12+

Матвей Демчук

КИБЕРНОМИКА

НАУКА ОБ ИЗМЕРЕНИИ БУДУЩЕГО



Матвей Демчук

Киберномика. Наука об измерении будущего

«Издательские решения»

Демчук М. Р.

Киберномика. Наука об измерении будущего / М. Р. Демчук — «Издательские решения»,

«Киберномика» — экономика нового технологического уклада, в которой основной клиент сети — агент, а главный дефицит смещается от информации к доверию, суждению и праву задавать правила. Пройдемся от первого закона киберномики («информация хочет быть свободной») через оптические вычисления, квантовый предел, физический ИИ, токеномику, цифровую ренту, эмерджентные факты и экономику доказательств — к развилке между технофеодализмом и смешанной модели управления с общими ресурсами.

© Демчук М. Р.
© Издательские решения

Содержание

МАТВЕЙ ДЕМЧУК 6
ОГЛАВЛЕНИЕ 7
ЭПИЛОГ 10
ВВЕДЕНИЕ 11
Рецензия 12
ГЛАВА ПЕРВАЯ 13
Смерть дефицита 13
ГЛАВА ВТОРАЯ 18
Первый закон киберномики 18
ГЛАВА ТРЕТЬЯ 23
Три удара по старой модели 23
ГЛАВА ЧЕТВЁРТАЯ 28
Смещённый дефицит 28
ГЛАВА ПЯТАЯ 33
Ловушка видимости 33
ЧАСТЬ II. МАШИНЫ, В КОТОРЫХ СЧИТАЕТ СВЕТ 37
ГЛАВА ШЕСТАЯ 37
Энергия как новый уголь 37
ГЛАВА СЕДЬМАЯ 41
Свет вместо электричества 41
ГЛАВА ВОСЬМАЯ 46
Квантовый предел и постквантовый щит 46
ГЛАВА ДЕВЯТАЯ 50
Физический ИИ и мировые модели 50
ГЛАВА ДЕСЯТАЯ 54
Орбита как вычислительная среда 54
ЧАСТЬ III. АГЕНТЫ 58
ГЛАВА ОДИННАДЦАТАЯ 58
Агент как первичный клиент 58
ГЛАВА ДВЕНАДЦАТАЯ 62
Спрос из одного 62
ГЛАВА ТРИНАДЦАТАЯ 66
Агентная цепочка поставок 66
ГЛАВА ЧЕТЫРНАДЦАТАЯ 70
Многоуровневая автономия 70
ГЛАВА ПЯТНАДЦАТАЯ 74
Кто отвечает, когда ошибается робот 74
ЧАСТЬ IV. ПРОТОКОЛЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ 78
ГЛАВА ШЕСТНАДЦАТАЯ 78
Токеномика как конституция 78
Конец ознакомительного фрагмента. 82

Кибернномика
Наука об измерении будущего

Матвей Романович Демчук

© Матвей Романович Демчук, 2026

ISBN 978-5-0071-7263-9
Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

МАТВЕЙ ДЕМЧУК
КИБЕРНОМИКА
НАУКА ОБ ИЗМЕРЕНИИ БУДУЩЕГО

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ
Рецензия
ЧАСТЬ I. МИР, КОТОРЫЙ ТРЕЩИТ ПО ШВАМ
Глава 1. Смерть дефицита
Глава 2. Первый закон киберномики
Глава 3. Три удара по старой модели
Глава 4. Смещённый дефицит
Глава 5. Ловушка видимости
ЧАСТЬ II. МАШИНЫ, В КОТОРЫХ СЧИТАЕТ СВЕТ
Глава 6. Энергия как новый уголь
Глава 7. Свет вместо электричества
Глава 8. Квантовый предел и постквантовый щит
Глава 9. Физический ИИ и мировые модели
Глава 10. Орбита как вычислительная среда
ЧАСТЬ III. АГЕНТЫ
Глава 11. Агент как первичный клиент
Глава 12. Спрос из одного
Глава 13. Агентная цепочка поставок
Глава 14. Многоуровневая автономия
Глава 15. Кто отвечает, когда ошибается робот
ЧАСТЬ IV. ПРОТОКОЛЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
Глава 16. Токеномика как конституция
Глава 17. Цифровая рента
Глава 18. Полицентричное управление
Глава 19. Commons-based production
Глава 20. Экономика общих пулов
Глава 21. Трагедия антиобщих
ЧАСТЬ V. БИОРАЗНООБРАЗИЕ
Глава 22. От использования к программированию
Глава 23. Цифровое биопиратство
Глава 24. Метаболическая эпоха
Глава 25. Экономика долголетия
ЧАСТЬ VI. ЗНАНИЕ
Глава 26. Несовместимость эпистемологических парадигм
Глава 27. Эмерджентные факты
Глава 28. Кристаллизация знаний
Глава 29. Мета-наука
Глава 30. Фальсифицируемость по дизайну
Глава 31. Распределённая рефлексивность
ЧАСТЬ VII. ДОВЕРИЕ
Глава 32. Калиброванное доверие
Глава 33. Экономика доказательств
Глава 34. Киберриск как величина
Глава 35. Фальсификация как внешний эффект
Глава 36. Макропруденциальный надзор в сети
ЧАСТЬ VIII. ЧЕЛОВЕК

Глава 37. Кибергнозис
Глава 38. Право на суждение
Глава 39. Медленный режим
Глава 40. Смерть пользователя
Глава 41. Этика делегирования
Глава 42. Что остаётся человеку
ЧАСТЬ IX. МЕДИА
Глава 43. Смерть страницы
Глава 44. Сайт как набор вызываемых функций
Глава 45. Генеративный интерфейс
Глава 46. Пространственный веб
Глава 47. Медианомика
Глава 48. Внимание как валюта
Глава 49. Экономика смысла
ЧАСТЬ X. КУДА ИДЁМ
Глава 50. Развилка: технофеодализм или коммонзм
Глава 51. Рефлексивная экономика
Глава 52. Следующее десятилетие
ЧАСТЬ XI. ДЕЛЕГИРОВАНИЕ, АВТОНОМИЯ, ОТВЕТСТВЕННОСТЬ
Глава 53. Пределы языка, или как не построить Вавилон из KPI
Глава 54. Делегирование как освобождение и как зависимость
Глава 55. Автономные системы и распределённый суверенитет
Глава 56. Распределённые системы: координация без центра
Глава 57. Будущее принятия решений: человек и алгоритм
Глава 58. Степень ответственности за риски
ЧАСТЬ XII. УПРАВЛЕНИЕ, ЛИДЕРСТВО, СВЕРХИНТЕЛЛЕКТ
Глава 59. Будущее управления и контроля
Глава 60. Иерархии и новые структуры управления
Глава 61. Лидерство и команды
Глава 62. Индивидуализм и сверхинтеллект
Глава 63. Безопасность и риски AGI
ЧАСТЬ XIII. ВОЗМОЖНОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ ПРИКЛАДНЫХ СИСТЕМ
Глава 64. Реальные возможности интеллектуальных алгоритмов и системные ограничения
Глава 65. Новые сферы и сценарии применения агентов
Глава 66. Как изменятся услуги и экономика проектов
Глава 67. Как выстроить операционный слой управления агентами
Глава 68. Эффективность роботов и прикладных систем в микрозадачах и макросценариях
ЧАСТЬ XIV. ВОЗМОЖНОСТИ И ПРЕДЕЛЫ ЦИФРОВОГО МИРА
Глава 69. Физические пределы вычислений
Глава 70. Пределы данных
Глава 71. Контуры нового технологического уклада: от НБИК к НБИКС-конвергенции
ЧАСТЬ XV. КУЛЬТУРА, АНТРОПОЛОГИЯ И СООБЩЕСТВА В НОВОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ УКЛАДЕ
Глава 72. Культура как интерфейс: от трансляции к генерации
Глава 73. Антропология алгоритмического взгляда
Глава 74. Язык и память: что происходит с культурным кодом
Глава 75. Пределы культурной инженерии: что нельзя спроектировать

ЧАСТЬ XVI. ЖЕЛАНИЕ, МАШИНЫ И СУДЬБА ЧЕЛОВЕЧЕСТВА
Глава 76. Чего хотели и хотят люди в киберномике
Глава 77. Зачем человеку столько машин
Глава 78. Не погубит ли человечество себя
ЧАСТЬ XVII. ПРАКТИКА ИЗМЕРЕНИЙ И ЭКСПЕРТНЫХ ВЫВОДОВ
Глава 79. Практика измерений в киберномике
Глава 80. Экспертные выводы в киберномике

ЭПИЛОГ

ВВЕДЕНИЕ

Эта книга выросла из простого наблюдения: мы продолжаем обсуждать цифровую экономику в терминах, которые перестали отражать суть происходящего. Мы говорим о «пользователях» (а подразумеваем активных медиаторов), хотя человек всё чаще вовлечен в создание продуктов и услуг в сети, активно использует агентов и не ищет информацию самостоятельно, реже прибегает к поисковику как инструменту, работает с сервисами как с «жидкими структурами» по вызову, многое делегирует и видит интернет уже как естественную среду для общения, покупок, карьеры и образования. Мы говорим о «контенте» и переопределяем роль данных для человека, хотя агент извлекает не текст, а структуру, тогда как праздные тексты без смысла давно умерли и нейрослоп все чаще отталкивает. Мы говорим о «свободе информации», хотя некоторая демократизация потоков смыслов и происходит, но это давно не означает свободы и равноправия людей. Киберномика — это попытка описать экономику, в которой сместился сам дефицит: от информации — к доверию, от товаров — к суждению, от ресурсов — к праву задавать правила.

Книга наглядно доказывает, как оптические вычисления и квантовый предел меняют основу экономики — вычисления и энергию; как агенты становятся первичными клиентами сети; как токеномика превращается в заявку на конституцию, а цифровая рента — в главный механизм концентрации капитала; как био-цифровой континуум программирует жизнь, а эмерджентные факты размывают границу между истиной и вымыслом и меняется антропологическое измерение культурного разноообразия. Я честно показал ограничения агентных систем и пределы эффективности от злоупотребления цепочками алгоритмов и излишнего целеполагания на то, что информация, труд и ресурсы станут крайне дешевы для экономики до умопомрачения технологических лидеров и экстаза технократов в надежде на эпоху нового демонстративного потребления и сверхизобилия.

Отдельно хочу сказать про Россию: её путь определяется не копированием западных моделей, а необходимостью системного сотрудничества и выстраивания новой мировой архитектуры порядка и четких глобальных ценностей — контроля над критическими протоколами, создание новых международных институтов безопасности и построения прочных институциональных основ национальной экономики как исторического дома для граждан с ответственным распределением полномочий, ресурсов и власти каждого человека друг перед другом и народами.

Я старался писать материал о киберномике так, чтобы книга была доступна не только специалистам, но и тем, кто хочет понять, что происходит с экономикой, трудом, языком, медиа, сетевым пространством и человеческим суждением в мире, где всё больше решений принимают алгоритмы.

Ответы на эти вопросы до конца не предопределены. Они зависят от институтов, которые мы уже создаем всю сознательную историю России, откроем и легитимизируем новые в следующем десятилетии. Эта книга поможет читателю увидеть развилку и сделать осознанный выбор на общее благо. Надеюсь она выполнила свою задачу.

Рецензия

«Киберномика» — это редкий случай, когда фундаментальный труд не уступает по масштабу заявленной теме. Автор взялся за амбициозную задачу: описать экономику, в которой главный дефицит сместился от информации к доверию, суждению и праву задавать правила.

Структурно книга представляет собой энциклопедию нового технологического уклада. Каждая глава — самостоятельный модуль, но вместе они образуют связную картину. Автор последовательно проводит читателя от первого закона киберномики («информация хочет быть свободной») через оптические вычисления, квантовые системы, физический ИИ, агентов, токеномику, цифровую ренту, био-цифровой континуум, эмерджентные факты, экономику доказательств, киберриск, управление, лидерство, безопасность AGI и заканчивает практиками измерений и экспертных выводов.

Особенно сильны те разделы, где автор связывает технологические сдвиги с институциональными. Главы о полицентричном управлении, commons-based production, трагедии антиобщих и калиброванном доверии не просто описывают явления — они показывают, как институты могут смягчить или усилить риски нового уклада. Ценность книги в том, что автор правдиво показал возможности и физические ограничения агентных систем, алгоритмов сильного интеллекта, риски безопаснсти и потери контроля, и те компетенции и зоны ответственности, которые антропологически и миро-ценностно закреплены за человеком.

Стиль книги — плотный, но доступный. Автор использует яркие метафоры (лошадь, которую можно продать однажды; зеркало, которое смотрит на себя; вино и газировка на медиарынке; дирижёр, который не играет ни на одном инструменте) и умело балансирует между научной строгостью и научно-популярной увлекательностью. Читатель, не знакомый с темой, получит общее представление; читатель, знакомый с отдельными сюжетами, найдёт новые связи и аргументы.

Тем не менее, «Киберномика» — это событие и ответ на искренние желания разобраться с логикой происходящего и зачем человеку столько машин. Она не обещает простых ответов, но даёт язык и рамки для обсуждения того, что происходит с экономикой, правом и человеческим суждением в мире, где всё больше решений принимают алгоритмы. Книга будет полезна исследователям, предпринимателям, регуляторам, студентам и всем, кто хочет понять, как устроена новая экономика делегирования и почему борьба за протоколы не уступает борьбе за ресурсы.

Рекомендую к прочтению — по частям, с карандашом в руке и с готовностью пересматривать собственные взгляды.

ГЛАВА ПЕРВАЯ

Смерть дефицита

Экономика, которая росла из земли

В 1840 году, если вы хотели разбогатеть, вам нужны были четыре вещи: земля, вода, солнце и руки. Богатство приходило из того, что можно было воспроизводить почти бесконечно — урожай рос снова, вода текла, люди рожали детей, лес восстанавливался, рыба возвращалась в реки. Экономика была, по своей глубочайшей сути, биологической: она подчинялась ритмам роста и восстановления, а её главным ограничением было не количество ресурсов, а скорость, с которой природа способна их воспроизводить. Именно поэтому античная и средневековая экономика так долго топталась на месте: она упиралась не в отсутствие денег или технологий, а в биологический потолок — в то, что поля, стада и леса не могли расти быстрее, чем позволяли законы живого.

Потом что-то щёлкнуло. Мы научились печать книги и добывать энергию из того, что было закопано в землю миллионы лет назад — из древних растений, спрессованных в уголь, из планктона, превратившегося в нефть, из газа, скопившегося в порах породы. Это был капитал, который нельзя воспроизвести: сожгли баррель — барреля нет, выкопали тонну угля — тонны нет, и никакая сила в мире не вернёт её обратно. Экономика стала экономикой извлечения, и вся её логика — логика дефицита: чем меньше ресурса, тем он дороже; кто контролирует ресурс, тот контролирует мир; кто первым добежит до месторождения, тот и прав.

Именно эта логика породила всё, что мы называем современной экономикой: биржи, фьючерсы, картели, войны за ресурсы, колониализм, нефтяные шоки, геополитику XX века, доктрину «стратегических запасов», идею «энергетической безопасности», привычку измерять могущество страны в баррелях и тоннах. Всё это — надстройка над простым фактом: вещь, которую забрали, исчезла. Дефицит был не только реальностью, но и онтологической основой: он определял, что такое ценность, что такое власть и что такое будущее. Быть богатым означало иметь больше вещей, которые можно потерять; быть бедным означало не иметь их вовсе; а будущее всегда было страшнее настоящего, потому что ресурсы конечны и однажды закончатся.

А потом появился интернет.

Поэт, который заметил то, что проморгали экономисты

В 1998 году, за два года до краха доткомов, человек по имени Джон Перри Барлоу — поэт, лирик группы Grateful Dead и основатель Фонда электронных рубежей, организации, защищавшей хакеров от правительства, — сел писать эссе, которое большинство экономистов не заметило. Он не был экономистом, не имел степени по финансам, не работал в центральном банке и не консультировал корпорации. Но именно он сформулировал фразу, которая позже стала мемом, а потом — надгробием целой эпохи.

«Если я продам вам свою лошадь, — писал он, — я не смогу на ней ездить. Если я продам вам то, что я знаю, мы оба будем знать».

На первый взгляд это банальность, почти трюизм, который любой школьник повторит, не задумываясь. Но вдумайтесь, что здесь на самом деле сказано. Вся экономика XX века, вся бухгалтерия, все законы о собственности, весь Налоговый кодекс, вся система международной торговли, вся идея «купил — значит моё» построены на одном допущении: вещь, которую я отдал, у меня исчезла. Лошадь ушла — лошади нет. Завод продан — завода нет. Деньги потрачены — денег нет. Это допущение настолько глубоко встроено в наш язык, что мы даже

не замечаем, как говорим «я отдал» вместо «я скопировал», «я потерял» вместо «я поделился», «я продал» вместо «я размножил».

А информация так не работает. Она не убывает. Она размножается. Она растёт от передачи. Она, если верить Барлоу, хочет быть свободной. И это не метафора, не поэтическая вольность, не утопическая мечта хиппи из Калифорнии — это описание физики нового мира, в котором копирование стоит ноль, а распространение увеличивает ценность, а не уменьшает её.

Барлоу назвал информацию «неуглеродной формой жизни» — и в этом уподоблении больше экономической точности, чем в сотнях учебников. Подобно генам, идеи — «неумолимые экспансионисты», которые постоянно ищут новые возможности для распространения, заполняют новые ниши, мутируют, адаптируются и выживают. Подобно биологическим видам, они эволюционируют в «экосистемах ума», где побеждает не самый правильный, а самый приспособленный к передаче — тот, кого легче запомнить, легче повторить, легче пересказать. Подобно живому, информация не имеет смысла в изоляции: страница в книге, которую никто не читает, — не информация, а бумага; песня, которую никто не слушает, — не музыка, а файл; знание, которое не передаётся, — не знание, а шум.

«Праздная информация, — писал Барлоу, — по сути своей лишена ценности».

Это звучит как философия, но имеет разрушительные экономические последствия. Если ценность информации возникает только в отношениях, то её нельзя измерять так, как измеряют сталь. Нельзя назначить цену за единицу. Нельзя продать один раз и навсегда. Нельзя владеть ею в том смысле, в каком мы владеем домом или машиной. Барлоу назвал само понятие интеллектуальной собственности «оксюмороном» — и это не риторика, а описание того, что происходит, когда старый закон собственности сталкивается с новой природой вещей. Представьте, что вы пытаетесь обнести забором облако: забор есть, а облако — снаружи; вы можете запретить кому-то смотреть на облако, но не можете запретить ему иметь облако в голове.

Раскол: два мира, которые существуют одновременно

Если информация не подчиняется законам дефицита, то что происходит с экономикой, построенной на дефиците? Она раскалывается. На два мира, которые существуют одновременно и по разным правилам, — и именно в этом расколе рождается кибернomика.

Первый мир — это старый мир вещей. Заводы, логистика, сельское хозяйство, энергетика, добыча, строительство. Здесь всё ещё работает закон лошади: продал — потерял. Здесь есть дефицит, есть цена, есть прибыль, есть конкуренция за ресурсы, есть геополитика. Но этот мир сжимается — не потому, что он исчезает (он никуда не денется, мы всё ещё едим хлеб и ездим на машинах), а потому, что его доля в общем объёме ценности падает. Производство стало настолько эффективным, что физических товаров стало больше, а маржа — меньше; заводы переехали туда, где дешевле труд; логистика стала настолько оптимизированной, что конкуренция идёт на центах; а главное — стоимость вещей всё меньше определяется их физической оболочкой и всё больше — информацией, которая в них встроена. Смартфон на 90% состоит из информации: дизайн, код, бренд, экосистема приложений, — и только на 10% из алюминия, стекла и кремния. Вы платите не за металл, а за знание, которое в нём закодировано.

Второй мир — это новый мир информации, внимания и доверия. Здесь нет дефицита в старом смысле: контента бесконечно много, данные не заканчиваются, связи множатся, идеи распространяются со скоростью света. Но здесь дефицит сместился: нехватка не товаров, а того, что нельзя скопировать. Внимания — потому что человеческий мозг не может обработать бесконечный поток. Суждения — потому что выбор требует не данных, а способности их взвесить. Доверия — потому что в мире, где всё можно подделать, уверенность в том, что система не врёт, стоит дороже золота. Права задавать правила — потому что тот, кто определяет, что считать «качеством», «справедливой ценой» и «допустимым риском», получает власть, сравнимую с властью центрального банка, но без выборной подотчётности.

Киберномика — это не экономика информации. Это экономика смещённого дефицита. И главный вопрос киберномики звучит так: что делать, если всего много, а доверять некому?

Три учёных, которые это предвидели

Задолго до того, как слово «киберномика» появилось на свет, три учёных — каждый в своей области — нанесли по старой модели три удара, которые до сих пор определяют контуры новой экономики.

В 1990 году, за три года до того, как интернет вышел за пределы университетов, американский экономист Элинор Остром опубликовала книгу «Управление общими ресурсами». Она изучала не интернет — она изучала рыбаков, пастухов, ирригационные системы и леса. И обнаружила нечто, что не укладывалось в учебники. Стандартная экономическая теория говорила: общие ресурсы обречены. Либо приватизируй, либо получишь «трагедию общих пастбищ» — каждый будет пасти свою корову, пока трава не кончится. Остром доказала, что это неправда. Сообщества по всему миру — от швейцарских альпийских деревень до японских рыболовецких артелей, от испанских ирригационных систем до непальских лесов — сами создавали правила управления общими ресурсами. Не рынок, не государство, a negotiated rules — договорные правила, которые участники вырабатывали и соблюдали. Она показала то, что станет фундаментом киберномики: устойчивость зависит не от формы собственности, а от качества институтов. И эти институты могут быть полицентричными — множество перекрывающихся центров принятия решений, которые работают лучше, чем единый центр. За эту работу она получила Нобелевскую премию — и стала первой женщиной, удостоенной её по экономике.

