнему классифицирует её как нечто, чего считать не нужно. «Облако», «виртуальная валюта», «нематериальные активы» — это не описания, а категории освобождения от счёта. Они работают так же, как в 1980-е работала формула «эффективное размещение капитала»: помещают активность по ту сторону экологической рамки. Разница лишь в том, что теперь за словом «нематериальное» стоит инфраструктура, потребляющая воду озёр и энергию национальных масштабов.

Отсюда — направление, в котором стоит думать. Не «остановить ИИ», а перестроить рамку учёта так, чтобы финансовая и цифровая активность входила в неё с собственной категорией, а не растворялась в агрегатах. Сделать энерго-водный след вычислительной инфраструктуры предметом обязательного, стандартизированного,

публичного измерения — с той же строгостью, с какой измеряется промышленность. Закрывать зазор между тем, что экономика называет нематериальным, и тем, что физически нагружает планету.

Главный урок «Пределов роста» — не в конкретных прогнозах кривых, многие из которых оказались на удивление устойчивыми. Урок в том, что всякая модель мира начинается с решения о том, какие сущности достойны учёта. Решение 1972 года вынесло деньги за скобки. Пятьдесят лет спустя деньги вернулись — энергией, водой, металлом — и предъявили счёт, который рамка не научилась читать. Прежде чем спорить о цифрах, стоит починить категории. Невидимое не значит невесомое; оно значит лишь то, что мы построили оптику, в которой его не видно.

*Об источниках. Энергетические данные — оценки Международного энергетического агентства (отчёты «Energy and AI», 2025, и «Electricity 2026»). Данные по воде — Международное энергетическое агентство и оценки Lawrence Berkeley National Laboratory; локальные оценки по Техасу — Houston Advanced Research Center совместно с Университетом Хьюстона. Финансово-исторический контекст опирается на работы Дэвида Харви, Карла Поланьи и данные Банка международных расчётов.*

*Анализ нормативной архитектуры «Пределов роста» — раздел о том, что именно учётная рамка модели была способна видеть, а что оставляла за скобками, — развивает аргумент исследовательской статьи: Finkel, M., & Kaminnyk, I. (2026). The Limits to Growth and Cold War Political Economy: Normative Structure in Global Systems Modeling. APSA Preprints. <https://doi.org/10.33774/apsa-2026-cj8z1-v2>*