В 2006 году Йохай Бенклер в книге «Богатство сетей» пошёл дальше. Он показал, что в сетях возникает третий способ производства — не фирма и не рынок, а то, что он назвал commons-based peer production. Люди координируют усилия без иерархии и без ценового сигнала. Wikipedia. Open-source. Linux. Они создают ценность, руководствуясь внутренними мотивами, а не зарплатой. «Значительная часть того, что люди ценят, — писал он, — может теперь делаться индивидами, взаимодействующими друг с другом социально, как человеческие и социальные существа, а не как рыночные акторы через ценовую систему». Это был прямой вызов всей экономической традиции — и он не был утопией, он был эмпирическим наблюдением. Бенклер показал, что в сетях эффективность достигается не максимизацией индивидуальной прибыли, а координацией без центрального управления, и что эта координация может быть продуктивнее, чем фирма или рынок, для целого класса задач — тех, где важна не стандартизация, а разнообразие, не контроль, а доверие.

А в 2017 году Кейун Руан сделала то, чего не хватало: она дала киберномике единицу измерения. В работе «Introducing cybernomics» она предложила измерять киберриск так же, как медицина измеряет риск смерти — через BitMort и hekla (по аналогии с MicroMort для медицинского риска и Value-at-Risk для финансового). Она превратила то, что раньше было «качественной оценкой», в экономическую величину, которую можно считать, страховать и оптимизировать. Это было не просто академическое упражнение: как только риск можно измерить, его можно распределить, застраховать, передать, включить в цену — и тем самым превратить в объект экономического обмена. Киберриск перестал быть «тем, о чём говорят безопасники», и стал «тем, что можно посчитать».

Три учёных. Три удара по старой модели. Первый — по идее, что общие ресурсы обречены. Второй — по идее, что производство требует фирмы или рынка. Третий — по идее, что риск нельзя измерить. Вместе они очертили пространство, в котором киберномика стала возможной: мир, где правила важнее собственности, координация важнее иерархии, а измерение важнее интуиции.

Ловушка видимости: почему прозрачность оборачивается слепотой

Прежде чем идти дальше, нужно разобрать одно недоразумение, которое преследует киберномику с первых дней. Цифровая экономика кажется прозрачной: всё логируется, всё оцифровано, всё можно посмотреть в дашборде, всё можно измерить в реальном времени. Но эта прозрачность — ловушка. Чем больше мы измеряем, тем больше мы склонны принимать измеренное за реальность; чем больше метрик, тем меньше мы видим за ними то, что они не улавливают.

Это явление известно как закон Гудхарта: когда показатель становится целью, он перестаёт быть хорошим показателем. Если вы начинаете оптимизировать «клики», люди начинают кликать ради кликов; если вы оптимизируете «время в приложении», люди начинают залипать; если вы оптимизируете «удовлетворённость клиента» по опросам, люди начинают отвечать так, как от них ждут. То, что можно измерить, можно оптимизировать; то, что оптимизируется, перестаёт быть тем, чем было. Метрика — это не окно в реальность, а инструмент, который меняет реальность, как только на него начинают смотреть.

В киберномике это приобретает особую остроту, потому что здесь доказательство становится благом. Если ценность создаётся возможностью доказать, что решение было корректным, что данные не искажены, что агент действовал в рамках мандата, то возникает искушение доказывать то, что удобно, а не то, что есть. Так рождается экономика доказательств — со всеми её достоинствами (аудит, прозрачность, подотчётность) и пороками (подделка провенанса, фиктивные сертификаты, имитация аудита). И именно поэтому фальсификация становится не моральной, а экономической проблемой: она разрушает общее эпистемическое поле и повышает стоимость всех транзакций в сети.

Смещённый дефицит: главный закон киберномики

И вот мы подошли к главному выводу этой главы — к тому, ради чего она написана.

Киберномика — это не экономика, в которой всё стало цифровым. Это экономика, в которой сместился дефицит.

Раньше дефицитом была информация. Теперь — доверие. Раньше дефицитом были товары. Теперь — суждение. Раньше дефицитом были ресурсы. Теперь — право задавать правила. Раньше богатство измерялось тем, что у тебя есть; теперь оно всё чаще измеряется тем, что ты можешь доказать, кому можешь делегировать и что можешь оспорить.

И тот, кто поймёт это первым, получит то, что всегда получали те, кто понимал природу дефицита: власть. Не власть над вещами — власть над протоколами, по которым вещи распределяются. Не власть над людьми — власть над правилами, по которым люди делегируют решения. Не власть над информацией — власть над инфраструктурой, которая определяет, какая информация считается доказанной, а какая — подделкой.

Барлоу был прав в одном и ошибался в другом. Информация действительно хочет быть свободной. Но свобода информации не означает свободы людей. Иногда она означает лишь то, что кто-то другой получил контроль над протоколом, по которому информация течёт. И если этот протокол непрозрачен, если его нельзя оспорить, если за ним стоит не сообщество, а корпорация или государство, — тогда «свобода информации» превращается в новую форму зависимости, в которой человек думает, что он свободен, потому что у него есть доступ, но на самом деле он платит вниманием, данными и суждением за право пользоваться чужим протоколом.

Вот почему киберномика — это не просто «экономика будущего». Это политическая экономия протоколов. И вопрос, который она ставит, звучит не «как эффективнее распределять ресурсы», а «кто задаёт правила распределения и можно ли их пересмотреть».

Что мы узнали в этой главе

Первый закон киберномики можно сформулировать так: чем больше изобилие информации, тем острее дефицит доверия. Из этого закона вытекают три следствия, которые будут разворачиваться на протяжении всей книги.

Следствие первое: ценность смещается от владения к доступу. Если информация не убывает от передачи, то владеть ею бессмысленно — имеет смысл контролировать доступ к ней и правила её использования. Именно поэтому платформы, а не производители контента, получают основную долю прибыли; именно поэтому «цифровая рента» приходит на смену аграрной и индустриальной; именно поэтому борьба за стандарты описания реальности становится главной политической битвой десятилетия.

Следствие второе: доверие становится измеримым благом. Как только киберриск получает единицу измерения (BitMort, hekla), он становится объектом экономического расчёта — его можно страховать, распределять, передавать, включать в цену. Доверие перестаёт быть «мягким» ресурсом и становится экономической величиной, вокруг которой строится новый класс благ: provenance, аудит, разрешение споров, страхование ответственности агентов.

Следствие третье: власть смещается от собственности к правилам. Тот, кто контролирует протокол, контролирует не вещи, а возможности — возможность войти в сеть, возможность доказать корректность, возможность оспорить решение. Именно поэтому вопрос «кто владеет» уступает место вопросу «кто задаёт правила и можно ли их пересмотреть». И именно поэтому киберномика — это не только экономическая, но и политическая дисциплина.

В следующей главе мы разберём первый закон киберномики подробнее — и увидим, почему «информация хочет быть свободной» одновременно является освободительным лозунгом и опасной иллюзией, и почему Барлоу, сам того не желая, создал одну из самых влиятельных мифологий цифровой эпохи.

ГЛАВА ВТОРАЯ

Первый закон киберномики

Лозунг, который стал законом

В 1984 году, на первой конференции хакеров в Сан-Франциско, человек по имени Стюарт Бранд — основатель журнала Whole Earth Catalog, один из самых влиятельных контркультурных мыслителей Америки — произнёс фразу, которая переживёт его самого, его журнал и, возможно, саму эпоху, в которую она была сказана: «Информация хочет быть свободной». Бранд не был экономистом, не был философом, не был пророком; он был издателем, который умел замечать то, что другие пропускали, и формулировать это так, чтобы фраза запоминалась. Но в этой короткой фразе — всего в пяти словах — он упаковал целую онтологию, целую политическую программу и целую экономическую теорию, которую позже подхватил Барлоу, развил в эссе «Киберномика» и превратил в фундамент нового мировоззрения.

Фраза звучит как лозунг, и это не случайно: она и была лозунгом, боевым кличем хакерской этики, манифестом против копирайта, декларацией независимости цифрового мира от мира бюрократии и корпораций. Но в ней есть нечто большее, чем призыв к свободе. В ней есть утверждение о природе вещей: информация не просто *должна* быть свободной — она *хочет* быть свободной, то есть её свобода не является политическим выбором, который мы можем сделать или не сделать, а является имманентным свойством самой информации, её внутренним стремлением, её природой. Если это так, то любые попытки замкнуть информацию в забор обречены, потому что они идут против природы самого предмета. Если это так, то копирайт — не просто несправедлив, а невозможен в долгосрочной перспективе. Если это так, то бизнес-модели, построенные на дефиците информации, — не просто устарели, а обречены.

Но вот в чём проблема: лозунг и закон — не одно и то же. Лозунг говорит о том, чего мы хотим. Закон говорит о том, что происходит. И если мы хотим понять киберномику, нам нужно разобрать «первый закон» на части — не как манифест, а как описание поведения системы, в которой копирование стоит ноль, а распространение увеличивает ценность. И тогда мы увидим, что за красивой фразой скрывается не одна, а три разные истины, каждая из которых имеет свои следствия, и не все они освободительны.

Три истины, спрятанные в одной фразе

Первая истина: информацию невозможно удержать в исключительном владении. Это не моральный принцип, а физический факт. Как только информация становится цифровой, она становится воспроизводимой без потерь и почти без затрат. Копия не хуже оригинала — в отличие от копии картины или скульптуры, цифровая копия идентична источнику на уровне битов. Это означает, что любой запрет на копирование — это не запрет на *обладание*, а запрет на *действие*: нельзя запретить человеку иметь информацию в голове, можно лишь запретить ему её распространять. Но если распространение стоит ноль, а контроль над ним требует затрат, то экономика запрета становится дороже, чем экономика свободного потока. Именно поэтому музыкальная индустрия проиграла войну с Napster, а книгоиздатели проигрывают войну с пиратскими библиотеками: они пытались запретить физическое действие в мире, где физическое действие перестало быть узким местом.

Вторая истина: ценность информации растёт от распространения. Это контринтуитивно, потому что в мире вещей всё наоборот: чем больше золота, тем оно дешевле; чем больше заводов, тем меньше прибыль. Но информация работает по-другому: чем больше людей знают идею, тем она ценнее — для каждого из них и для всех вместе. Это явление называют сетевым эффектом, и оно было формализовано в законе Меткалфа: ценность сети растёт как квадрат

числа участников. Если у вас один телефон — он бесполезен; если два — можно позвонить; если миллион — можно позвонить кому угодно. То же самое с идеями: одна научная статья, которую никто не прочитал, не имеет ценности; та же статья, прочитанная тысячей исследователей, меняет поле; та же статья, прочитанная миллионом, меняет мир. Именно поэтому open-source побеждает проприетарное ПО в долгосрочной перспективе, именно поэтому Wikipedia вытеснила бумажные энциклопедии, именно поэтому научные журналы с открытым доступом растут быстрее, чем закрытые. Распространение не размывает ценность — оно её создаёт.

Третья истина: свобода информации не означает свободы людей. Вот здесь начинается самое интересное, и здесь Барлоу, сам того не желая, создал одну из самых влиятельных мифологий цифровой эпохи. Фраза «информация хочет быть свободной» звучит как обещание освобождения — от цензуры, от корпораций, от государства, от бюрократии. Но свобода информации сама по себе не гарантирует свободы тех, кто с ней взаимодействует. Информация может быть свободной, а люди — нет. Более того: свободный поток информации может создавать новые формы зависимости, потому что тот, кто контролирует инфраструктуру потока — протоколы, платформы, стандарты, — получает власть, сравнимую с властью центрального банка, но без выборной подотчётности. Информация течёт свободно, но течёт по чьим-то каналам, и тот, кто владеет каналами, владеет условиями свободы.

Именно поэтому киберномика не может ограничиваться вопросом «свободна ли информация». Она должна задавать следующий вопрос: «кто контролирует протокол, по которому она течёт, и можно ли этот протокол оспорить». Свобода потока без свободы протокола — это не свобода, а аренда свободы у того, кто владеет инфраструктурой.

Барлоу: пророк и его тень

Джон Перри Барлоу был не просто автором эссе «Киберномика». Он был пророком нового мира — в том смысле, в каком пророк не предсказывает будущее, а формулирует его основы так, чтобы люди поверили и начали действовать. Его «Декларация независимости киберпространства», написанная в 1996 году в ответ на принятие в США Закона о благопристойности в телекоммуникациях, — один из самых ярких политических текстов цифровой эпохи. «Правительства индустриального мира, — писал он, — вы утомительные гиганты из плоти и стали. Я прихожу из киберпространства, новой обители Разума. От имени будущего я прошу вас оставить нас в покое. Вы не желанны среди нас. Вы не обладаете верховной властью там, где мы собираемся».

Это был не просто протест против конкретного закона. Это была декларация онтологической независимости: киберпространство объявлялось не продолжением физического мира, а отдельной территорией со своими законами, своей юрисдикцией и своей природой. И в основе этой декларации лежала всё та же идея: информация хочет быть свободной, а значит, любая попытка управлять ею извне — это насилие над её природой.

Но у пророка есть тень, и тень Барлоу — это иллюзия бесплотности. Барлоу представлял киберпространство как «новую обитель Разума», где тела, границы и материальные ограничения не имеют значения. Это видение было освободительным для своего времени — оно давало людям ощущение, что они могут вырваться из мира бюрократии и корпораций. Но оно же скрывало материальную инфраструктуру, на которой держится цифровой мир: серверы, кабели, энергопотребление, редкоземельные металлы, труд рабочих в шахтах и на заводах. Киберпространство казалось бесплотным, но оно требовало всё больше плоти — лития, кобальта, меди, электричества, охлаждения. И чем более «бесплотным» казался цифровой мир, тем более невидимой становилась его материальная цена.

Именно эту тень критикует Миколай Мартиньяк, когда говорит о «кибергнозисе» как о вытеснении, а не исполнении подлинного гнозиса. Барлоу, сам того не желая, создал мифологию, в которой информация предстаёт как живая, освобождающая сила, а человек — как её бенефициар. Но за этой мифологией скрывается вопрос: кто платит за свободу информации?

Кто добывает литий для серверов? Кто охлаждает дата-центры? Кто разбирает электронный мусор? И кто владеет протоколами, по которым «свободная» информация течёт?

Барлоу был прав: информация действительно сопротивляется заборам. Но он ошибался, полагая, что это сопротивление автоматически освобождает людей. Свобода информации — это необходимое, но недостаточное условие свободы людей. И в этом разрыве между необходимым и достаточным — всё пространство киберномики.

Сетевой эффект: почему распространение создаёт ценность

Чтобы понять, почему распространение информации увеличивает её ценность, нужно разобрать механизм, который экономисты называют сетевым эффектом. Его суть проста: ценность продукта или услуги зависит не только от их собственных свойств, но и от количества других людей, которые ими пользуются. Телефон бесполезен, если он один; он становится ценным, когда есть сеть. Социальная сеть бесполезна, если в ней нет друзей; она становится ценной, когда там все. Язык бесполезен, если на нём говорит один человек; он становится ценным, когда на нём говорит миллион.

Сетевой эффект был формализован в законе Меткалфа, который гласит, что ценность сети пропорциональна квадрату числа участников. Это означает, что рост числа пользователей в арифметической прогрессии даёт рост ценности в геометрической. Именно поэтому платформы так одержимы ростом: не потому, что им нужны пользователи как таковые, а потому, что каждый новый пользователь увеличивает ценность для всех остальных — и тем самым создаёт барьер для конкурентов. Если у вас миллион пользователей, а у конкурента тысяча, то ваш продукт ценнее для нового пользователя в миллион раз — и конкурент не может догнать вас, даже если его технология лучше.

Но у сетевого эффекта есть тёмная сторона, которую Барлоу не увидел. Сетевой эффект создаёт монополии, потому что рынок с сетевым эффектом имеет тенденцию к концентрации: победитель забирает всё. И эта концентрация не является результатом злого умысла или нарушения правил — она является структурным свойством сетевой экономики. Именно поэтому платформы, которые начинали как «освободители» информации, превращаются в «надзирателей»: их власть растёт не потому, что они стали злыми, а потому, что сетевой эффект делает их всё более незаменимыми.

И здесь мы подходим к ключевому парадоксу первого закона киберномики: чем свободнее информация, тем концентрированнее власть над её инфраструктурой. Информация течёт свободно, но течёт по каналам, которые принадлежат немногим. И чем больше информации, тем ценнее каналы — и тем больше власти у тех, кто ими владеет. Свобода потока и концентрация контроля — не противоположности, а две стороны одной медали. Это и есть главный урок, который Барлоу не смог или не захотел увидеть.

Цифровая рента: как свобода превращается в ренту

Из этого парадокса вырастает концепция, которая станет центральной для всей киберномики: цифровая рента. Это добавленная стоимость, которую получают не за счёт производства, а за счёт монопольного контроля над ограниченными информационными ресурсами — платформами, алгоритмами, данными, стандартами, протоколами. Цифровая рента приходит на смену аграрной и индустриальной: если в аграрной экономике ренту получали те, кто контролировал землю, а в индустриальной — те, кто контролировал заводы и полезные ископаемые, то в киберномике ренту получают те, кто контролирует цифровое пространство и доступ к нему.

Этот сдвиг имеет глубокие последствия для распределения благ. В классической экономике распределение определялось связкой «собственность + рынок/государство»: тот, кто владел средствами производства, получал прибыль; тот, кто владел трудом, получал зарплату; государство перераспределяло через налоги. В киберномике распределение определяется контролем над инфраструктурой: тот, кто владеет платформой, получает ренту; тот, кто владеет

алгоритмом, получает ренту; тот, кто владеет данными, получает ренту. И эта рента не является результатом производства — она является результатом позиции в сети, результатом того, что ты стоишь на пути потока и можешь взимать плату за проход.

Именно поэтому цифровая рента становится «одним из ключевых источников распределения благ», существенно дополняя традиционную сырьевую ренту. И именно поэтому общество расслаивается на сообщества, различающиеся не только доходом, но и типом доступа к благам: от владельцев капитала и алгоритмов до прекариата и тех, чьё положение определяется их ролью в цифровой системе. Цифровая рента — это не просто экономическая категория; это политическая категория, потому что она определяет, кто получает выгоды от цифровой экономики, а кто платит за них.

Протокол как конституция

Если цифровая рента — это экономическое выражение контроля над инфраструктурой, то протокол — это его политическое выражение. Протокол — это набор правил, по которым информация течёт, данные обрабатываются, транзакции совершаются, агенты действуют. Протокол — это конституция сети, и, как любая конституция, он определяет, кто имеет право голоса, как распределяются ресурсы, как разрешаются споры и как можно изменить сами правила.

В мире, где всё больше решений делегируется агентам и коду, протокол становится главным полем политической борьбы. Не парламенты и не выборы, а стандарты и протоколы определяют, как распределяются блага. Тот, кто задаёт протокол, получает власть, сравнимую с властью законодателя, но без выборной подотчётности. Именно поэтому борьба за стандарты описания реальности — чьи онтологии, метрики и протоколы станут общими; кто будет определять, что считать «качеством данных», «справедливой ценой», «допустимым риском» — становится главной политической битвой десятилетия.

И именно поэтому киберномика не может быть только экономической дисциплиной. Она должна быть политической экономией протоколов — дисциплиной, которая изучает, кто задаёт правила, как эти правила распределяют блага и как их можно оспорить. Без этого измерения киберномика превращается в апологию существующего порядка, в описание того, «как всё работает», без вопроса «кому это выгодно и можно ли сделать иначе».

Что мы узнали в этой главе

Первый закон киберномики — «информация хочет быть свободной» — содержит три истины, каждая из которых имеет свои следствия. Информацию невозможно удержать в исключительном владении, потому что копирование стоит ноль. Ценность информации растёт от распространения, потому что сетевой эффект создаёт ценность из связей. Но свобода информации не означает свободы людей, потому что тот, кто контролирует протокол, контролирует условия свободы.

Из этих трёх истин вытекает главный парадокс киберномики: чем свободнее информация, тем концентрированнее власть над её инфраструктурой. Свобода потока и концентрация контроля — не противоположности, а две стороны одной медали. И именно в этом парадоксе рождается цифровая рента — новый механизм распределения, который вознаграждает не производство, а позицию в сети.

Барлоу был прав в одном и ошибался в другом. Информация действительно сопротивляется заборам. Но сопротивление информации не освобождает людей автоматически. Свобода информации — это необходимое, но недостаточное условие свободы людей. И разрыв между необходимым и достаточным — это и есть пространство киберномики.

В следующей главе мы разберём, как три учёных — Остром, Бенклер и Руан — нанесли по старой модели три удара, которые сделали киберномику возможной: первый — по идее, что общие ресурсы обречены; второй — по идее, что производство требует фирмы или рынка;

третий — по идее, что риск нельзя измерить. И увидим, как из этих трёх ударов вырастает новая архитектура распределения благ.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

Три удара по старой модели

Наука, которая родилась из рыбацких артелей

В 1990 году, за три года до того, как интернет вышел за пределы университетов и стал доступен широкой публике, американский экономист Элинор Остром опубликовала книгу, которая должна была стать сенсацией, но не стала — по крайней мере, не сразу. Книга называлась «Управление общими ресурсами: эволюция институтов коллективного действия», и в ней Остром делала нечто, что до неё казалось почти неприличным для экономиста: она отправилась в поле. Она изучала не абстрактные модели, не математические кривые, не равновесия Нэша в вакууме — она изучала реальных рыбаков, реальных пастухов, реальные ирригационные системы и реальные леса. Она сидела с швейцарскими крестьянами, которые веками управляли альпийскими пастбищами; с японскими рыбацкими артелями, которые делили рыболовные угодья; с испанскими фермерами, которые поддерживали ирригационные каналы, построенные ещё маврами; с непальскими общинами, которые управляли лесами. И то, что она обнаружила, не укладывалось в учебники.

Стандартная экономическая теория — та, которую преподают в университетах и которая лежит в основе большинства государственных политик, — говорила одно: общие ресурсы обречены. Эта идея восходила к знаменитой статье Гаррета Хардина 1968 года «Трагедия общих пастбищ», в которой он доказывал, что если ресурс принадлежит всем, то каждый будет стремиться использовать его как можно интенсивнее, пока ресурс не истощится. Логика была простая и убийственная: если я не возьму корову на пастбище, её возьмёт кто-то другой; если я не выловлю рыбу, её выловит конкурент; если я не выкачаю воду, её выкачает сосед. Рациональный индивид, действующий в своих интересах, неизбежно разрушает общий ресурс — и единственный выход, по Хардину, состоял в том, чтобы либо приватизировать ресурс (разделить пастбище на участки и отдать каждому его кусок), либо национализировать его (передать государству, которое будет регулировать доступ). Третьего не дано.

Остром доказала, что третье дано. И не в виде утопии, а в виде эмпирически наблюдаемой практики, которая существовала веками и продолжает существовать, несмотря на то, что экономисты её не замечали.

Трагедия, которой не было

Остром обнаружила, что сообщества по всему миру сами создавали правила управления общими ресурсами — и эти правила работали. Не потому, что люди были альтруистами или святыми, а потому, что они были рациональными в долгосрочной перспективе. Рыбак, который вылавливает всю рыбу сегодня, остаётся без рыбы завтра; но рыбак, который соблюдает квоту, установленную сообществом, сохраняет рыболовство на поколения вперёд. Пастух, который выпасает всех своих коров на общем пастбище, разрушает пастбище; но пастух, который соблюдает правило «не больше трёх коров на семью», сохраняет пастбище для всех. Рациональность не сводится к максимизации краткосрочной выгоды; она включает в себя способность к самоограничению ради долгосрочного блага, если правила этого самоограничения выработаны совместно и воспринимаются как справедливые.

Ключевое слово здесь — «совместно». Остром показала, что устойчивые системы управления общими ресурсами строятся не по принципу «сверху вниз» (государство решает за всех) и не по принципу «каждый за себя» (рынок решает через цены), а по принципу negotiated rules — договорных правил, которые участники вырабатывают сами, адаптируют к местным условиям и меняют по мере необходимости. Она сформулировала восемь «дизайнерских прин-

ципов» устойчивых институтов: чёткие границы ресурса и группы пользователей; правила пользования, адаптированные к местным условиям; механизмы коллективного выбора; мониторинг; graduated sanctions (постепенные санкции за нарушения); механизмы разрешения конфликтов; признание права на самоорганизацию; и вложенные уровни управления для ресурсов, которые являются частью более крупных систем.

Эти принципы не были изобретены Остром — она обнаружила их, обобщив сотни эмпирических случаев. И это принципиально: Остром не предлагала утопию, она описывала то, что уже работает. Её вклад состоял не в том, что она придумала новый способ управления, а в том, что она увидела способ управления, который существовал всегда, но не замечался экономистами, ослеплёнными дихотомией «рынок или государство».

Полицентричное управление: третий путь

Из этих наблюдений Остром выросла концепция, которая станет центральной для киберномики: полицентричное управление. Это не централизация и не децентрализация в чистом виде — это множество перекрывающихся центров принятия решений, которые взаимодействуют, договариваются и корректируют друг друга. В полицентричной системе нет единого центра, который решает всё, — но нет и полной атомизации, где каждый решает только за себя. Есть сеть институтов, каждый из которых имеет свою зону ответственности, свои правила и свои механизмы подотчётности.

Остром подчёркивала, что успешные системы управления общими ресурсами — это «богатые смеси „частноподобных“ и „публикоподобных“ институтов, не поддающиеся классификации в стерильную дихотомию». Это означает, что реальные институты не делятся чисто на «частные» и «государственные»: они смешивают элементы того и другого, адаптируясь к конкретным условиям. И именно это смешение, а не чистота формы, обеспечивает устойчивость.

Почему это важно для киберномики? Потому что цифровые общие ресурсы — данные, вычислительные мощности, протоколы, спектр, знания — не могут эффективно управляться ни чисто рыночными, ни чисто государственными механизмами. Рынок склонен фрагментировать ресурс и создавать антиобщие (когда каждый собственник может заблокировать использование), а государство склонно централизовать и подавлять локальную адаптацию. Полицентричное управление предлагает третий путь: множество центров, которые договариваются о правилах доступа и использования, сохраняя при этом локальную гибкость и глобальную координацию.

Именно поэтому Остром часто называют «ни рыночной, ни государственной» — и именно поэтому её идеи так плохо вписываются в стандартные политические категории. Она не была ни социалисткой, ни либертарианкой; она была эмпириком, который показал, что реальный мир богаче идеологических схем.

Второй удар: Бенклер и третий способ производства

Если Остром показала, что общие ресурсы могут управляться устойчиво, то Йохай Бенклер показал, что в сетях возникает третий способ производства, который не сводится ни к фирме, ни к рынку. В книге «Богатство сетей» (2006) он описал то, что назвал commons-based peer production (CBPP) — производство на основе общих ресурсов и равноправного участия.

Классическая экономика знает два способа координации: фирма (иерархия, где менеджер решает, кто что делает) и рынок (где ценовой сигнал координирует действия независимых агентов). Бенклер показал, что в сетях возникает третий: кооперация без иерархии и без ценового сигнала. Люди добровольно вносят вклад в общий проект, руководствуясь внутренними мотивами — интересом, репутацией, желанием быть частью чего-то большего, — и координация осуществляется через правила сообщества, а не через приказы или цены.

Wikipedia — самый очевидный пример: миллионы людей пишут энциклопедию, никто им не платит, никто им не приказывает, и всё же она работает — и работает лучше, чем коммерческие энциклопедии, которые существовали до неё. Open-source software — ещё один пример:

Linux, Apache, Python, тысячи библиотек и инструментов, созданных сообществами, которые координируются через мейл-листы, форумы и системы контроля версий. Бенклер показал, что это не маргинальное явление, а новая форма производства, которая может быть эффективной для целого класса задач — тех, где важна не стандартизация, а разнообразие; не контроль, а доверие; не масштаб, а гибкость.

Ключевое открытие Бенклера состояло в том, что CBPP имеет экономические преимущества перед фирмой и рынком для определённых типов задач. Фирма эффективна, когда задача требует координации сложных взаимозависимых действий и когда издержки контроля ниже издержек рынка. Рынок эффективен, когда задача может быть разбита на независимые транзакции и когда ценовой сигнал хорошо передаёт информацию. Но есть класс задач — особенно в области информации и культуры, — где ни фирма, ни рынок не справляются оптимально, потому что они не могут эффективно использовать распределённое знание и мотивацию участников. CBPP справляется, потому что она мобилизует разнообразие и использует внутренние мотивы, которые фирма и рынок игнорируют.

Бенклер писал: «Значительная часть того, что люди ценят, может теперь делаться индивидами, взаимодействующими друг с другом социально, как человеческие и социальные существа, а не как рыночные акторы через ценовую систему». Это был прямой вызов всей экономической традиции — и он не был утопией, он был эмпирическим наблюдением. CBPP существовала, работала и росла, и никакая теория, которая её игнорировала, не могла претендовать на полноту.

Третий удар: Руан и измерение риска

Третий удар был нанесён в 2017 году, когда Кейун Руан опубликовала работу «Introducing cybernomics: A unifying economic framework for measuring cyber risk». Если Остром показала, что общие ресурсы могут управляться, а Бенклер — что производство может быть не-фирменным и не-рыночным, то Руан сделала то, чего не хватало: она дала киберномике единицу измерения.

До Руан киберриск был «качественной» категорией: о нём говорили, его обсуждали, его боялись, но его нельзя было посчитать так, как считают финансовый риск (Value-at-Risk) или медицинский риск (MicroMort). Руан предложила систему, которая позволяла измерять киберриск в количественных единицах — BitMort и hekla (названной в честь исландского вулкана, по аналогии с тем, как финансовые риски называют «хвостовыми»). Это позволяло:

— Сравнивать разные типы киберриска между собой;

— Оценивать экономическую эффективность контрольных мер («сколько риска снижает каждый доллар, вложенный в защиту»);

— Формулировать «готовность платить» за снижение риска;

— Определять пределы киберриска и аппетит к нему;

— Распределять ограниченные ресурсы между инвестициями в безопасность, страхованием и резервами.

Почему это было революцией? Потому что как только риск можно измерить, его можно превратить в объект экономического обмена. Киберриск перестаёт быть «тем, о чём говорят безопасники», и становится «тем, что можно застраховать, передать, включить в цену, распределить между участниками сети». Именно это превращает киберномику из описательной дисциплины в инструментальную: она не просто говорит «риск существует», она говорит «вот сколько он стоит, вот как его распределить, вот как его минимизировать».

Именно поэтому Руан часто называют «женщиной, которая дала киберномике единицу измерения» — и именно поэтому её работа стала поворотной. Без измерения киберномика оставалась бы философией; с измерением она стала наукой.

Как три удара складываются воедино

Три удара — Остром, Бенклер, Руан — не являются независимыми. Они складываются в единую архитектуру, которая и составляет ядро киберномики.

Остром отвечает на вопрос: как управлять общими ресурсами, если ни рынок, ни государство не справляются? Ответ: через полицентричные институты, договорные правила и локальную адаптацию. Это архитектура управления.

Бенклер отвечает на вопрос: как координировать производство, если ни фирма, ни рынок не оптимальны? Ответ: через одноранговое производство на основе общего пользования, где координация идёт через правила сообщества и внутренние мотивы. Это архитектура производства.

Руан отвечает на вопрос: как принимать решения о риске, если он не измеряется? Ответ: через количественные единицы (BitMort, hekla), которые позволяют считать, сравнивать и распределять риск. Это архитектура измерения.

Вместе они образуют полный контур: производство (Бенклер) создаёт ценность, управление (Остром) распределяет доступ к ней, измерение (Руан) позволяет оценивать риски и корректировать курс. Это и есть операционная система киберномики — не метафора, а описание того, как устроена экономика, в которой правила важнее собственности, координация важнее иерархии, а измерение важнее интуиции.

Почему эти удары не были услышаны сразу

Все три работы появились до того, как их время пришло. Остром опубликовала свою книгу в 1990 году — за десятилетие до того, как интернет стал массовым. Бенклер — в 2006-м, когда Wikipedia уже существовала, но ещё не воспринималась как экономический феномен. Руан — в 2017-м, когда киберриск уже был реальностью, но ещё не был измеряемым.

Почему их не услышали сразу? Потому что каждая из этих работ ломала дисциплинарные границы. Остром была экономистом, которая изучала антропологию и политологию; её работы не вписывались в стандартные экономические журналы, потому что она не использовала математические модели в том виде, в каком их ожидали. Бенклер был юристом, который изучал экономику и социологию; его работы не вписывались в экономическую традицию, потому что он говорил о мотивах, которые экономисты считали «иррациональными». Руан была исследователем кибербезопасности, который заговорил на языке экономистов; её работы не вписывались в обе дисциплины, потому что она соединяла то, что было разделено.

Но именно на границах дисциплин и рождается киберномика. Она не является ни экономикой, ни социологией, ни кибернетикой, ни правом — она является междисциплинарной рамкой, которая соединяет всё это в единое целое. И именно поэтому она так долго оставалась незамеченной: у неё не было «своего» факультета, «своего» журнала, «своей» кафедры. Она рождалась в пространстве между ними — и именно это пространство оказалось самым плодородным.

Что мы узнали в этой главе

Три учёных нанесли по старой модели три удара, которые сделали киберномику возможной. Остром показала, что общие ресурсы могут управляться через полицентричные институты и договорные правила, а не только через приватизацию или национализацию. Бенклер показал, что производство может координироваться без фирмы и без рынка — через commons-based peer production, где правила сообщества заменяют иерархию и ценовой сигнал. Руан показала, что киберриск можно измерить количественно, а значит — превратить в объект экономического расчёта и распределения.

Вместе эти три удара образуют операционную систему киберномики: производство (Бенклер) + управление (Остром) + измерение (Руан). Это не просто набор идей, а архитектура, которая описывает, как устроена экономика, в которой правила важнее собственности, координация важнее иерархии, а измерение важнее интуиции.

И именно поэтому эти удары не были услышаны сразу: они ломали дисциплинарные границы, рождались на стыках, не имели «своего» места в академическом мире. Но именно на стыках и рождается новое — и киберномика является доказательством этого.

В следующей главе мы разберём смещённый дефицит — главный закон киберномики, который объясняет, почему в мире изобилия информации дефицитом становится доверие, а в мире изобилия данных — суждение, и почему тот, кто поймёт природу нового дефицита первым, получит власть, сравнимую с властью тех, кто понимал природу старого.

ГЛАВА ЧЕТВЁРТАЯ

Смещённый дефицит

Ошибка, которую совершают почти все

Когда люди впервые слышат слово «киберномика», они почти всегда совершают одну и ту же ошибку: они думают, что речь идёт об экономике изобилия. Логика кажется очевидной: информация не убывает от передачи, копирование стоит ноль, сети растут, контента бесконечно много, данные не заканчиваются — значит, мы вступаем в мир, где всего хватит на всех, где дефицит побеждён, где экономика перестаёт быть наукой о редкости и становится наукой о распределении избытка. Эта идея звучит привлекательно, она льстит нашей вере в прогресс, она продаётся на конференциях и в инвестиционных презентациях — и она в корне неверна.

Главное открытие киберномики состоит не в том, что всего стало много. Оно состоит в том, что дефицит не исчез — он сместился. Это принципиальное различие, и от того, поймёте вы его или нет, зависит, будет ли ваша карта мира соответствовать территории. Дефицит — не количество вещей; это структурное свойство системы, которое определяет, что ценится, кто имеет власть и как распределяются блага. Когда информация перестала быть дефицитной, дефицит не испарился — он перетёк в другие места: в доверие, в суждение, в внимание, в право задавать правила. И тот, кто видит только изобилие информации, но не видит нового дефицита, — это человек, который смотрит на океан и говорит: «Воды так много, что жажда побеждена», забывая, что пить морскую воду нельзя.

Эта глава — о том, куда перетёк дефицит и почему это определяет всю архитектуру новой экономики.

От информации к доверию

Первый и самый фундаментальный сдвиг: дефицит сместился от информации к доверию. В мире, где информации бесконечно много и она доступна мгновенно, ценность смещается от «знать» к «знать, чему верить». Потому что когда источников миллион и все они говорят разное, главная проблема — не найти информацию, а отличить достоверную от недостоверной. И эта проблема не решается большим количеством информации; она усугубляется им.

Представьте себе библиотеку, в которой одна книга. Вы можете её прочитать и составить мнение. Теперь представьте библиотеку, в которой миллион книг, и каждая утверждает, что она единственно верная. Вы не станете лучше информированы — вы станете парализованы. Именно это произошло с интернетом: он дал нам доступ к невообразимому объёму информации, но не дал инструментов для оценки её достоверности. И в этом разрыве родился новый дефицит.

Исследования показывают, что доверие к новостям падает во всём мире, а способность людей отличать правду от вымысла не растёт вместе с доступом к информации. Более того: генеративный ИИ, производящий контекстуально правдоподобные, но не обязательно укоренённые в проверенных фактах выводы, размывает границу между истиной и вымыслом ещё сильнее. Когда любая фотография может быть сгенерирована, любое видео — подделано, любой текст — написан машиной, вопрос «чему верить» становится не академическим, а экзистенциальным. И именно поэтому доверие перестаёт быть «мягким» ресурсом и становится экономической величиной: его можно измерить, застраховать, продать, распределить.

В киберномике доверие — это не моральная категория, а актив. И, как любой актив, оно имеет свою цену, свои риски и свою доходность. Тот, кто умеет производить доверие (через прозрачность, аудит, репутацию, доказательства), получает ренту доверия — премию, которую платят за уверенность. Тот, кто не умеет, платит дисконт недоверия — скидку, которую тре-

буют за риск. И разрыв между этими двумя позициями становится одним из главных источников неравенства в новой экономике.

От товаров к суждению

Второй сдвиг: дефицит сместился от товаров к суждению. В мире, где товаров стало больше, чем когда-либо в истории, и где агенты могут найти, сравнить и заказать любой товар за секунды, ценность смещается от «иметь» к «решить, что иметь». Потому что когда выбор бесконечен, главная проблема — не доступ, а способность выбрать.

Это может показаться парадоксом: разве изобилие выбора не облегчает жизнь? Нет. Изобилие выбора усложняет её, потому что каждое решение требует когнитивных усилий, а количество решений растёт быстрее, чем наша способность их принимать. Психологи называют это «параличом выбора» (choice paralysis): чем больше вариантов, тем труднее выбрать, тем больше времени мы тратим, тем меньше удовлетворены результатом и тем чаще откладываем решение вообще. И именно на этом параличе вырастает новый класс благ — агенты, которые выбирают за нас.

Но здесь есть тонкость, которую нельзя упускать. Когда агент выбирает за нас, он забирает у нас суждение. И это не нейтральный акт: суждение — это не просто «выбор из списка», это способность взвешивать ценности, которая формируется через практику. Если мы делегируем все решения агентам, мы теряем не только время (которое экономится), но и навык суждения (который атрофируется). И в этом — один из главных рисков киберномики: мир, в котором всё выбрано за нас, — это мир, в котором мы разучились выбирать.

Именно поэтому в новой экономике дефицитом становится не доступ к вариантам, а способность к суждению — умение приоритизировать, разрешать неоднозначность, оценивать последствия и брать на себя ответственность за выбор. Это благо нельзя купить, его можно только вырастить. И именно поэтому оно становится новым источником неравенства: те, кто сохранил способность суждения, получают власть над теми, кто её делегировал.

От ресурсов к праву задавать правила

Третий и самый глубокий сдвиг: дефицит сместился от ресурсов к праву задавать правила. В мире, где ресурсы (вычислительные, энергетические, информационные) становятся всё более доступными, ценность смещается от «владеть ресурсом» к «определять, как ресурс используется». Потому что когда ресурс есть у всех, главная проблема — не доступ к нему, а координация его использования. И координация требует правил.

Правила — это не просто «ограничения». Это инфраструктура распределения: они определяют, кто получает доступ, на каких условиях, в каком порядке, с какими правами и обязанностями. И тот, кто задаёт правила, получает власть, сравнимую с властью центрального банка или законодателя, — но без выборной подотчётности. Именно поэтому борьба за стандарты описания реальности — чьи онтологии, метрики и протоколы станут общими; кто будет определять, что считать «качеством данных», «справедливой ценой», «допустимым риском» — становится главной политической битвой десятилетия.

Эта мысль требует паузы, потому что она контринтуитивна. Мы привыкли думать, что власть — это собственность: кто владеет заводом, тот владеет властью; кто владеет землёй, тот владеет властью; кто владеет деньгами, тот владеет властью. Но в киберномике власть смещается от владения к определению. Тот, кто определяет, что считается «качеством», контролирует рынок качества. Тот, кто определяет, что считается «безопасностью», контролирует рынок безопасности. Тот, кто определяет, что считается «справедливостью», контролирует рынок справедливости. И это определение не требует владения ресурсами — оно требует позиции в протоколе.

Именно поэтому киберномика — это не только экономическая, но и политическая дисциплина. Она изучает не только то, как распределяются блага, но и то, кто задаёт правила распределения и можно ли их оспорить. Без этого политического измерения киберномика пре-

вращается в апологию существующего порядка — в описание того, «как всё работает», без вопроса «кому это выгодно и можно ли сделать иначе».

Триада нового дефицита: доверие, суждение, правила

Три сдвига, которые мы разобрали, образуют триаду нового дефицита. Это не три отдельных явления, а три грани одного процесса.

Доверие — это дефицит на уровне эпистемологии: мы не знаем, чему верить. Суждение — это дефицит на уровне агентности: мы не знаем, что выбирать. Правила — это дефицит на уровне институтов: мы не знаем, кто определяет условия. И вместе они описывают мир, в котором главная проблема — не «что производить» и не «как распределять», а «как координировать доверие, суждение и правила в условиях изобилия всего остального».

Эта триада объясняет многие явления, которые иначе кажутся загадочными. Почему платформы, которые «просто соединяют людей», становятся самыми дорогими компаниями в истории? Потому что они контролируют правила соединения — и тем самым получают ренту с доверия и суждения. Почему аудит, консалтинг и юридические услуги растут быстрее, чем производство? Потому что они продают доверие — уверенность в том, что система корректна. Почему образование становится всё дороже, хотя доступ к информации бесплатен? Потому что оно продаёт не информацию, а суждение — способность выбирать и оценивать.

Именно поэтому киберномика не может быть сведена к «экономике информации». Информация — это лишь фон, на котором разворачивается новая экономика. А главные действующие лица — это доверие, суждение и правила, которые определяют, как информация используется.

Изобилие контента и дефицит смысла

Один из самых ярких примеров смещённого дефицита — это разрыв между изобилием контента и дефицитом смысла. Сегодня человечество производит больше контента за день, чем за весь XIX век, — и при этом ощущение осмысленности падает. Почему?

Потому что смысл — это не контент. Смысл — это связь, которая возникает, когда контент упорядочен, отобран и осмыслен кем-то, кто имеет намерение. Контента может быть бесконечно много, но если он не упорядочен, он превращается в шум. И именно это произошло с цифровой средой: она дала нам бесконечный контент, но не дала инструментов для его осмысления. Алгоритмы ранжирования оптимизируют вовлечённость, а не смысл; платформы максимизируют время в приложении, а не понимание; генеративный ИИ производит текст, но не намерение.

Именно поэтому в новой экономике дефицитом становится не контент, а кураторство — способность отбирать, упорядочивать и осмыслять. Куратор — это не тот, кто создаёт контент, а тот, кто создаёт смысл из контента. И именно кураторы — редакторы, исследователи, аналитики, критики, учителя — становятся новыми дефицитными профессиями, потому что они делают то, что машины пока не умеют: придают значение.

Этот сдвиг имеет глубокие последствия для медиа. Медианомика — экономика медиа — перестаёт быть экономикой производства контента и становится экономикой курирования смысла. Те, кто продолжает думать, что медиа — это «создание контента», проигрывают; те, кто понимает, что медиа — это «создание смысла из изобилия контента», выигрывают. Именно поэтому качественная журналистика, аналитика и дебаты — «вино», а не «газировка», — становятся не нишевым продуктом, а дефицитным благом, за которое люди готовы платить.

Изобилие данных и дефицит верификации

Второй разрыв — между изобилием данных и дефицитом верификации. Мы живём в мире, где данных больше, чем когда-либо в истории, и где каждое действие оставляет цифровой след. Но данные — это не знание. Данные — это сырьё, которое требует обработки, проверки и интерпретации. И именно этих процессов — проверки и интерпретации — становится всё меньше, потому что они требуют времени и усилий, которые никто не хочет тратить.

Именно поэтому возникает экономика доказательств: ценность создаётся не данными, а возможностью доказать, что данные корректны, что их источник надёжен, что их обработка не исказила результат. Provenance, attestations, аудит, независимая верификация — всё это становится новым классом благ, потому что в мире изобилия данных дефицитом становится уверенность в их достоверности.

Этот сдвиг объясняет, почему киберриск становится измеримой экономической величиной. Руан показала, что риск можно считать; но ещё важнее то, что риск можно доказать. Страховая компания не может застраховать то, что нельзя измерить; суд не может разрешить спор о том, что нельзя доказать; регулятор не может проверить то, что нельзя аудировать. Именно поэтому «экономика доказательств» — это не метафора, а инфраструктура доверия, без которой киберномика не может функционировать.

Изобилие связей и дефицит общности

Третий разрыв — между изобилием связей и дефицитом общности. Социальные сети соединили миллиарды людей, но не создали общности. Мы связаны с большим количеством людей, чем когда-либо, но ощущение принадлежности падает. Почему?

Потому что связь — это не общность. Связь — это канал, по которому может течь информация; общность — это общие правила, ценности и обязательства, которые делают связь значимой. Социальные сети оптимизируют связи (количество друзей, подписчиков, лайков), но не оптимизируют общность (доверие, взаимность, обязательства). И в результате мы получаем изобилие связей при дефиците общности — мир, в котором у нас тысячи «друзей» и ни одного, кому можно позвонить в три часа ночи.

Именно поэтому в новой экономике дефицитом становится общность — не как ностальгическая ценность, а как экономический ресурс. Общности создают доверие, доверие снижает транзакционные издержки, низкие издержки создают экономическую эффективность. Именно поэтому commons-based peer production Бенклера работает: она опирается на общность, которая заменяет иерархию и ценовой сигнал. И именно поэтому платформы, которые пытаются имитировать общность (через алгоритмы, рекомендации, «сообщества»), часто терпят неудачу: общность нельзя сгенерировать, её можно только вырастить.

Почему новый дефицит определяет власть

Теперь мы подошли к главному выводу этой главы — к тому, ради чего она написана.

Тот, кто поймёт природу нового дефицита первым, получит то, что всегда получали те, кто понимал природу старого: власть. Не власть над вещами — власть над условиями, в которых вещи распределяются. Не власть над людьми — власть над правилами, по которым люди делегируют решения. Не власть над информацией — власть над инфраструктурой, которая определяет, какая информация считается доказанной, а какая — подделкой.

Эта власть отличается от традиционной. Она не требует армии, полиции или бюрократии. Она требует позиции в протоколе: контроля над стандартами, над метриками, над правилами доступа. Тот, кто контролирует стандарт «качества данных», контролирует рынок данных. Тот, кто контролирует стандарт «безопасности», контролирует рынок безопасности. Тот, кто контролирует стандарт «справедливости», контролирует рынок справедливости. И эта власть невидима, потому что она встроена в инфраструктуру, которую мы принимаем как данность.

Именно поэтому киберномика — это не просто «экономика будущего». Это политическая экономия протоколов. И вопрос, который она ставит, звучит не «как эффективнее распределять ресурсы», а «кто задаёт правила распределения и можно ли их пересмотреть». Без этого вопроса киберномика превращается в инструмент легитимации существующего порядка; с этим вопросом она становится инструментом освобождения.

Что мы узнали в этой главе

Главное открытие киберномики состоит не в том, что всего стало много, а в том, что дефицит сместился. От информации — к доверию. От товаров — к суждению. От ресурсов

— к праву задавать правила. Эта триада нового дефицита — доверие, суждение, правила — образует ядро новой экономики и объясняет, почему в мире изобилия контента мы страдаем от дефицита смысла, в мире изобилия данных — от дефицита верификации, в мире изобилия связей — от дефицита общности.

Из этого следуют три вывода. Первый: ценность смещается от владения к позиции в протоколе — тот, кто контролирует правила, контролирует распределение. Второй: доверие, суждение и правила становятся измеримыми экономическими величинами, которые можно производить, распределять и продавать. Третий: тот, кто поймёт природу нового дефицита первым, получит власть, сравнимую с властью тех, кто понимал природу старого дефицита, — но эта власть будет невидимой, потому что она встроена в инфраструктуру.

В следующей главе мы разберём ловушку видимости — почему цифровая экономика кажется прозрачной, но на деле непрозрачна; как метрики становятся реальностью; почему «то, что можно измерить, можно оптимизировать» превращается в «то, что оптимизируется, перестаёт быть тем, чем было»; и как экономика доказательств рождается из необходимости доказывать то, что раньше считалось само собой разумеющимся.

ГЛАВА ПЯТАЯ

Ловушка видимости

Дашборд, который скрывает больше, чем показывает

Представьте себе современный офис — не тот, что был в 1990-х, с папками и факсами, а нынешний, с большими экранами, на которых в реальном времени обновляются десятки метрик: конверсия, удержание, стоимость привлечения клиента, средний чек, NPS, время отклика, количество активных пользователей, глубина просмотра, коэффициент вовлечённости. Всё это называется прозрачностью: мы видим, что происходит, в реальном времени, в цифрах, без задержек и искажений. Менеджеры смотрят на дашборд и принимают решения; инвесторы смотрят на дашборд и оценивают компанию; регуляторы требуют дашборды, чтобы проверять compliance. Прозрачность стала моральным императивом цифровой эпохи: если ты не измеряешь, ты не управляешь; если ты не показываешь, ты скрываешь; если ты скрываешь, ты виновен.

Но вот в чём парадокс: чем больше мы измеряем, тем меньше мы видим. Дашборд создаёт иллюзию всевидения, но на самом деле он сужает поле зрения до того, что на нём отображено. Всё, что не попало в метрику, перестаёт существовать для того, кто смотрит на дашборд. А поскольку метрики выбираются людьми — а значит, отражают их интересы, предубеждения и слепые пятна, — дашборд становится не окном в реальность, а фильтром, который пропускает только то, что удобно видеть. И чем красивее дашборд, чем больше на нём графиков и чем чаще они обновляются, тем сильнее иллюзия, что ты понимаешь систему, — и тем опаснее слепота, которая за этой иллюзией скрывается.

Именно это я называю ловушкой видимости: ситуация, в которой прозрачность оборачивается слепотой, измерение подменяет понимание, а доказательство становится способом скрыть то, что не доказано. В киберномике эта ловушка приобретает особую остроту, потому что здесь доказательство становится благом — а значит, возникает искушение доказывать то, что удобно, а не то, что есть.

Закон Гудхарта: когда метрика съедает реальность

В 1975 году британский экономист Чарльз Гудхарт сформулировал принцип, который позже стал афоризмом: «Когда показатель становится целью, он перестаёт быть хорошим показателем». Изначально это относилось к денежно-кредитной политике — если центральный банк таргетирует денежную массу, банки находят способы её обходить, и показатель теряет связь с реальностью. Но позже выяснилось, что принцип работает везде, где есть измерение и стимул: в образовании, в медицине, в полиции, в корпоративном управлении и, конечно, в цифровой экономике.

Логика проста и разрушительна. Любая метрика — это прокси, то есть заменитель того, что мы на самом деле хотим измерить. Мы хотим измерить «качество образования», но измеряем «результаты тестов»; хотим измерить «эффективность полиции», но измеряем «количество арестов»; хотим измерить «удовлетворённость клиента», но измеряем «оценку в опросе». Пока метрика не является целью, она более-менее отражает реальность. Но как только люди начинают оптимизировать метрику — а в конкурентной среде они начинают это делать немедленно, — метрика перестаёт быть прокси и становится целью самой по себе. Учителя начинают «натаскивать на тесты» вместо того, чтобы учить; полицейские начинают арестовывать за мелочи, чтобы улучшить статистику; компании начинают «накручивать» оценки, чтобы улучшить NPS.

В цифровой экономике этот механизм работает с математической неизбежностью, потому что здесь метрики не просто измеряются — они оптимизируются автоматически. Алгоритмы ранжирования оптимизируют вовлечённость — и получают кликбейт. Алгоритмы рекомендаций оптимизируют время в приложении — и получают зависимость. Алгоритмы ценообразования оптимизируют маржу — и получают динамические цены, которые взлетают в момент пикового спроса. И каждый раз происходит одно и то же: метрика улучшается, а реальность, которую она должна была отражать, ухудшается.

Именно поэтому «то, что можно измерить, можно оптимизировать» превращается в «то, что оптимизируется, перестаёт быть тем, чем было». Метрика — это не окно в реальность, а инструмент, который меняет реальность, как только на него начинают смотреть. И чем мощнее инструмент, тем сильнее искажение.

Прозрачность как форма сокрытия

Ловушка видимости имеет ещё одно измерение, которое менее очевидно, но более коварно: прозрачность может быть формой сокрытия. Когда вы показываете людям много данных, они перестают задавать вопросы. Им кажется, что они всё видят, — а значит, им не нужно копать глубже. И именно этим пользуются те, кто контролирует дашборд: они показывают то, что удобно показать, и скрывают то, что неудобно, за потоком цифр.

Этот механизм хорошо известен в корпоративной отчётности: компании публикуют десятки метрик, но выбирают те, которые выставляют их в лучшем свете. Они могут «забыть» упомянуть, что рост выручки достигнут за счёт скидок, которые уничтожили маржу; что рост пользователей достигнут за счёт ботов; что снижение затрат достигнуто за счёт сокращения инвестиций в качество. Формально всё прозрачно — все цифры опубликованы. Фактически всё скрыто — потому что связи между цифрами не показаны, а именно связи и составляют реальность.

В кибернomике этот механизм становится системным, потому что доказательство становится благом. Если ценность создаётся возможностью доказать, что решение было корректным, что данные не искажены, что агент действовал в рамках мандата, то возникает искушение доказывать то, что удобно, а не то, что есть. Так рождается экономика доказательств — со всеми её достоинствами (аудит, прозрачность, подотчётность) и пороками (подделка provenance, фиктивные сертификаты, имитация аудита). И именно поэтому фальсификация становится не моральной, а экономической проблемой: она разрушает общее эпистемическое поле и повышает стоимость всех транзакций в сети.

Экономика доказательств: как доверие становится товаром

Из ловушки видимости вырастает один из самых важных институтов кибернomики — экономика доказательств. Это не метафора, а описание нового класса благ и нового класса рынков.

Суть в том, что в мире, где всё можно подделать, уверенность в подлинности становится дефицитным ресурсом. И, как любой дефицитный ресурс, она становится объектом экономического обмена. Появляются рынки provenance (подтверждения происхождения данных), рынки attestations (криптографических подтверждений), рынки аудита (независимой проверки), рынки страхования ответственности (передачи риска), рынки разрешения споров (механизмов оспаривания). Все эти рынки существуют не потому, что людям нравится платить за проверку, а потому, что без проверки транзакции становятся слишком рискованными.

Экономика доказательств имеет свою внутреннюю логику. Provenance — это не просто «откуда данные», это цепочка доверия, которая связывает источник с результатом. Attestation — это не просто «подпись», это криптографическое обязательство, которое нельзя подделать без раскрытия. Аудит — это не просто «проверка», это состязательная процедура, в которой независимый агент ищет несоответствия. Страхование — это не просто «компенсация»,

это распределение риска между теми, кто может его нести. И вместе эти институты образуют инфраструктуру доверия, без которой киберномика не может функционировать.

Но у экономики доказательств есть тёмная сторона. Чем больше ценность доказательства, тем больше стимул подделать доказательство. Чем сложнее процедура проверки, тем легче имитировать проверку. Чем выше штраф за фальсификацию, тем изощрённее становятся способы обхода. И в результате экономика доказательств превращается в гонку вооружений между теми, кто производит доказательства, и теми, кто их подделывает. Именно поэтому фальсификация — не временная проблема, а структурное свойство системы, которое требует постоянного обновления механизмов проверки.

Метрика как политический инструмент

До сих пор мы говорили о метриках как о технических инструментах. Но у них есть политическое измерение, которое нельзя игнорировать. Метрика — это не нейтральный наблюдатель; это инструмент власти, потому что она определяет, что считается «успехом», «качеством», «справедливостью». Тот, кто выбирает метрику, определяет, что будет оптимизироваться, а значит, и то, какие ценности будут реализованы.

Показательный пример — NPS (Net Promoter Score), который стал стандартом измерения клиентской лояльности. На первый взгляд это нейтральный показатель: «Насколько вероятно, что вы порекомендуете нас другу?» Но за этой простотой скрывается политический выбор: NPS оптимизирует готовность рекомендовать, а не качество продукта. Компания может улучшить NPS, не улучшая продукт, — например, попросив довольных клиентов ставить высокие оценки, или «уговорив» недовольных не отвечать. И в результате NPS растёт, а реальное качество падает.

То же самое происходит с любым показателем, который становится целью: он перестаёт быть нейтральным и становится инструментом власти. Тот, кто контролирует метрику, контролирует то, что будет оптимизироваться, — а значит, и то, какие интересы будут реализованы. Именно поэтому борьба за стандарты описания реальности — чьи онтологии, метрики и протоколы станут общими — становится главной политической битвой десятилетия. Тот, кто задаёт определения, получает власть, сравнимую с властью центрального банка или законодателя, но без выборной подотчётности.

Прозрачность без понимания

Есть ещё один аспект ловушки видимости, который особенно важен для киберномики: прозрачность без понимания. Мы можем иметь доступ ко всем данным о системе, но не понимать, как она работает. Мы можем видеть все метрики, но не видеть причинно-следственные связи. Мы можем наблюдать все действия агентов, но не понимать их мотивы.

Это явление известно как «чёрный ящик»: система, в которой вход и выход видны, а внутренний механизм скрыт. Современные ИИ-модели — классический пример: мы можем видеть, какие данные были на входе и какой результат на выходе, но мы не можем объяснить, почему модель приняла именно это решение. И чем сложнее модель, тем больше «чёрный ящик», тем меньше понимания.

В киберномике эта проблема приобретает экономическое измерение. Если мы не понимаем, как работает система, мы не можем оценить её риски. Если мы не можем оценить риски, мы не можем застраховать их. Если мы не можем застраховать их, мы не можем распределить их. И в результате возникает парадокс: чем прозрачнее система (чем больше данных мы видим), тем непрозрачнее она становится (тем меньше мы понимаем). Именно поэтому объяснимость (explainability) становится не академической проблемой, а экономическим благом — условием, без которого киберномика не может функционировать.

Ловушка видимости и кибергнозис

Здесь стоит вернуться к теме, которую мы обсуждали раньше, — к кибергнозису. Барлоу представлял киберпространство как «новую обитель Разума», где информация свободна, а

люди освобождены от материальных ограничений. Эта мифология была освободительной для своего времени, но она скрывала материальную инфраструктуру — серверы, кабели, энергопотребление, труд рабочих в шахтах и на заводах. Киберпространство казалось бесплотным, но оно требовало всё больше плоти — лития, кобальта, меди, электричества, охлаждения. И чем более «бесплотным» казался цифровой мир, тем более невидимой становилась его материальная цена.

Ловушка видимости — это прямое продолжение этой мифологии. Дашборд создаёт иллюзию, что мы видим всё, — и тем самым скрывает то, что не попало в метрики. Мы видим конверсию, но не видим труд людей, которые обеспечивают её; видим рост пользователей, но не видим экологическую цену дата-центров; видим прибыль, но не видим распределение рисков между теми, кто её получает, и теми, кто за неё платит. И в этом смысле ловушка видимости — это секуляризованная форма кибергнозиса: вера в то, что прозрачность освобождает, хотя на самом деле она может закреплять существующие отношения власти.

Именно поэтому критика Мартиняка так важна для киберномики. Он напоминает, что за «прозрачностью» может скрываться вытеснение — подмена подлинного понимания симуляцией понимания, подмена подлинной свободы симуляцией свободы. И задача киберномики — не просто измерять и показывать, а удерживать открытость к тому, что не попало в измерение, к тому, что не видно на дашборде, к тому, что не доказано, но существует.

Что мы узнали в этой главе

Ловушка видимости — это парадокс, в котором чем больше мы измеряем, тем меньше мы видим. Дашборд создаёт иллюзию всевидения, но сужает поле зрения до того, что на нём отображено. Метрика перестаёт быть прокси, как только становится целью, — и реальность, которую она должна была отражать, ухудшается. Прозрачность может быть формой сокрытия, потому что она показывает то, что удобно, и скрывает то, что неудобно. А доказательство становится благом, что порождает экономику доказательств — со всеми её достоинствами и пороками.

Из этого следуют три вывода. Первый: метрика — это не нейтральный наблюдатель, а политический инструмент, потому что она определяет, что будет оптимизироваться, а значит, и то, какие ценности будут реализованы. Второй: прозрачность без понимания — это не прозрачность, а новая форма слепоты, потому что мы видим данные, но не видим причинно-следственные связи. Третий: экономика доказательств — это не просто «рынок аудита», а инфраструктура доверия, без которой киберномика не может функционировать, — но одновременно и гонка вооружений между теми, кто производит доказательства, и теми, кто их подделывает.

ЧАСТЬ II. МАШИНЫ, В КОТОРЫХ СЧИТАЕТ СВЕТ

ГЛАВА ШЕСТАЯ

Энергия как новый уголь

Завод, у которого нет труб

В XIX веке, если вы хотели понять, где находится экономический центр мира, вам не нужно было читать биржевые сводки — достаточно было посмотреть, где стоят трубы. Манчестер, Эссен, Питтсбург, Донбасс — города, которые выросли вокруг угля, потому что уголь был первичным источником силы, без которого не крутилось ни одно колесо, не плавилась ни одна печь, не двигался ни один поезд. Уголь был не просто товаром; он был условием возможности всей индустриальной экономики. Тот, кто контролировал угольные месторождения, контролировал темп, с которым росла или задыхалась промышленность. И именно поэтому геополитика XX века была в такой степени геополитикой угля, нефти и газа — ресурсов, которые нельзя воспроизвести, нельзя заменить и нельзя раздать всем.

Сегодня трубы стоят не в Манчестере, а в окрестностях Ашберна, в штате Виргиния, — но только эти трубы не дымят. Они дышат. Это градирни дата-центров, которые охлаждают тысячи стоек с ускорителями, потребляющими столько электричества, что рядом с ними небольшой город кажется энергетически скромным. И если вы хотите понять, где сегодня находится экономический центр мира, вам не нужно смотреть на биржевые сводки — достаточно посмотреть, где строятся энергетические подстанции для вычислительных кластеров. Потому что вычислительная мощность стала первичным источником силы новой экономики, а электричество — новым углём, без которого не работает ни одна модель, не обучается ни одна сеть, не принимается ни одно решение агента.

Это не метафора. Это описание сдвига, который меняет саму топологию экономики: от централизованных источников энергии к распределённым вычислительным мощностям, от физических заводов к цифровым фабрикам, от угля к электрону. И в этом сдвиге рождается один из главных конфликтов киберномики: вычисления становятся всё более прожорливыми, а энергия становится всё более дефицитной, и именно этот конфликт определяет, кто будет контролировать будущее — те, кто владеет алгоритмами, или те, кто владеет электричеством.

Сколько стоит один ответ

Мы привыкли думать о вычислениях как о чём-то бесплотном, почти бесплатном: нажал кнопку — получил ответ, открыл приложение — увидел рекомендацию, задал вопрос — получил текст. Но за каждым ответом стоит физическая работа: серверы греются, вентиляторы крутятся, электричество течёт, тепло отводится. И чем сложнее модель, тем больше работы требуется для одного ответа.

Обучение большой языковой модели — это не «запуск программы», а энергетический подвиг. Исследования показывают, что обучение одной крупной модели может потреблять столько же электроэнергии, сколько небольшой город за год, и оставлять углеродный след, сравнимый с несколькими сотнями перелётов между континентами. Но ещё важнее то, что инференс — то есть использование уже обученной модели — потребляет энергию постоянно, потому что каждый запрос требует вычислений, а количество запросов растёт экспоненциально. Если обучение — это «строительство завода», то инференс — это «работа завода», и именно работа, а не строительство, определяет долгосрочное энергопотребление.

Именно поэтому дата-центры становятся новыми заводами — не в метафорическом, а в буквальном смысле: они потребляют энергию, выделяют тепло, требуют охлаждения, занимают землю, создают нагрузку на энергосети. И именно поэтому энергетический предел традиционных чипов становится главным ограничением для ИИ. Кремниевые транзисторы приближаются к физическому пределу: чем меньше транзистор, тем больше утечка тока, тем больше тепла, тем сложнее охлаждать. Мы упёрлись в «энергетическую стену» — ситуацию, в которой дальнейшее увеличение вычислительной мощности требует непропорционально большего количества энергии, а значит, и денег, и инфраструктуры, и времени.

И здесь начинается самое интересное. Потому что если энергия становится узким местом, то тот, кто решит энергетическую проблему, решит проблему вычислений. А тот, кто решит проблему вычислений, получит контроль над новой экономикой.

Почему свет стал новым углём

Первое, что приходит в голову, когда речь заходит об энергоэффективных вычислениях, — это оптимизация: лучшие чипы, лучшее охлаждение, лучшее программное обеспечение. Но оптимизация имеет фундаментальный предел: она не меняет физику. Кремниевые транзисторы всё равно греются, электроны всё равно теряют энергию на сопротивление, тепло всё равно нужно отводить. И именно поэтому внимание смещается к принципиально иным архитектурам — к тем, которые не оптимизируют старую физику, а заменяют её новой.

Оптические вычисления — самый яркий пример. Вместо того чтобы гонять электроны по проводам и тратить энергию на сопротивление, оптические системы гоняют фотоны по волноводам — и фотоны не имеют заряда, не взаимодействуют друг с другом, не греются от сопротивления. Матричное умножение, которое в электронных чипах требует тысяч транзисторов и миллиардов переключений, в оптической системе выполняется за счёт распространения света: свет проходит через набор оптических элементов, и результат интерференции уже содержит ответ. Это не «более быстрый транзистор», а другая физика вычислений.

Именно поэтому оптические вычисления рассматриваются как способ обойти энергетическую стену. Фотонное ядро, изготовленное по нормам 90—45 нм, может выполнять матричные умножения со скоростью распространения света, потребляя на порядки меньше энергии, чем электронные GPU. И хотя оптические системы уступают электронным в точности (аналоговые вычисления страдают от шума, потерь и теплового дрейфа), для целого класса задач — инференс нейросетей, обработка изображений, оптимизация — этой точности достаточно, а энергоэффективность оказывается решающим преимуществом.

Именно так свет становится новым углём: не потому, что он «лучше» электронов, а потому, что он позволяет делать то, что электроны делать не могут — вычислять с энергией, которая не упирается в предел. И тот, кто первым построит масштабируемую оптическую вычислительную инфраструктуру, получит то же преимущество, которое получали те, кто первым строил угольные шахты и нефтепроводы: контроль над условиями, в которых работает вся остальная экономика.

Дата-центр как новый завод

Если вычисления становятся первичным источником силы, то дата-центр становится новым заводом — и это не просто аналогия, а описание нового индустриального ландшафта. Завод XIX века перерабатывал сырьё в товары; дата-центр XXI века перерабатывает данные в решения. Завод требовал угля, воды и рабочей силы; дата-центр требует электричества, охлаждения и инженеров. Завод загрязнял воздух; дата-центр нагревает атмосферу и потребляет воду. И, как завод, дата-центр не может быть маленьким: экономия на масштабе требует концентрации, а концентрация требует инфраструктуры.

Именно поэтому дата-центры становятся точками притяжения новой экономики: вокруг них строятся энергосети, прокладываются линии электропередач, создаются рабочие места, формируются налоговые поступления. И именно поэтому страны и регионы начинают конку-

рировать за дата-центры так же, как раньше конкурировали за заводы: они предлагают льготы, землю, электричество, воду, разрешения. Но у этой конкуренции есть тёмная сторона: дата-центры потребляют огромное количество энергии и воды, создают нагрузку на местные сети, повышают цены на электричество для жителей и часто не создают столько рабочих мест, сколько создавали заводы. Это новая форма «ресурсного проклятия»: регион получает инфраструктуру, но платит за неё энергией, водой и экологией, а выгоды уходят к тем, кто владеет алгоритмами.

Именно поэтому в кибернomике возникает новый класс конфликтов: конфликты за энергию, за воду, за землю, за охлаждение — между дата-центрами и местными сообществами, между вычислительными кластерами и сельским хозяйством, между «цифровой» и «физической» экономикой. И эти конфликты не являются временными; они структурны, потому что вычисления становятся всё более прожорливыми, а ресурсы — всё более ограниченными.

От централизованных облаков к распределённому краю

Но энергетический предел имеет и обратную сторону: он подталкивает вычисления к децентрализации. Если централизованные дата-центры упираются в энергию, охлаждение и инфраструктуру, то распределённые вычисления на краю сети (edge computing) становятся всё более привлекательными. Вместо того чтобы отправлять все данные в облако и ждать ответа, вычисления выполняются рядом с источником данных — на устройстве, на датчике, на локальном сервере. Это снижает задержку, снижает нагрузку на сеть, снижает энергопотребление на передачу данных — и, что важно, снижает зависимость от централизованной инфраструктуры.

Эта децентрализация имеет политическое измерение, которое нельзя игнорировать. Централизованные облака контролируются несколькими корпорациями, которые определяют, кто получает доступ, на каких условиях и по какой цене. Распределённые вычисления на краю размывают этот контроль: если вычисления могут выполняться локально, то зависимость от центрального облака падает, а вместе с ней падает и власть тех, кто это облако контролирует. Именно поэтому — это не просто технический тренд, а политическая программа, которая перераспределяет власть от центра к периферии.

Но у децентрализации есть свои издержки: она сложнее в управлении, труднее в обеспечении безопасности, менее эффективна с точки зрения экономии на масштабе. И именно поэтому будущее — не в чистой централизации и не в чистой децентрализации, а в гибридных архитектурах, где централизованные облака выполняют тяжёлые задачи (обучение моделей, хранение данных), а распределённые устройства выполняют лёгкие задачи (инференс, обработка сенсоров, локальные решения). Это полицентричное управление вычислениями — та же логика, которую Остром описывала для общих ресурсов, только применённая к вычислительной инфраструктуре.

Энергия как политика

Если энергия становится новым углём, то она становится и новой политикой. Это означает, что борьба за вычислительные мощности перестаёт быть технической и становится геополитической. Страны, которые контролируют энергию, контролируют вычисления; страны, которые контролируют вычисления, контролируют ИИ; страны, которые контролируют ИИ, контролируют будущее. Именно поэтому мы видим новую гонку вооружений — не за территории, а за энергетическую и вычислительную инфраструктуру.

Эта гонка имеет несколько измерений. Первое — это доступ к дешёвой энергии: страны с избытком гидроэнергии, газа или возобновляемых источников получают преимущество, потому что могут предложить дата-центрам низкие цены. Второе — это доступ к передовым чипам: страны, которые контролируют производство полупроводников, контролируют узкое место всей вычислительной цепочки. Третье — это доступ к редкоземельным металлам: литий, кобальт, медь, галлий — всё это необходимо для производства чипов и охлаждения, и всё это

сконцентрировано в немногих регионах мира. И четвёртое — это доступ к стандартам: тот, кто задаёт стандарты вычислений, задаёт правила, по которым работает вся остальная экономика.

Именно поэтому энергия становится новым полем геополитической борьбы, а вычислительная инфраструктура — новым стратегическим активом. И именно поэтому киберномика не может быть понята без понимания энергетической политики: кто контролирует энергию, тот контролирует вычисления; кто контролирует вычисления, тот контролирует протоколы; кто контролирует протоколы, тот контролирует распределение благ в новой экономике.

Оптические вычисления и российский контекст

Особый интерес представляет российский контекст, потому что он показывает, как энергетический предел и геополитические ограничения переплетаются. Россия ограничена в доступе к передовым литографическим нормам (3—6 нм), а значит, не может конкурировать с мировыми лидерами в производстве традиционных электронных чипов. Но оптические вычисления предлагают обходной путь: фотонное ядро, изготовленное по нормам 90—45 нм, может выполнять инференс нейросетей, обработку сигналов и задачи оптимизации, работая в гибридной сборке с электронной памятью и контроллерами. Разработчики оценивают потенциальное преимущество в энергоэффективности более чем в десять раз по сравнению с традиционными GPU, и ожидают выхода полноценных модулей на рынок в 2028—2029 годах.

Это не просто технологическая стратегия; это стратегия энергетической независимости. Если вычисления становятся первичным источником силы, а энергия — новым углём, то страна, которая может производить вычисления с меньшим энергопотреблением, получает структурное преимущество, которое не зависит от доступа к передовой литографии. Именно поэтому оптические вычисления в России — это не нишевый проект, а элемент большой стратегии: обойти энергетическую стену там, где нельзя обойти литографический предел.

И этот пример показывает общий принцип киберномики: когда старый путь блокирован, новые архитектуры становятся не роскошью, а необходимостью. Оптические вычисления, распределённый край, специализированные ускорители — всё это не «альтернативы» традиционным GPU, а ответы на структурные ограничения, которые делают старый путь невозможным. И именно в этих ответах рождается новая экономика — не потому, что кто-то «выбрал» оптику, а потому, что энергетическая стена не оставила выбора.

Что мы узнали в этой главе

Вычислительная мощность стала первичным источником силы новой экономики, а электричество — новым углём, без которого не работает ни одна модель, не обучается ни одна сеть, не принимается ни одно решение агента. Дата-центр стал новым заводом, потребляющим энергию, воду и землю, и конкуренция за дата-центры стала новой формой конкуренции за ресурсы. Энергетический предел традиционных чипов стал главным ограничением для ИИ, и именно поэтому внимание смещается к принципиально иным архитектурам — оптическим вычислениям, распределённому краю, специализированным ускорителям.

Из этого следуют три вывода. Первый: тот, кто решит энергетическую проблему, решит проблему вычислений, — а значит, получит контроль над условиями, в которых работает вся остальная экономика. Второй: энергия становится новой политикой, и борьба за вычислительные мощности перестаёт быть технической и становится геополитической. Третий: когда старый путь блокирован (литографией, энергией, санкциями), новые архитектуры становятся не роскошью, а необходимостью, — и именно в этих ответах рождается новая экономика.

В следующей главе мы разберём свет вместо электричества — как оптические вычисления выполняют матричные умножения со скоростью распространения света, почему фотонное ядро может конкурировать с электронными GPU там, где важна не точность, а параллелизм, и как гибридные архитектуры разделяют труд между светом и электроникой.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ

Свет вместо электричества

Комната, в которой ничего не греется

Представьте себе вычислительный зал, в котором нет гула вентиляторов. Не потому, что вентиляторы выключены, а потому, что их нет. Представьте стойки, которые не выделяют тепла, — не потому, что охлаждение работает идеально, а потому, что греться нечему. Представьте инженера, который открывает дверь, входит внутрь, садится рядом с работающей системой и не чувствует жара, который в обычном дата-центре ощущается как в сауне. Эта картина кажется фантастической, потому что мы привыкли: вычисления — это тепло, это вентиляторы, это кондиционеры, это счета за электричество. Но в оптическом вычислителе тепло не является неизбежным побочным продуктом — потому что там не электроны трутся о решётку, а фотоны летят сквозь стекло.

Это не мелочь. Это — смена физики, и она меняет всё: архитектуру чипов, топологию дата-центров, экономику вычислений и геополитику энергии. Мы привыкли думать, что вычисления — это электроны, текущие по проводам и переключающие транзисторы. Но электроны имеют заряд, они взаимодействуют друг с другом, они рассеиваются на дефектах кристалла, они нагревают провод. Каждое переключение транзистора — это микроскопический акт трения, и миллиарды таких актов в секунду превращаются в тепло, которое нужно отводить. Оптические вычисления заменяют это трение распространением света: фотоны не имеют заряда, не взаимодействуют друг с другом, не рассеиваются на дефектах так, как электроны, и — главное — не греются от сопротивления. Они просто летят. И это меняет саму основу экономики вычислений.

Как свет умножает матрицы

Чтобы понять, почему оптические вычисления вообще возможны, нужно разобраться в одном простом факте: матричное умножение — это операция над массивами чисел, и её можно выполнить не только транзисторами, но и интерференцией. Это звучит абстрактно, но за этим стоит красивая физика.

Представьте себе два луча света. Если они встречаются, они интерферируют: в одних точках усиливают друг друга, в других гасят. Результат интерференции зависит от фазы каждого луча — то есть от того, насколько один луч «опережает» другой. Если вы можете управлять фазой каждого луча, вы можете кодировать числа в фазах и выполнять операции через интерференцию. Умножение двух чисел превращается в сдвиг фазы; сложение — в суперпозицию лучей; а матричное умножение — в прохождение света через массив оптических элементов, каждый из которых задаёт свою фазу.

Именно так работает оптический тензорный движок: свет проходит через набор фазовых модуляторов (или метаповерхностей, или дифракционных слоёв), каждый из которых кодирует часть матрицы, и результат интерференции на выходе уже содержит результат умножения. Никаких транзисторов, никаких переключений, никакого тепла — только свет, проходящий через стекло. И это происходит параллельно: все элементы матрицы обрабатываются одновременно, потому что свет распространяется сразу по всем путям, а не последовательно, как электроны в процессоре.

Именно поэтому оптические вычисления так эффективны для матричных умножений — операций, которые лежат в основе нейросетей. Обучение и инференс больших языковых моделей — это на 90% матричные умножения. И если вы можете выполнять их со скоростью

света и без тепла, вы получаете структурное преимущество, которое не зависит от литографических норм.

Почему точность не главное

Здесь нужно сделать важную оговорку, которую часто упускают. Оптические вычисления — аналоговые, а не цифровые. Это означает, что они страдают от шума, потерь, теплового дрейфа и ограниченного динамического диапазона. Они не могут выполнять точную 64-битную арифметику так, как это делают цифровые процессоры. И именно поэтому многие скептики говорят: «Оптика не заменит электронику, потому что она неточна».

Но это возражение неверно понято. Оно исходит из предположения, что вычисления всегда требуют высокой точности. Но для целого класса задач — и особенно для инференса нейросетей — точность не является главным требованием. Нейросети устойчивы к шуму: они обучены на зашумлённых данных, их веса квантованы, их выходы вероятностны. Если оптический вычислитель даёт результат с точностью 8 бит вместо 32, это не катастрофа, а приемлемый компромисс — особенно если взамен вы получаете энергоэффективность на порядки выше.

Именно поэтому оптические вычисления позиционируются не как «замена GPU вообще», а как специализированные сопроцессоры для конкретных классов задач: матричные умножения в инференсе, обработка изображений, оптимизация, аналоговая обработка сигналов. Они не пытаются делать всё, что делает электроника; они делают то, что электроника делает плохо — параллельные, аналоговые, потоковые операции, — и делают это с энергией, которая не упирается в предел.

Гибридная архитектура: разделение труда между светом и электроникой

Отсюда вытекает ключевой принцип оптических вычислений: это не замена электроники, а разделение труда. Свет берёт на себя параллельные, аналоговые и потоковые операции; электроника — управление, память и точную логику. И именно в этом разделении труда рождается гибридная архитектура, которая может конкурировать с чисто электронными системами.

Представьте себе оптический вычислитель: на входе — электроника, которая кодирует данные в оптические сигналы; в центре — фотонное ядро, которое выполняет матричные умножения через интерференцию; на выходе — снова электроника, которая считывает результат и выполняет финальную обработку. Это не «оптический компьютер», а оптический сопроцессор, который ускоряет узкое место, оставляя всё остальное электронике. И именно такая архитектура оказывается практичной: она не требует переписывать всё программное обеспечение, не требует новых языков программирования, не требует отказа от существующей инфраструктуры. Она просто добавляет оптический слой там, где он даёт максимальный выигрыш.

Именно так работает британская Lumai с её сервером Iris: цифровая часть управляет системой, а оптический тензорный движок выполняет основную арифметику, за счёт распространения света в трёхмерном пространстве. Заявленная энергоэффективность — до 90% меньше энергопотребления по сравнению с GPU-архитектурами, хотя независимого бенчмаркинга пока нет. Система ориентирована на наиболее ресурсоёмкую стадию инференса — prefill, где обрабатываются большие объёмы токенов, — и позиционируется как путь к преодолению «энергетической стены» дата-центров.

Именно так работает и российский проект Сбера — первый в России универсальный оптический вычислитель для задач ИИ, представленный в 2026 году. Он базируется на фотонной интегральной схеме, выполняет более 1 миллиарда операций матричного умножения в секунду (с перспективой до 10 ГГц и выше), потребляет более чем на 30% меньше энергии, чем сопоставимые электронные решения, и почти не выделяет тепла. И, что важно, его производство потенциально проще локализовать в России, чем выпуск традиционной электронной элементной базы, — потому что фотонное ядро можно изготавливать по нормам 90—45 нм, а не 3—6 нм.

Свет как обходной путь

Здесь мы подходим к одному из самых интересных аспектов оптических вычислений: они позволяют обойти литографический предел. Традиционная электроника требует всё более тонких норм — 7 нм, 5 нм, 3 нм, — и каждая новая норма требует всё более сложного, дорогого и геополитически ограниченного оборудования. Оптические вычисления не требуют таких норм: фотонное ядро можно изготавливать по зрелым технологиям, потому что точность определяется не размером транзистора, а качеством оптических элементов — волноводов, фазовых модуляторов, интерферометров. И это меняет правила игры.

Для стран, ограниченных в доступе к передовой литографии (как Россия), это стратегическое преимущество: можно производить конкурентоспособные вычислительные системы, не имея доступа к 3-нм техпроцессу. Для компаний, которые не могут конкурировать с TSMC и Samsung в производстве кремния, это альтернативный путь: можно строить оптические вычислители на зрелых фабриках и конкурировать не за счёт плотности транзисторов, а за счёт архитектуры и энергоэффективности. И для всей отрасли это снижение зависимости от узкого места, которое сегодня контролируется несколькими игроками.

Именно поэтому оптические вычисления — это не просто «ещё одна технология». Это геополитический инструмент, который перераспределяет власть от тех, кто контролирует литографию, к тем, кто контролирует архитектуру. И именно поэтому инвестиции в оптику растут так быстро: не потому, что она «лучше» электроники во всём, а потому, что она открывает путь там, где электроника упирается в стену.

Что даёт оптическая камера

Оптические вычисления — это не только про серверы и дата-центры. Это ещё и про сенсоры, и здесь открывается область, которая может изменить сам способ, которым мы собираем данные.

Представьте себе камеру, в которой вычисления происходят до того, как свет попадёт на сенсор. Дифракционная оптическая нейросеть (D^2NN) — это набор пассивных слоёв, каждый из которых выполняет умножение и нелинейность за счёт дифракции. Свет проходит через эти слои, и на сенсоре уже формируется результат свёртки или классификации. Камера не записывает изображение и не отправляет его в облако для обработки — она сразу выдаёт решение. Это означает, что задержка падает до наносекунд, энергопотребление падает на порядки, а приватность становится архитектурным свойством: если камера не формирует узнаваемое изображение, то утечка сырых данных становится бессмысленной.

Метаоптический фронтенд идёт ещё дальше: массив нанофотонных элементов встраивается прямо в плоскую линзу камеры, и пространственно-зависимые свёртки выполняются во время захвата, до записи на сенсор. В связке с лёгким электронным бэкендом всего на ~2K параметров такая система достигает точности 72,76% на CIFAR-10, обойдя AlexNet, — и при этом она компактна, потому что вычисления встроены в оптику, а не в отдельный громоздкий блок.

Это открывает путь к новому классу устройств: плоским камерам для смартфонов, AR/VR, эндоскопов и встраиваемых сенсоров; камерам для роя дронов, которые отдают не видео, а готовые решения; камерам для промышленного контроля, которые работают в реальном времени без задержки на оцифровку. И во всех этих случаях выигрыш один и тот же: вычисления происходят в свете, а не в кремнии, и именно это даёт скорость, энергоэффективность и приватность.

Ограничения, которые нельзя игнорировать

Но у оптических вычислений есть фундаментальные ограничения, которые нельзя обойти риторикой. И честный разговор о них — это условие того, чтобы не превратить оптику в очередную «технологию спасения», которая не оправдает ожиданий.

Первое ограничение — память. Оптические системы плохо хранят данные. Фотоны не стоят на месте; они летят. Чтобы сохранить результат, нужно преобразовать его в электронный

сигнал и записать в память — а это узкое место, которое вносит задержку и энергозатраты. Именно поэтому оптические вычисления эффективны для потоковых задач, где данные не нужно хранить, а нужно быстро обработать.

Второе ограничение — преобразование сигналов. Каждый раз, когда свет превращается в электроны и обратно (E/O и O/E), вы платите энергией и временем. И это преобразование — самое энергоёмкое место в системе. Именно поэтому оптические вычисления имеют смысл только там, где объём вычислений достаточно велик, чтобы окупить преобразование, — иначе выигрыш съедается на границе.

Третье ограничение — точность. Аналоговые вычисления страдают от шума, потерь, теплового дрейфа и ограниченного динамического диапазона. Для задач, требующих высокой битовой точности, оптика проигрывает. Именно поэтому она позиционируется как специализированный сопроцессор, а не универсальная замена.

Четвёртое ограничение — сложность изготовления. Метаоптика и многослойные D^2NN требуют прецизионной нанолитографии; LC- и DMD-системы проще в сборке, но уступают в плотности вычислений. И это означает, что не все оптические архитектуры одинаково зрелы: одни уже коммерциализируются, другие остаются лабораторными.

Свет как метафора и как реальность

Есть в оптических вычислениях что-то, что выходит за пределы инженерии. Свет — это древнейшая метафора познания: «пролить свет», «свет разума», «просвещение». И то, что вычисления возвращаются к свету — не к электронам, а к фотонам, — имеет символическое измерение, которое нельзя игнорировать.

Барлоу представлял киберпространство как «новую обитель Разума», где информация свободна и бесплотна. Оптические вычисления — это материализация этой метафоры: информация действительно передаётся светом, действительно не греется, действительно не имеет массы. Но за этой метафорой скрывается реальность, которую нельзя упускать: свет всё равно требует источника, всё равно требует волноводов, всё равно требует детекторов, всё равно требует энергии — пусть и меньшей. Свет не отменяет материю; он перераспределяет её.

И именно в этом — урок для киберномики. Оптические вычисления не отменяют энергетическую стену; они обходят её, перенося нагрузку с электронов на фотоны. Но обход — это не отмена. Энергия всё равно нужна; инфраструктура всё равно нужна; материалы всё равно нужны. И тот, кто думает, что оптика «решает проблему энергии», повторяет ту же ошибку, что и те, кто думал, что интернет «решает проблему информации». Проблема не решается — она смещается. И именно в этом смещении — вся суть киберномики.

Что мы узнали в этой главе

Оптические вычисления заменяют трение электронов распространением света, и это меняет саму физику вычислений: матричные умножения выполняются через интерференцию, параллельно, без тепла, со скоростью света. Это не «более быстрый транзистор», а другая архитектура, которая даёт структурное преимущество там, где важна не точность, а параллелизм и энергоэффективность. Оптические вычисления не заменяют электронику, а разделяют с ней труд: свет берёт на себя параллельные, аналоговые и потоковые операции, электроника — управление, память и точную логику.

Из этого следуют три вывода. Первый: оптика позволяет обойти литографический предел, потому что фотонное ядро можно изготавливать по зрелым нормам, — и это меняет геополитику вычислений, перераспределяя власть от тех, кто контролирует литографию, к тем, кто контролирует архитектуру. Второй: оптика открывает путь к новому классу сенсоров, где вычисления происходят до сенсора, — и это даёт скорость, энергоэффективность и приватность, которые недостижимы для цифровых камер. Третий: оптика не отменяет энергетическую стену, а смещает её, — и именно в этом смещении проявляется главный закон киберномики: проблема не решается, она перераспределяется.

В следующей главе мы разберём квантовый предел и постквантовый щит — почему квантовые вычисления перестают быть лабораторной экзотикой и становятся инженерной дорожной картой; как отказоустойчивые квантовые компьютеры обещают взломать современную криптографию; почему решётчатая криптография становится новым стандартом защиты; и как гонка между квантовым взломом и постквантовой защитой создаёт новый класс экономических рисков и новых благ.

ГЛАВА ВОСЬМАЯ

Квантовый предел и постквантовый щит

День, у которого есть имя

У большинства технологических угроз нет запоминающейся даты. Изменение климата наступает постепенно, автоматизация вытесняет профессии волнами, утечки данных происходят постоянно. Но у квантовой угрозы есть точка сингулярности, момент, когда вся архитектура цифрового доверия, выстроенная за три десятилетия, обрушится в один миг. Этот момент называют «днём Q» (Quantum Day). Это гипотетическая дата, когда квантовый компьютер сможет взломать широко распространённые схемы шифрования — RSA и криптографию на эллиптических кривых (ECC), — которые защищают банковские транзакции, цифровые подписи, защищённые мессенджеры, блокчейны и практически всё, что мы считаем «безопасным» в цифровом мире.

Долгое время «день Q» казался чем-то из отдалённого будущего, сродни термоядерному синтезу: вечно через двадцать лет. Но в 2026 году ситуация изменилась. Google опубликовал официальный прогноз, согласно которому квантово нестойкие шифры могут быть взломаны уже в 2029 году. Это не просто уточнение сроков; это смена горизонта планирования для всей экономики. Если у вас есть всего три года на то, чтобы перевести всю критическую инфраструктуру на постквантовые рельсы, вы не можете позволить себе роскошь «постепенного перехода». Вы должны действовать сейчас.

Именно поэтому квантовые вычисления перестают быть академической экзотикой и становятся инженерной и экономической необходимостью. Это не вопрос «когда-нибудь потом»; это вопрос следующего десятилетия, и от того, как экономика ответит на этот вызов, зависит, кто будет контролировать доверие в киберномике.

Арифметика угрозы: почему 10 000 кубитов меняют всё

Чтобы понять, почему квантовая угроза стала реальной, нужно разобраться в арифметике, которая стоит за «днём Q». Долгое время считалось, что для взлома RSA-2048 потребуются десятки миллионов физических кубитов. Затем оценка упала до миллиона. Год назад — до 100 000. А в феврале 2026 года стартап Oratomic предложил архитектуру, которая, по его расчётам, может взломать RSA-2048 с помощью 10 000 физических кубитов (правда, за 120 лет) или ECC-256 за три года.

Google, в свою очередь, оценил, что компьютер с 500 000 физических кубитов на сверхпроводящих схемах сможет решить задачу ECC-256 за 18 минут — и, возможно, даже быстрее. Для сравнения: текущий флагманский процессор Google Willow имеет всего 105 физических кубитов. Разрыв огромен, но тренд очевиден: требуемое количество кубитов падает, а реальные системы растут.

И здесь кроется ключевой экономический момент. Квантовая угроза — это не бинарное состояние «есть/нет». Это спектр, где стоимость взлома падает, а скорость растёт. И как только стоимость взлома становится ниже стоимости защиты, равновесие ломается. Именно поэтому «день Q» — это не одна дата, а порог, за которым вся экономика доверия переходит в другое состояние.

Прогресс, который нельзя игнорировать: логические кубиты и коррекция ошибок

Но квантовые вычисления — это не только угроза. Это ещё и инженерный прогресс, который делает угрозу возможной. И этот прогресс измеряется не в физических кубитах, а в логических кубитах — кубитах, которые защищены от ошибок с помощью квантовой коррек-

ции. Именно логические кубиты являются строительными блоками для реальных вычислений, и именно их количество и качество определяют, когда «день Q» наступит.

В 2025—2026 годах произошёл качественный сдвиг. Quantinuum на своей системе Helios (98 физических кубитов) продемонстрировала 48 логических кубитов с коэффициентом кодирования 2:1 — лучшим соотношением в индустрии. А в октябре 2026 года компания объявила о рекордной логической точности 99,9995%, что означает примерно пять логических ошибок на миллион операций. Это в десять раз лучше предыдущего рекорда и в сто раз лучше лучших опубликованных результатов других аппаратных платформ.

Другие игроки не отстают. QuEra продемонстрировала 96 логических кубитов из 448 атомов, используя высокоскоростные коды, — текущий мировой рекорд по проверенным логическим кубитам. IonQ достигла 48 логических кубитов с тем же коэффициентом 2:1. Atom Computing удерживает более 1200 физических кубитов. А IBM, хотя и фокусируется на физических кубитах (Heron R3 на 156 кубитов, Nighthawk на 120 программируемых кубитов), строит дорожную карту к 200 логическим кубитам в системе Starling к 2029 году.

Этот прогресс имеет прямое экономическое следствие: он сокращает время до «дня Q». Каждый рекорд по логическим кубитам — это шаг к порогу, за которым квантовый взлом становится практичным. И именно поэтому постквантовая криптография перестаёт быть «страховкой на будущее» и становится срочной необходимостью.

Постквантовый щит: стандарты, которые уже написаны

Хорошая новость в том, что щит уже существует. В августе 2024 года Национальный институт стандартов и технологий США (NIST) опубликовал первые три постквантовых криптографических стандарта: CRYSTALS-Kyber (ML-KEM) для инкапсуляции ключей, а также CRYSTALS-Dilithium (ML-DSA) и SPHINCS+ (SLH-DSA) для цифровых подписей. В 2025 году NIST завершил четвёртый раунд отбора и выбрал HQC в качестве дополнительного алгоритма для установления ключей, чтобы диверсифицировать портфель и не полагаться на единственное математическое основание.

Эти стандарты важны не только технически, но и экономически. Как только стандарты опубликованы, они становятся координационным механизмом: производители оборудования, разработчики программного обеспечения и регуляторы могут ссылаться на один и тот же набор алгоритмов, снижая неопределённость и транзакционные издержки перехода. Именно поэтому NIST-стандарты стали отправной точкой для постквантового перехода во всём мире, даже за пределами США.

Большинство постквантовых схем основаны на криптографии на решётках — математических задачах, которые, как считается, устойчивы к квантовым атакам. Это не единственное семейство (есть также коды, хеш-функции, многомерные системы), но именно решётки доминируют в стандартах, потому что они предлагают хороший баланс между безопасностью, размером ключей и производительностью.

Россия и постквантовый суверенитет

В России постквантовая криптография развивается не только как академическая тема, но и как инструмент суверенитета. Учёные ВШЭ совместно со Сбером разработали постквантовую кольцевую подпись на основе NTRU-решёток, которая позволяет участнику подписать сообщение от имени группы, не раскрывая, кто именно подписал, — и при этом сохраняет возможность «связать» две подписи одного участника для предотвращения двойных трат. Это не абстрактная математика; это инфраструктура для блокчейн-систем и банковского сектора, которая должна быть совместима с реальными требованиями и устойчива к квантовому противнику.

Существует и отечественная схема электронной подписи «Крыжовник», также основанная на решётках. Исследования показывают, что решётчатые схемы уступают классическим по скорости выполнения, — и это принципиальный компромисс: вы платите производитель-

ностью за квантовую стойкость. Этот компромисс имеет экономическое измерение: переход на постквантовые схемы требует инвестиций в аппаратное ускорение, потому что решётчатые операции тяжелее классических.

Таким образом, постквантовый щит — это не просто «замена алгоритмов». Это перестройка инфраструктуры доверия, которая требует новых чипов, нового программного обеспечения, новых стандартов и новых навыков. И страны, которые сделают это первыми, получат структурное преимущество в киберномике: они смогут предложить «квантово-безопасное доверие» как благо, которое становится всё более дефицитным.

«Сохрани сейчас — расшифруй позже»: угроза, которая уже реализуется

Самое коварное в квантовой угрозе то, что она не ждёт «дня Q». Атака «сохрани сейчас — расшифруй позже» (harvest now, decrypt later) работает уже сегодня: противник перехватывает и сохраняет зашифрованные данные, а когда появится достаточно мощный квантовый компьютер, расшифровывает их задним числом. Это означает, что данные, которые вы передаёте сегодня и считаете «защищёнными», могут быть уже скомпрометированы — просто вы об этом ещё не знаете.

Для киберномики это имеет глубокие последствия. Доверие к системе зависит не только от того, защищена ли она сейчас, но и от того, будет ли она защищена в будущем. Если данные, переданные сегодня, могут быть расшифрованы через десять лет, то срок жизни доверия сокращается до горизонта квантовой угрозы. И это меняет экономику безопасности: вы не можете просто «подождать и посмотреть»; вы должны действовать до того, как угроза станет очевидной.

Именно поэтому Google приблизил свой прогноз «дня Q» до 2029 года и планирует реализовать поддержку постквантовых алгоритмов в Android 17 уже к июню 2026 года. Это не паника, а рациональная реакция на сдвиг горизонта: если «день Q» может наступить через три года, а переход инфраструктуры занимает пять, вы уже опаздываете.

Экономика квантовой гонки: кто платит и кто получает

Квантовая гонка — это не только технологическое соревнование, но и экономический конфликт с чёткими выигрышами и проигрышами.

Проигрывают те, кто полагается на классическую криптографию и не инвестирует в переход. Банки, телеком-операторы, облачные провайдеры, производители IoT-устройств — все они сталкиваются с необходимостью заменить криптографические примитивы в инфраструктуре, которая часто проектировалась без учёта возможности их замены. Это огромные затраты, которые не создают новой ценности, а лишь сохраняют существующую.

Выигрывают те, кто производит постквантовые решения: разработчики решётчатых схем, производители аппаратных ускорителей для постквантовых операций, компании, предлагающие «квантово-безопасные» облачные сервисы, аудиторы постквантовой миграции. Возникает новый класс благ — «квантово-безопасное доверие», — и те, кто может его предоставить, получают ренту, потому что спрос на него растёт быстрее предложения.

Но есть и третья категория: те, кто может обойти гонку. Если вы контролируете стандарты постквантовой криптографии, вы контролируете условия, на которых другие будут обеспечивать свою безопасность. Именно поэтому борьба за стандарты — это не техническая дискуссия, а политическая битва за власть в киберномике.

Квантовый предел как метафора

Есть в квантовой угрозе что-то, что выходит за пределы технологии. Квантовый компьютер — это машина, которая работает по другим законам, чем классический. Он не просто «быстрее»; он принципиально иной. И именно эта инаковость делает его одновременно и угрозой, и метафорой.

Классическая криптография основана на вычислительной сложности: задача факторизации или дискретного логарифмирования считается трудной, потому что классический ком-

пьютер не может решить её за разумное время. Квантовый компьютер меняет само понятие «разумное время», потому что он решает задачу не перебором, а суперпозицией и интерференцией. Это не ускорение старого метода, а замена самой логики вычислений.

Именно поэтому квантовая угроза так тревожит экономистов. Она напоминает, что доверие в киберномике основано на предположениях о сложности, а эти предположения могут быть опровергнуты не постепенно, а внезапно. Квантовый предел — это не стена, в которую мы упрёмся; это порог, за которым правила меняются.

И постквантовый щит — это не просто «заплатка». Это признание того, что доверие должно быть перестроено на новых основаниях, которые не зависят от вычислительной сложности, уязвимой для квантовых атак. Это переход от «доверия, основанного на трудности» к «доверию, основанному на математической стойкости» — и этот переход имеет экономическую цену, которую кто-то должен заплатить.

Что мы узнали в этой главе

Квантовые вычисления перестают быть лабораторной экзотикой и становятся инженерной дорожной картой: логические кубиты растут, коррекция ошибок улучшается, а оценки ресурсов для взлома криптографии падают быстрее, чем ожидалось. «День Q» — момент, когда квантовый компьютер взломает RSA и ECC, — может наступить уже в 2029 году, и атака «сохрани сейчас — расшифруй позже» означает, что угроза уже реализуется.

Из этого следуют три вывода. Первый: постквантовый щит уже существует в виде стандартов NIST (ML-KEM, ML-DSA, SLH-DSA, HQC) и национальных разработок (например, российских решётчатых схем), но его внедрение требует перестройки инфраструктуры доверия — с новыми чипами, программным обеспечением и навыками. Второй: квантовая гонка создаёт новый класс благ — «квантово-безопасное доверие» — и новый класс рисков, которые распределяются неравномерно между теми, кто производит защиту, и теми, кто её потребляет. Третий: квантовый предел — это метафора для киберномики в целом: доверие, основанное на предположениях о сложности, может быть опровергнуто внезапно, и поэтому устойчивая система должна строиться на разнообразии оснований и способности к быстрой замене криптографических примитивов.

В следующей главе мы разберём физический ИИ и мировые модели — почему следующий шаг после больших языковых моделей — это не текст, а поведение физического мира; как «мировые модели» позволяют ИИ строить общее понимание среды и предсказывать, планировать, взаимодействовать; и как агенты перестают быть только программными и получают физические исполнительные органы.

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ

Физический ИИ и мировые модели

Ребёнок, который не знает, что стакан падает

Представьте себе ребёнка, который никогда не видел, как падает стакан. Он знает слово «стакан», он может описать его форму, он может даже нарисовать его на бумаге — но он не знает, что произойдёт, если стакан отпустить. Он не знает, что стекло разобьётся, что осколки разлетятся, что вода разольётся, что звук будет резким, а пол станет скользким. Он знает описание стакана, но не знает поведения стакана. И именно этого знания не хватает современным большим языковым моделям.

Это может показаться странным: разве модель, обученная на миллиардах текстов, не «знает» физику? В конце концов, в текстах написано, что стаканы падают, что гравитация притягивает тела, что жидкости разливаются. Но знать описание — не то же самое, что знать поведение. Модель может написать эссе о гравитации, но она не может предсказать, как именно упадёт конкретный стакан в конкретной комнате с конкретным полом и конкретной жидкостью. Она знает закон, но не знает реализацию. Она знает теорию, но не знает практику.

Именно этот разрыв — между описанием и поведением, между законом и реализацией, между текстом и миром — и является предметом физического ИИ. Это не «роботы», не «дроны», не «автономные автомобили» в узком смысле. Это следующий шаг после больших языковых моделей: переход от обработки текста к пониманию физического мира — его геометрии, его динамики, его причинно-следственных связей. И именно этот переход определяет, смогут ли агенты действовать в реальности так же эффективно, как они действуют в тексте.

Мир как модель, а не как текст

Ключевая концепция физического ИИ — это «мировая модель» (world model). Это не «база данных фактов о мире», а внутреннее представление, которое позволяет системе предсказывать последствия действий и планировать в условиях неопределённости. Мировая модель — это то, что позволяет вам закрыть глаза и представить, что произойдёт, если вы переставите мебель в комнате, не вставая с дивана. Это то, что позволяет вам поймать мяч, не вычисляя траекторию по формулам. Это то, что позволяет вам действовать в мире, а не просто описывать его.

Современные большие языковые модели обучены на тексте, который является сжатым и искажённым описанием мира. Текст не содержит информации о том, как падает стакан; он содержит информацию о том, как люди описывают падение стакана. Это принципиальное различие. Мировая модель, напротив, должна быть обучена на сенсорных данных — видео, аудио, тактильных ощущениях, данных лидаров и радаров, — которые содержат информацию о поведении мира, а не только о его описании.

Именно поэтому физический ИИ требует новых архитектур, которые могут обрабатывать мультимодальные данные в реальном времени и строить пространственно-временные представления, а не просто последовательности токенов. И именно поэтому «мировые модели» становятся главным направлением исследований: они обещают общее понимание физической среды, которое позволяет агенту предсказывать, планировать и взаимодействовать — а не просто генерировать текст.

Почему это меняет экономику

Переход от текста к физическому миру имеет глубокие экономические последствия, которые выходят далеко за пределы «робототехники». Речь идёт о смене того, что именно агенты могут делать — а значит, и о смене того, какие задачи можно делегировать.

До сих пор агенты могли выполнять информационные задачи: искать, сравнивать, суммировать, писать, отвечать, рекомендовать. Это уже изменило экономику контента, медиа, обслуживания клиентов. Но агенты не могли выполнять физические задачи: они не могли собрать мебель, приготовить еду, починить кран, доставить посылку, убрать комнату, собрать урожай. Физический ИИ открывает этот класс задач — и это означает, что делегирование распространяется из цифрового мира в физический.

Это не просто «роботы заменят рабочих». Это переопределение того, что такое работа в физическом мире. Если агент может видеть, понимать и действовать в физической среде, то он может выполнять задачи, которые раньше требовали человеческого присутствия. И это создаёт новый класс благ — «физическую агентность», — который становится дефицитным ресурсом в киберномике.

Где мы находимся сегодня: от демонстраций к реальности

В 2026 году физический ИИ перестал быть лабораторной демонстрацией и стал инженерной реальностью. По оценкам Gartner, к 2030 году более 23 миллионов дронов будут использоваться ежедневно в коммерческих целях, а доменно-специфический и физический ИИ потеснит универсальные модели в промышленности. Это не прогноз на отдалённое будущее; это описание того, что уже происходит.

Ключевой сдвиг состоит в том, что физический ИИ перестаёт быть «универсальным» и становится «доменно-специфическим». Универсальная модель, которая умеет всё, — это мечта, которая разбивается о реальность: физический мир слишком разнообразен, слишком сложен, слишком требователен к точности, чтобы одна модель могла справиться со всем. Вместо этого появляются специализированные модели для конкретных доменов: одна для манипуляции объектами на конвейере, другая для навигации в помещении, третья для сельскохозяйственных работ, четвёртая для медицинских процедур. И именно эта специализация делает физический ИИ практичным — потому что она позволяет достичь точности, которая недостижима для универсальных моделей.

Мировые модели как новый класс благ

Из этого вытекает важное экономическое следствие: мировые модели становятся новым классом благ. Это не просто «программное обеспечение»; это инфраструктура, которая позволяет агентам действовать в физическом мире. И, как любая инфраструктура, она имеет сетевые эффекты: чем больше агентов используют одну мировую модель, тем больше данных она собирает, тем точнее становится, тем ценнее для новых агентов. Это создаёт барьеры для входа, которые могут быть даже выше, чем в случае с языковыми моделями, потому что физические данные сложнее собирать, дороже хранить и труднее обрабатывать.

Именно поэтому борьба за мировые модели становится новым полем конкуренции. Кто контролирует мировую модель, контролирует условия, на которых агенты могут действовать в физическом мире. Это не просто «ещё один рынок»; это инфраструктура власти в киберномике, потому что она определяет, кто может делегировать физические задачи и на каких условиях.

Агент с телом: от программного к физическому

До сих пор агенты были программными сущностями: они жили в облаке, они обрабатывали текст, они принимали решения, но они не могли действовать в физическом мире напрямую. Физический ИИ даёт им тело — или, точнее, исполнительные органы: роботов, дронов, манипуляторы, автономные транспортные средства. И это меняет саму природу агентности.

Программный агент может ошибаться безопасно: если он дал неверную рекомендацию, вы можете её проигнорировать; если он неправильно суммировал текст, вы можете перепроверить. Физический агент ошибается опасно: если он неправильно понял команду, он может уронить стакан, столкнуться с человеком, повредить оборудование, создать аварию. Именно поэтому физический ИИ требует новых механизмов безопасности, которые не сводятся к

«фильтрам» или «ограничениям»; они требуют встроенных механизмов отказа, физических ограничителей и человеческого надзора в тех случаях, где ошибка может иметь необратимые последствия.

Именно здесь возникает один из главных вопросов киберномики: кто отвечает, когда ошибается физический агент? Программный агент можно «откатить»; физический агент — нет. Разбитый стакан нельзя «отменить»; травму нельзя «откатить»; аварию нельзя «перезапустить». И это означает, что физический ИИ требует новой архитектуры ответственности, которая включает не только код, но и страхование, аудит, сертификацию и разрешение споров.

Физический ИИ и энергия: смыкание с главой о свете

Здесь стоит вернуться к теме, которую мы обсуждали в предыдущих главах, — к энергии. Физический ИИ требует вычислений в реальном времени — и это означает, что он не может полагаться на облако. Задержка сети, даже в несколько миллисекунд, может быть фатальной для дрона, который уклоняется от препятствия, или для манипулятора, который собирает хрупкий объект. Именно поэтому физический ИИ смещает вычисления на край — на устройство, на робота, на сенсор. И это смыкается с тем, что мы говорили о распределённом крае: физический ИИ — это главный драйвер edge computing, потому что он требует локальных вычислений с минимальной задержкой.

Но локальные вычисления имеют энергетический предел: робот не может нести с собой дата-центр. Именно поэтому физический ИИ критически зависит от энергоэффективных архитектур — и именно здесь оптические вычисления, специализированные ускорители и нейроморфные чипы становятся не роскошью, а необходимостью. Физический агент, который потребляет слишком много энергии, не может работать автономно; он должен либо нести тяжёлую батарею, либо быть привязан к розетке. И то и другое ограничивает его агентность.

Именно поэтому энергия и вычисления смыкаются в физическом ИИ: чтобы действовать в мире, агенту нужно понимать мир (мировая модель), принимать решения (инференс) и делать это с энергией, которая не упирается в предел (оптика, edge, специализированные чипы). И именно это смыкание делает физический ИИ инфраструктурным проектом, а не просто «ещё одной технологией».

Физический ИИ и труд: переопределение, а не замена

Есть искушение интерпретировать физический ИИ как «замену рабочих». Но это слишком простое прочтение. Физический ИИ не заменяет труд целиком; он переопределяет, какие задачи требуют человека, а какие — нет. И это переопределение имеет экономические последствия, которые не сводятся к «безработице».

Физический ИИ лучше всего справляется с задачами, которые повторяемы, предсказуемы и опасны для человека: сборка на конвейере, уборка помещений, доставка посылок, инспекция инфраструктуры, работа в опасных средах. Он хуже справляется с задачами, которые требуют гибкости, суждения и человеческого контакта: уход за детьми, обучение, медицина, ремонт в нестандартных условиях. Это означает, что физический ИИ смещает спрос на труд от рутинных физических задач к задачам, которые требуют человеческого суждения — и именно это смыкается с тем, что мы говорили о смещённом дефиците: дефицитом становится не физический труд, а суждение, гибкость и ответственность.

Но есть и тёмная сторона: физический ИИ может усилить неравенство, потому что выгоды от автоматизации достаются тем, кто владеет мировыми моделями и роботами, а издержки — тем, чей труд становится избыточным. И это создаёт политическое напряжение, которое нельзя игнорировать: если физический ИИ не сопровождается перераспределением выгод, он может привести к концентрации богатства, которая подорвёт социальную стабильность.

Мировые модели и вопрос понимания

Здесь стоит сделать философскую паузу. Мировые модели обещают понимание физического мира, но что именно они понимают? Они строят статистические представления о том, как мир ведёт себя, но они не переживают мир. Они не знают, что такое боль, тяжесть, усталость, страх. Они знают паттерны, но не знают опыт.

Это различие имеет эпистемологическое измеренение, которое мы обсуждали в главе о знании. Мировая модель может предсказать, что стакан упадёт, но она не понимает, почему это важно. Она может планировать, как собрать мебель, но она не понимает, зачем это нужно. Она может действовать в мире, но она не живёт в нём.

Именно поэтому физический ИИ не заменяет человеческое понимание; он дополняет его. Он берёт на себя рутинные аспекты взаимодействия с миром, оставляя человеку смысл и ценность. И именно в этом разделении труда — между поведением и пониманием, между действием и смыслом — и заключается главный вызов киберномики: сохранить человеческое суждение в мире, где всё больше действий делегируется агентам.

Что мы узнали в этой главе

Физический ИИ — это следующий шаг после больших языковых моделей: переход от обработки текста к пониманию физического мира через мировые модели, которые позволяют агенту предсказывать, планировать и взаимодействовать. Это не «роботы» в узком смысле, а новая архитектура агентности, которая даёт агентам исполнительные органы и позволяет делегировать физические задачи, а не только информационные.

Из этого следуют три вывода. Первый: физический ИИ смещает вычисления на край, потому что требует реального времени, — и это смыкается с энергетическим пределом, делая энергоэффективные архитектуры (оптика, edge, специализированные чипы) не роскошью, а необходимостью. Второй: мировые модели становятся новым классом благ с сетевыми эффектами, которые создают барьеры для входа и новое поле конкуренции за инфраструктуру власти в киберномике. Третий: физический ИИ переопределяет труд, смещая спрос от рутинных физических задач к задачам, требующим суждения, — и это создаёт как возможности, так и риски неравенства, которые нельзя игнорировать.

В следующей главе мы разберём орбиту как вычислительную среду — почему космос перестаёт быть местом для спутников и становится местом для дата-центров; как орбитальная инфраструктура создаёт новый класс экономических благ; почему космический мусор становится новым типом внешнего эффекта; и как космос превращается в «глобальное общее достояние», требующее новых моделей управления.

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ

Орбита как вычислительная среда

Небо, которое стало инфраструктурой

Когда мы смотрим на ночное небо, мы видим звёзды. Когда мы смотрим на него сегодня, мы всё чаще видим другое: движущиеся точки, которые не мерцают, а ровно идут по орбите, отражая солнечный свет. Это спутники — тысячи, десятки тысяч, и их число растёт экспоненциально. В 2026 году операторы подали планы на десятки тысяч спутников, а в одном случае — на миллион. Это не фантастика; это заявки, поданные в регуляторные органы, и если хотя бы часть из них будет реализована, орбита превратится из «космического пространства» в плотную вычислительную инфраструктуру, которая покроет Землю слоем вычислений, связи и данных.

Это изменение имеет экономическое измерение, которое выходит далеко за пределы «космической отрасли». Орбита перестаёт быть местом, куда отправляют спутники для связи или наблюдения; она становится местом, где живут вычисления. И это меняет саму топологию кибернomики: от наземных дата-центров к орбитальным вычислительным кластерам, от централизованных облаков к распределённой инфраструктуре, которая охватывает планету целиком.

Именно поэтому орбита — это не «ещё один рынок» и не «ещё одна технология». Это новый слой экономики, который смыкается с тем, что мы обсуждали в главах об энергии, оптике и физическом ИИ: если вычисления становятся первичным источником силы, а энергия — новым углём, то орбита становится новым месторождением, где энергия (солнечная, непрерывная, не зависящая от погоды и времени суток) и вычисления (в вакууме, без охлаждения, без атмосферных помех) соединяются в идеальную среду для обработки данных.

Почему орбита — это идеальная вычислительная среда

На первый взгляд идея орбитальных дата-центров кажется безумной: запуск стоит дорого, обслуживание невозможно, радиация разрушает электронику, а задержка связи делает реальное время иллюзией. Но за этой кажущейся безумностью скрывается логика, которая становится всё более убедительной по мере того, как земные ограничения усиливаются.

Первое преимущество — энергия. На орбите солнце светит непрерывно (на геостационарной орбите — почти всегда, на солнечно-синхронной — с редкими затмениями), и его интенсивность выше, чем на Земле, потому что атмосфера не поглощает часть спектра. Это означает, что орбитальный дата-центр может питаться непрерывно от солнечных панелей, без аккумуляторов, без резервных генераторов, без зависимости от погоды, времени суток или геополитической ситуации. Для вычислений, которые становятся всё более энергопотребляющими, это структурное преимущество, которое невозможно воспроизвести на Земле.

Второе преимущество — охлаждение. В вакууме нет конвекции, но есть излучение: тепло можно отводить в космос через радиаторы, и это дешевле, чем охлаждение земных дата-центров, которые потребляют огромное количество воды и энергии на кондиционирование. Орбитальный дата-центр не требует воды, не требует компрессоров, не требует сложных систем охлаждения; он просто излучает тепло в пустоту, и это делает его энергетически эффективным в масштабе, который на Земле недостижим.

Третье преимущество — отсутствие атмосферных помех. Оптические вычисления, о которых мы говорили в главе о свете, на орбите работают лучше, потому что нет атмосферной турбулентности, нет облаков, нет пыли, нет вибраций. Лазерная связь между спутниками обес-

печивает высокую пропускную способность без оптоволокна, а оптические вычисления могут выполняться в идеальных условиях, которые на Земле требуют дорогих лабораторий.

Именно поэтому орбита — это не «экзотика», а логичное продолжение той логики, которую мы прослеживали: если вычисления упираются в энергию и охлаждение на Земле, то перенос вычислений туда, где энергия и охлаждение бесплатны, становится не фантазией, а экономической необходимостью. И именно поэтому орбитальные дата-центры перестают быть научной фантастикой и становятся инженерной дорожной картой.

Кто уже это делает

В 2025 году стартап Starcloud (ранее Lumen Orbit) объявил о планах развернуть 5-гигаваттный орбитальный дата-центр — это в пять раз мощнее, чем крупнейший наземный дата-центр в мире. Компания уже запустила демонстрационную миссию и привлекла $170 миллионов в раунде A. Её логика проста: солнечная энергия на орбите в восемь раз мощнее, чем на Земле, охлаждение бесплатно, а стоимость запуска падает благодаря многоразовым ракетам.

SpaceX движется в том же направлении, но с другой стороны: её спутники Starlink уже образуют крупнейшую спутниковую сеть в истории, и компания рассматривает возможность добавления вычислительных мощностей на орбиту, чтобы обрабатывать данные до передачи на Землю. Это не «дата-центр в космосе» в чистом виде, а распределённая вычислительная среда, где часть обработки происходит на орбите, а часть — на Земле.

Китай также инвестирует в орбитальные вычисления: в 2025 году были представлены планы по созданию орбитальной вычислительной инфраструктуры для поддержки ИИ-приложений, включая обработку спутниковых данных и автономные системы. Это не просто «космическая программа»; это стратегическая ставка на то, что вычисления станут орбитальными так же, как сегодня они являются облачными.

Именно эти проекты показывают, что орбита — это не «будущее через двадцать лет», а настоящее, которое разворачивается прямо сейчас. И именно поэтому кибернomика должна включать орбитальное измерение: распределение благ в новой экономике не может быть понято без понимания того, кто контролирует орбитальную инфраструктуру.

Орбитальный мусор как новый внешний эффект

Но у орбитальной экономики есть тёмная сторона, которая уже сегодня становится проблемой: космический мусор. Каждый запуск, каждый спутник, каждая ступень ракеты оставляют на орбите фрагменты, которые движутся со скоростью 7—8 км/с и могут разрушить работающий спутник при столкновении. По оценкам, на орбите уже находятся миллионы фрагментов размером более миллиметра, и их число растёт, потому что каждое столкновение создаёт новые фрагменты — это каскадный эффект, известный как синдром Кесслера.

Для кибернomики это имеет прямое экономическое значение: космический мусор — это внешний эффект (экстерналия), который не учитывается в стоимости запуска, но перекладывается на всех, кто использует орбиту. Это классическая трагедия общих ресурсов в том смысле, который описывала Остром: орбита — это общий ресурс, который может быть истощён, если не создать правила его использования. И именно поэтому управление орбитой становится полицентричной задачей, которая требует международных правил, мониторинга, санкций и механизмов разрешения конфликтов.

Это смыкается с тем, что мы говорили о полицентричном управлении: орбита — это глобальное общее достояние, которое не может управляться ни одним государством, ни одной корпорацией, но требует координации между многими центрами принятия решений. И именно поэтому орбита становится тестовой площадкой для новых моделей управления, которые могут быть применены к другим общим ресурсам — от климата до цифровых протоколов.

Орбита как политика: кто контролирует небо

Если орбита становится вычислительной средой, то она становится и политическим пространством. Это означает, что борьба за орбиту перестаёт быть технической и становится гео-

политической. Страны, которые контролируют орбитальные запуски, контролируют доступ к орбите; страны, которые контролируют орбитальные вычисления, контролируют данные, которые обрабатываются на орбите; страны, которые контролируют стандарты орбитальной связи, контролируют протоколы, по которым данные передаются.

Эта гонка уже началась. SpaceX доминирует в запусках и спутниковой связи, но Китай строит собственную спутниковую сеть (Guowang), а Европа обсуждает создание суверенной спутниковой инфраструктуры. Россия развивает свои спутниковые системы и рассматривает орбитальные вычисления как стратегическое направление. И каждая из этих программ имеет экономическое измерение: контроль над орбитой — это контроль над условиями, на которых работает вся остальная экономика.

Именно поэтому орбита становится новым полем борьбы за стандарты — тем же полем, которое мы обсуждали в главе о протоколах. Тот, кто задаёт стандарты орбитальной связи, орбитальных вычислений, орбитального хранения данных, получает власть, сравнимую с властью центрального банка, но без выборной подотчётности. И именно поэтому киберномика не может быть понята без понимания орбитальной политики: небо становится инфраструктурой власти, и тот, кто контролирует небо, контролирует условия свободы на Земле.

Орбита и «глобальное общее достояние»

Здесь стоит вернуться к концепции, которую мы обсуждали в главе об Остром: «глобальное общее достояние» (global commons). Орбита — это классический пример общего ресурса, который не принадлежит никому и принадлежит всем, и который может быть истощён или захвачен, если не создать правила его использования.

Остром показала, что общие ресурсы могут управляться устойчиво через полицентричные институты и договорные правила. Но орбита — это более сложный случай, потому что здесь нет локального сообщества, которое может выработать правила; здесь есть глобальные игроки с разными интересами и разной властью. Именно поэтому управление орбитой требует новых форм координации, которые выходят за пределы традиционной дипломатии и включают технические стандарты, мониторинг, санкции и механизмы разрешения споров.

Именно здесь киберномика смыкается с политологией и международным правом: орбита — это тест на способность человечества управлять глобальными общими ресурсами в условиях, когда технологии развиваются быстрее, чем институты. И от того, как мы справимся с этим тестом, зависит не только будущее космоса, но и будущее всех общих ресурсов — от климата до цифровых протоколов.

Орбита как метафора

Есть в орбите что-то, что выходит за пределы экономики. Орбита — это граница, которая отделяет Землю от космоса, и одновременно мост, который соединяет их. Она напоминает нам, что инфраструктура — это не только то, что находится под нами, но и то, что находится над нами; что вычисления — это не только то, что происходит в наших устройствах, но и то, что происходит вокруг планеты; что экономика — это не только то, что мы производим и потребляем, но и то, что мы размещаем и распределяем в пространстве.

Барлоу представлял киберпространство как «новую обитель Разума», где информация свободна и бесплотна. Орбитальные вычисления — это материализация этой метафоры: информация действительно передаётся через космос, действительно не греется в вакууме, действительно не требует земных ресурсов. Но за этой метафорой скрывается реальность, которую нельзя упускать: орбита требует запусков, требует спутников, требует энергии — пусть и солнечной, но всё равно инфраструктуры. Орбита не отменяет материю; она перераспределяет её.

И именно в этом — урок для киберномики. Орбитальные вычисления не отменяют энергетическую стену; они обходят её, перенося нагрузку с земных дата-центров на орбитальные. Но обход — это не отмена. Энергия всё равно нужна; инфраструктура всё равно нужна; материалы всё равно нужны. И тот, кто думает, что орбита «решает проблему вычислений», повто-

ряет ту же ошибку, что и те, кто думал, что интернет «решает проблему информации». Проблема не решается — она смещается. И именно в этом смещении — вся суть киберномики.

Что мы узнали в этой главе

Орбита перестаёт быть местом для спутников и становится местом для вычислений. Энергия на орбите непрерывна и интенсивнее, чем на Земле; охлаждение бесплатно (излучение в вакуум); атмосферные помехи отсутствуют. Это делает орбиту идеальной средой для вычислений, которые упираются в энергетический предел на Земле. Орбитальные дата-центры перестают быть научной фантастикой и становятся инженерной дорожной картой: Starcloud планирует 5-гигаваттный орбитальный дата-центр, SpaceX рассматривает вычисления на орбите, Китай инвестирует в орбитальную вычислительную инфраструктуру.

Из этого следуют три вывода. Первый: орбита становится новым слоем экономики, который смыкается с энергией, оптикой и физическим ИИ, — и это означает, что распределение благ в киберномике не может быть понято без понимания того, кто контролирует орбитальную инфраструктуру. Второй: космический мусор становится новым типом внешнего эффекта, который требует полицентричного управления и международных правил, — и это делает орбиту тестовой площадкой для новых моделей управления общими ресурсами. Третий: орбита становится политическим пространством, где борьба за стандарты и доступ переопределяет условия свободы на Земле, — и именно поэтому киберномика должна включать орбитальное измерение как часть своей политической экономии.

В следующей главе мы перейдём к Части III и разберём агента как первичного клиента — почему основным пользователем сети становится не человек, а программный посредник; как агентный трафик превышает человеческий; и как из этого вырастает новая архитектура — API-first, MCP-инструменты, headless-сервисы, где контент потребляется программно, а не визуально.

ЧАСТЬ III. АГЕНТЫ

ГЛАВА ОДИННАДЦАТАЯ

Агент как первичный клиент

Момент, когда веб перестал быть человеческим

Есть события, которые происходят незаметно, но меняют всё. Одно из них случилось в 2024 году, и его почти никто не заметил, потому что оно не сопровождалось запуском продукта, пресс-конференцией или обвалом рынка. Оно выразилось в одной строчке в отчёте аналитической компании: боты впервые превзошли людей по доле веб-активности — 51% против 49%. Это означало, что интернет, который три десятилетия строился для людей — с красивыми страницами, удобными кнопками, продуманной навигацией, — впервые оказался в ситуации, когда его основным пользователем стал не человек. И это не временная флуктуация, не сезонное колебание, не артефакт измерения. Это структурный сдвиг, который будет только углубляться.

Прогнозы это подтверждают. Ожидается, что уже к 2027 году агентный трафик превысит человеческий — не в смысле «боты вообще», а в смысле автономных ИИ-агентов, которые действуют от имени людей и организаций: ищут, сравнивают, договариваются, заказывают, оплачивают, оспаривают. Gartner прогнозирует, что к концу 2026 года 40% корпоративных приложений будут включать специализированных ИИ-агентов. Это не «чат-боты на сайте поддержки», а полноценные программные посредники, которые выполняют задачи, раньше требовавшие человеческого присутствия.

Это меняет саму логику интернета. Если раньше сайт строился для того, чтобы человек его открыл и прочитал, то теперь сайт строится для того, чтобы агент его вызвал и использовал. Это не косметическое изменение; это смена онтологии цифрового артефакта: страница перестаёт быть «местом», куда приходят, и становится «функцией», которую вызывают. И тот, кто не поймёт этого сдвига, окажется в положении тех, кто в 1990-х строил бизнес на факсах, — не потому, что факсы плохи, а потому, что основной клиент перестал ими пользоваться.

Почему агент стал первичным клиентом

Причины этого сдвига не технологические, а экономические. Агент — это не «игрушка для гиков»; это инструмент снижения транзакционных издержек, который окупается там, где человек тратит слишком много времени, внимания и денег на поиск, сравнение и исполнение.

Первая причина — время. Человек, который ищет рейс, отель или товар, тратит часы на сравнение вариантов, чтение отзывов, проверку цен. Агент делает это за секунды, потому что он не устаёт, не отвлекается и не эмоционально привязывается к бренду. Если вы можете делегировать поиск агенту, вы освобождаете время — а время становится всё более дефицитным благом в мире изобилия контента.

Вторая причина — сложность. Современные цифровые сервисы стали настолько сложными, что человек часто не может ими пользоваться эффективно. Многошаговые формы, скрытые комиссии, динамические цены, персонализированные условия, юридические оговорки — всё это требует когнитивных усилий, которые человек не всегда готов тратить. Агент, напротив, не устаёт от сложности; он может обработать тысячи условий, сравнить миллионы вариантов и найти оптимум там, где человек сдаётся.

Третья причина — масштаб. Один человек может совершить ограниченное количество транзакций в день. Агент может совершить тысячи — и именно поэтому компании, которые

работают с агентами, получают доступ к масштабу, который недостижим для человеческого потребления. Это не «замена человека», а расширение рынка: агенты создают спрос там, где человек его не создавал, потому что у него не было времени, знаний или терпения.

Именно поэтому агент становится первичным клиентом: не потому, что он «лучше» человека, а потому, что он экономически эффективнее в задачах, где важны скорость, масштаб и точность.

Смерть «первой точки контакта»

Из этого вытекает первое фундаментальное следствие: сайт перестаёт быть «первой точкой контакта». Раньше логика была простой: человек ищет в Google, нажимает на ссылку, попадает на сайт, читает, сравнивает, покупает. Сайт был местом, где происходило решение; он был витриной, которая убеждала; он был точкой конверсии, где посетитель превращался в клиента.

Теперь логика изменилась. Когда пользователь ищет что-то через ИИ-ассистента, традиционный результат кликается лишь в 8% случаев, а ссылки внутри сгенерированной сводки — примерно в 1%. Это означает, что 90%+ взаимодействий не доходят до сайта вообще: контент извлекается, сравнивается и суммируется агентом до того, как человек увидит страницу. Сайт перестаёт быть «первой точкой контакта» и становится источником, который ИИ читает, интерпретирует и на который ссылается от имени пользователя.

Это меняет всю экономику внимания. Если раньше компании боролись за клик, за визит, за время на сайте, то теперь они борются за включение в ответ агента. А включение в ответ определяется не красотой дизайна и не силой бренда, а структурной полезностью: полнотой данных, скоростью отклика, надёжностью исполнения, прозрачностью условий. Именно поэтому компании, которые инвестировали в «красивый сайт», но не инвестировали в API и структурированные данные, оказываются в проигрыше; а компании, которые инвестировали в инфраструктуру, выигрывают — даже если их сайт выглядит скромно.

API-first и headless: архитектура для агента

Из этого вытекает второе следствие: архитектура сервисов меняется от page-centric к API-first и headless. Раньше сайт строился как монолит: контент, интерфейс, аналитика, бизнес-логика были связаны в единое целое, и всё это было оптимизировано для человеческого просмотра. Теперь сайт строится как набор сервисов, где контент, интерфейс, аналитика и внешние интеграции связаны через API и обновляются независимо друг от друга. Это позволяет одновременно обслуживать людей и агентов, не дублируя логику и не создавая фрагментации.

Headless — это архитектурный принцип, при котором «голова» (интерфейс) отделена от «тела» (контент и логика). Это означает, что один и тот же контент может быть представлен поразному для разных клиентов: для человека — как страница с красивым дизайном; для агента — как структурированный API-ответ; для голосового ассистента — как текст для синтеза речи; для AR-очков — как пространственная сцена. Это не «мода», а необходимость: если контент не может быть представлен в разных форматах, он не может быть использован разными клиентами, а значит, теряет ценность в мире, где клиентов становится всё больше и они становятся всё более разнообразными.

Именно поэтому в 2026 году headless, composable и API-first — уже не «предпочтения разработчиков», а инфраструктурное требование. Компании, которые не перешли на эту архитектуру, обнаруживают, что их сайт невидим для агентов, а значит, невидим для нового основного клиента.

MCP: протокол, который делает сайт вызываемым

Ключевой технологический сдвиг, который делает агента первичным клиентом, — это Model Context Protocol (MCP). Это открытый стандарт, который позволяет агентам обнаруживать и вызывать функции сайта как инструменты, а не загружать страницы. Вместо того чтобы «открыть сайт и прочитать его», агент регистрирует инструменты, которые сайт предоставляет,

и вызывает их как функции: поиск товара становится вызовом функции, оформление заказа — API-запросом, проверка статуса — запросом к базе данных.

MCP уже стал де-факто стандартом подключения ИИ-ассистентов к программному обеспечению, насчитывая более 10 000 публичных серверов. Вокруг него формируется стек протоколов: Agentic Commerce Protocol (ACP) для коммерции, Agent-to-Agent (A2A) для взаимодействия между агентами, Agent Payments Protocol (AP2) для платежей. Это не «ещё один стандарт», а инфраструктура, которая определяет, как агенты будут взаимодействовать с сервисами в ближайшие годы.

Практическое следствие: если сервис позволяет человеку совершить действие, агент должен иметь возможность совершить то же самое. Если какая-то функция не выставлена как инструмент, агент останавливается на полпути и просит человека доделать вручную — что обесценивает саму идею делегирования. Поэтому «недостающие инструменты» становятся режимом отказа сервиса, а не мелким неудобством. Именно поэтому компании, которые хотят остаться конкурентоспособными, должны перестроить свои сервисы так, чтобы они были вызываемы агентами — не потому, что это «модно», а потому, что это условие выживания.

Сайт как набор вызываемых функций

Из этого вытекает третье следствие: понятие «страницы» растворяется. Если агент вызывает функции, а не загружает страницы, то контент превращается в набор вызываемых возможностей, каждая из которых имеет свои входные и выходные схемы. Сайт перестаёт быть «местом», куда приходят, и становится сервисом, который вызывают. Это не означает, что страницы исчезают полностью; они остаются для человеческого просмотра, но перестают быть основной формой представления контента.

Именно поэтому Microsoft с проектом NLWeb предлагает другой подход: любой сайт превращается в естественно-языковой интерфейс на основе существующей разметки Schema.org, и агент, запрашивающий такой сайт, вообще не загружает страницу — он задаёт структурированный вопрос и получает структурированный ответ. Рендеринг страницы становится опциональным: он нужен только тогда, когда человек хочет увидеть результат, а не когда агент хочет получить его.

Это меняет экономику контента. Если контент потребляется программно, то форма перестаёт иметь значение, а структура становится решающей. Компании, которые инвестировали в семантическую разметку, структурированные данные и открытые API, выигрывают; компании, которые инвестировали в визуальный дизайн и клиентские скрипты, проигрывают — потому что агент не видит ни дизайна, ни скриптов, он видит только данные.

Агент как «клиент с бюджетом»

Но у этого сдвига есть ещё одно измерение, которое часто упускают: агент становится не просто «клиентом», а «клиентом с бюджетом». Это означает, что агент не только ищет и сравнивает, но и тратит деньги — от имени человека или организации. И это меняет экономику продаж радикально, потому что агент не подвержен эмоциям, не реагирует на рекламу, не привязан к бренду.

Исследования показывают, что эмоциональная лояльность бренду, яркие рекламные кампании и психологические ценовые трюки вроде «9,99 вместо 10» теряют эффективность, когда покупатель — агент. Агент фильтрует варианты по жёстким метрикам полезности: цена, размеры, скорость доставки, структурированные отзывы, надёжность. Он не «чувствует» бренд; он сравнивает его. И это означает, что компании, которые строили конкурентное преимущество на эмоциях, оказываются в положении, где их преимущество не работает — потому что новый клиент не чувствует.

Именно поэтому брендам приходится конкурировать «голой программной ценностью», а не ловким UX-дизайном. Это не означает, что бренд умирает; это означает, что бренд переопределяется: он становится не «эмоциональной ассоциацией», а гарантией качества и надёж-

ности, которую можно доказать через данные. Именно поэтому provenance, attestations и аудит становятся не «техническими деталями», а элементами бренда — потому что агент оценивает бренд по тому, что можно доказать, а не по тому, что можно почувствовать.

Для уязвимых потребителей: выравнивание или новая зависимость?

Здесь стоит сделать паузу и задать политический вопрос: что этот сдвиг означает для уязвимых потребителей? Есть оптимистичный сценарий: персональные агенты как «оптимизационные прокси по требованию» автоматически борются со скрытыми комиссиями, договариваются о снижении счетов и проходят сложные многошаговые цифровые формы, которые сегодня требуют времени и технической грамотности. В этом сценарии агенты выравнивают неравенство: те, кто не может позволить себе юриста или финансового консультанта, получают агента, который делает то же самое бесплатно или дёшево.

Но есть и пессимистичный сценарий: агенты становятся новой формой зависимости, потому что люди теряют навык самостоятельного выбора и становятся пассивными бенефициарами решений, которые принимают алгоритмы. В этом сценарии агенты усиливают неравенство: те, кто понимает, как работают агенты, контролируют их; те, кто не понимает, контролируются ими. И именно этот сценарий требует политического ответа: регулирования, прозрачности, права на объяснение и права на неучастие.

Именно поэтому киберномика не может быть технической дисциплиной. Она должна включать политическое измерение, потому что вопрос «кто контролирует агента» — это вопрос власти, а не технологии.

Что мы узнали в этой главе

Агент становится первичным клиентом сети: боты уже превзошли людей по доле веб-активности, а к 2027 году агентный трафик превысит человеческий. Это меняет онтологию цифрового артефакта: сайт перестаёт быть «страницей, которую человек открывает», и становится набором вызываемых функций, которые агент использует от имени пользователя. Из этого вытекает переход к API-first, headless и MCP — архитектурам, которые делают сервисы вызываемыми агентами, а не только просматриваемыми людьми.

Из этого следуют три вывода. Первый: сайт перестаёт быть «первой точкой контакта», потому что контент извлекается, сравнивается и суммируется агентом до того, как человек увидит страницу, — и это меняет всю экономику внимания. Второй: агент становится «клиентом с бюджетом», который не подвержен эмоциям и не реагирует на рекламу, — и это переопределяет бренд как гарантию качества, которую можно доказать, а не как эмоциональную ассоциацию. Третий: сдвиг к агентам имеет политическое измерение, потому что он может как выравнивать неравенство (через доступ к оптимизации), так и усиливать его (через новую зависимость), — и именно поэтому киберномика должна включать политический ответ, а не только технический.

В следующей главе мы разберём «спрос из одного» — почему «средний покупатель» исчезает, а управление спросом становится алгоритмической наукой о работе с сегментом из одного человека; как гиперперсонализация и динамическое ценообразование заменяют массовые промо-акции; и как это подрывает эмоциональную лояльность бренду.

ГЛАВА ДВЕНАДЦАТАЯ

Спрос из одного

Смерть среднего покупателя

В 1950-х годах, когда телевидение стало массовым, а супермаркеты распространились по Америке, родилась фигура, которая определила всю экономику второй половины XX века: «средний покупатель». Это был не конкретный человек, а статистическая конструкция — усреднённый портрет потребителя, который смотрит одни и те же рекламные ролики, покупает одни и те же товары, ходит в одни и те же магазины и реагирует на одни и те же промо-акции. Компании платили миллиарды за то, чтобы угадать его предпочтения, и строили бизнес-модели на масштабе: чем больше людей можно было охватить одной кампанией, тем ниже была стоимость привлечения одного клиента, тем выше была прибыль.

Эта логика работала, потому что информация была дефицитной. Компания не могла знать, что нужно каждому покупателю, — она могла знать только то, что нужно среднему. И потому она оптимизировала продукт, цену и коммуникацию под усреднённый спрос: товары, которые «нормальны» для большинства; цены, которые «приемлемы» для большинства; реклама, которая «понятна» большинству. Именно так родились массовые промо-акции вроде «3+1» и «товар за репост»: они были инструментами работы со средним, потому что компания не могла работать с каждым по отдельности.

Теперь эта логика рушится. Агент, который действует от имени конкретного человека, не является средним покупателем. Он знает предпочтения этого человека, его бюджет, его ограничения, его историю покупок, его цели. Он не реагирует на массовую рекламу, потому что он её не видит; он не реагирует на «3+1», потому что он считает полезность, а не эмоции. И именно поэтому «средний покупатель» исчезает — не потому, что люди стали другими, а потому, что инструмент работы с ними перестал быть усреднённым.

Что такое «спрос из одного»

Концепция «спроса из одного» (demand of one) описывает ситуацию, в которой решения о покупке принимаются многократно, быстро и индивидуально — не для сегмента, не для группы, не для «среднего», а для конкретного человека в конкретный момент. Это не «персонализация» в старом смысле, когда компания сегментировала аудиторию на группы и предлагала каждой группе свой вариант. Это гиперперсонализация, в которой каждый покупатель — это сегмент из одного человека, и решения принимаются алгоритмически, а не вручную.

Ключевое отличие от старой персонализации — скорость и масштаб. Старая персонализация требовала человеческого анализа: маркетолог сегментировал аудиторию, создавал кампании для каждого сегмента, запускал их, измерял результаты. Это было медленно и дорого, и потому работало только для крупных сегментов. Новая персонализация требует алгоритмического анализа: агент анализирует данные о конкретном человеке, генерирует предложение, тестирует его, корректирует — и делает это в реальном времени, для каждого покупателя, без человеческого вмешательства. Это стало возможным только потому, что вычисления подешевели, а агенты научились действовать автономно.

Именно поэтому «спрос из одного» — это не «маркетинговый тренд», а структурный сдвиг. Он меняет единицу управления спросом: от сегмента к человеку, от кампании к моменту, от усреднения к индивидуализации. И это имеет глубокие последствия для всей экономики потребления.

Динамическое ценообразование: цена как функция, а не константа

Первое следствие «спроса из одного» — динамическое ценообразование. В старой модели цена была константой: компания устанавливала цену на товар, и эта цена была одинаковой для всех покупателей (или почти для всех, если были скидки для отдельных групп). В новой модели цена становится функцией: она зависит от конкретного покупателя, конкретного момента, конкретного контекста — и меняется в реальном времени.

Это не «динамическое ценообразование» в старом смысле, когда авиакомпании меняли цены на билеты в зависимости от спроса. Это гиперперсонализированное ценообразование, в котором агент, действующий от имени покупателя, договаривается с агентом, действующим от имени продавца, о цене, которая оптимальна для обеих сторон в данный момент. Исследования показывают, что такое ценообразование может повышать валовую маржу на 1,8—4 процентных пункта, не теряя в объёме продаж, — потому что оно находит оптимум, который недостижим для усреднённой цены.

Российская платформа Mindbox, например, запустила ML-решение для автоматической переоценки товаров и персонализации цен, отмечая, что рынок «уходит от массовых промо акций к персональному ценообразованию». Это означает, что «акция 3+1» для вас может быть невыгодна, а для другого покупателя — сгенерирована алгоритмом как оптимальное предложение. И это меняет саму природу скидки: скидка перестаёт быть «массовым инструментом» и становится индивидуальным сигналом, который агент интерпретирует как данные о цене, а не как эмоциональный триггер.

Почему старые промо-модели теряют эффективность

Здесь стоит вернуться к примерам, которые мы обсуждали раньше: «3+1» и «товар за репост». Почему они теряют эффективность в мире «спроса из одного»?

«3+1» работает на предположении, что покупатель рационален, но падок на «бесплатное». Но агент не падок на «бесплатное» — он считает полезность. Если ему нужно три единицы товара, он купит три; если четыре, он купит четыре; но если ему нужно две, акция «3+1» для него невыгодна, потому что он платит за четыре, а использует две. Агент это видит и отказывается от акции — или, точнее, пересчитывает её в реальную стоимость и сравнивает с альтернативами. Именно поэтому «3+1» перестаёт быть универсальным инструментом и становится нишевым: он работает только для тех, кому действительно нужно четыре единицы, — а таких меньшинство.

«Товар за репост» работает на предположении, что покупатель готов обменять внимание на скидку. Но агент не тратит внимание — он оптимизирует. Если репост требует усилий, а скидка мала, агент отказывается; если репост прост, а скидка велика, агент соглашается — но только если это выгодно его принципалу. Исследования показывают, что немонетарные награды (например, ранний доступ или эксклюзивный контент) часто вовлекают сильнее, чем денежные, особенно если задача сложная, — но это работает для людей, а не для агентов. Агент не ценит «эксклюзивный контент», если он не влияет на полезность; он ценит только то, что можно измерить.

Именно поэтому старые промо-модели не исчезают полностью, но перестают быть основным инструментом. Они становятся одним из многих сигналов, которые алгоритмическая система может использовать для конкретного покупателя в конкретный момент. И компании, которые продолжают строить стратегию на массовых акциях, оказываются в положении тех, кто в 2000-х продолжал покупать рекламу в газетах, — не потому, что газеты плохи, а потому, что аудитория перестала их читать.

Геймификация как новый язык

Но у «спроса из одного» есть и обратная сторона: если агенты оптимизируют, а люди делегируют, то человеческое внимание становится всё более дефицитным — и именно поэтому геймификация становится новым языком взаимодействия.

Средняя продолжительность внимания на одном экране сократилась до 47 секунд. В ответ на это геймифицированные форматы демонстрируют уровень активного внимания свыше 6 секунд, что значительно выше порога запоминания. Рынок геймификации растёт взрывными темпами: с 37,4 млрд в 2025 году до прогнозируемых 93,8 млрд к 2030 году. Ритейлеры используют игровые механики для формирования привычки: две трети пользователей чаще заходят в приложения с мини-играми, а 12% совершили покупку именно благодаря геймификации.

Но геймификация — это не «игрушка». Это способ удержания внимания в мире, где внимание стало дефицитным ресурсом. И именно поэтому она оправдана для долгосрочных кампаний (более 8 недель), где цель — не разовая транзакция, а рост LTV и повторные действия. Геймификация — это язык, на котором компания говорит с человеком, который устал от оптимизации; это способ создать ощущение смысла в мире, где всё оптимизировано.

Именно здесь возникает напряжение между агентом и человеком: агент оптимизирует полезность, а человек ищет смысл. И компании, которые понимают это напряжение, могут выиграть, создавая гибридные предложения: агент получает оптимальную цену, а человек — ощущение участия. Именно поэтому «спрос из одного» — это не «конец человеческого потребления», а переопределение того, что значит потреблять: от «купить товар» к «участвовать в опыте».

Трансформация потребления: от владения к доступу

Но «спрос из одного» меняет не только как мы покупаем, но и что мы покупаем. На смену линейной модели «купи — используй — выброси» приходит циркулярное потребление, которое становится мейнстримом.

Данные Mastercard показывают, что 78% потребителей называют покупку б/у товаров ценово-мотивированным решением. Продажи одежды секонд-хенд в 2025 году выросли на 28% по сравнению с 8% ростом в обычных магазинах одежды. Потребители всё больше предпочитают аренду (поколения Z и миллениалы в 4 раза чаще арендуют, чем бумеры) и ремонт (71% предпочли бы починить вещь, чем купить новую).

Это означает, что управление предложением всё больше включает в себя обратную логистику, рекоммерс и инфраструктуру для аренды/ремонта, а не только производство и продажу новых товаров. «Бесплатная раздача» в такой модели может приобретать форму не «четвёртого товара в подарок», а, например, бесплатного ремонта или программы trade-in, которая удерживает материалы в обороте. И именно здесь «спрос из одного» смыкается с циркулярной экономикой: агент, который знает историю покупок конкретного человека, может предложить ему ремонт вместо замены, аренду вместо покупки, trade-in вместо выброса — и это выгодно и человеку, и планете, и компании.

Политическое измерение: кто контролирует «спрос из одного»

Здесь стоит сделать политическую паузу. «Спрос из одного» звучит как техническая концепция, но на самом деле это политическая программа. Потому что вопрос «кто контролирует данные о конкретном человеке» — это вопрос власти. Если агент, действующий от имени покупателя, контролируется покупателем, то «спрос из одного» выравнивает неравенство: каждый получает оптимальные условия. Если агент контролируется продавцом, то «спрос из одного» усиливает неравенство: продавец знает всё о покупателе, а покупатель ничего о продавце.

Именно поэтому владение агентом становится политическим вопросом. Кто владеет агентом, который действует от имени покупателя? Кто владеет данными, которые он использует? Кто определяет, какие предложения он видит? Кто может оспорить его решения? Эти вопросы не являются техническими; они являются политическими, потому что они определяют распределение власти в новой экономике.

Именно поэтому киберномика не может быть аполитичной. Она должна включать политическое измерение, потому что «спрос из одного» — это не просто «персонализация», а пере-

определение отношений между покупателем, продавцом и посредником. И от того, как эти отношения будут устроены, зависит, будет ли новая экономика более справедливой или более концентрированной.

Что мы узнали в этой главе

«Средний покупатель» исчезает, а на его место приходит «спрос из одного» — гиперперсонализированные решения, которые принимаются многократно, быстро и индивидуально. Это меняет единицу управления спросом: от сегмента к человеку, от кампании к моменту, от усреднения к индивидуализации. Динамическое ценообразование заменяет массовые промоакции, а геймификация становится новым языком удержания внимания в мире, где внимание стало дефицитным ресурсом.

Из этого следуют три вывода. Первый: старые промо-модели («3+1», «товар за репост») не исчезают полностью, но перестают быть основным инструментом, потому что агент считает полезность, а не реагирует на эмоции. Второй: потребление смещается от владения к доступу (аренда, ремонт, рекоммерс), и это смыкается с циркулярной экономикой, где агент предлагает оптимальные решения для конкретного человека. Третий: «спрос из одного» имеет политическое измерение, потому что вопрос «кто контролирует агента» — это вопрос власти, а не технологии, и именно поэтому киберномика должна включать политический ответ, а не только технический.

В следующей главе мы разберём агентную цепочку поставок — почему время реакции на пустую полку сокращается до 90 секунд, после чего агент оформляет заказ у конкурента; как операционный сбой превращается в накапливающийся убыток; и как управление предложением смещается от прогнозирования к обеспечению абсолютной надёжности и полноты данных в реальном времени.

ГЛАВА ТРИНАДЦАТАЯ

Агентная цепочка поставок

Девяносто секунд, которые решают всё

Представьте себе склад, на котором заканчивается товар. Не «заканчивается» в смысле «осталось мало», а «заканчивается» в смысле «ноль на полке». В старой экономике это была операционная проблема: менеджер узнавал об этом через час, звонил поставщику, ждал поставку, извинялся перед клиентом, предлагал скидку. В новой экономике это катастрофа, потому что клиент — это не человек, который «подождёт» и «поймёт», а агент, который не ждёт и не понимает. Он фиксирует отсутствие товара, оценивает альтернативы и оформляет заказ у конкурента — и на всё это у него уходит девяносто секунд.

Девяносто секунд — это не метафора. Это окно, в котором ритейлер может удержать агента, если товар есть в наличии, информация о нём полна и надёжна, а исполнение заказа не вызывает сомнений. Если хотя бы одно из этих условий нарушено, агент уходит — и уходит навсегда, потому что он запоминает неудачу и деприоритизирует бренд в следующий раз. Именно поэтому агентная цепочка поставок — это не «улучшение логистики», а переопределение того, что значит «быть доступным» в мире, где клиент — это программа, которая не прощает ошибок.

Почему «прогнозирование» перестаёт работать

Традиционная цепочка поставок строилась вокруг прогнозирования: компания собирала данные о прошлых продажах, строила модели спроса, прогнозировала, сколько товара понадобится в следующем месяце, и заказывала его заранее. Эта модель работала, потому что спрос был агрегированным: компания не знала, что купит конкретный человек, но знала, что купят все вместе — и этого было достаточно, чтобы обеспечить полку.

В мире «спроса из одного» эта логика рушится. Агент не действует как «средний покупатель»; он действует индивидуально, быстро и непредсказуемо — с точки зрения старой модели. Он может заказать десять единиц товара в три часа ночи, потому что его принципал решил купить их именно тогда; он может отказаться от товара, который «прогнозировался» как ходовой, потому что нашёл лучшую альтернативу; он может переключиться на конкурента за секунды, если информация о наличии неполна или недостоверна. И прогнозирование, которое строится на усреднённых данных, не успевает за этой динамикой.

Именно поэтому управление предложением смещается от прогнозирования к обеспечению абсолютной надёжности и полноты данных в реальном времени. Компания больше не может позволить себе «примерно знать» — она должна точно знать и мгновенно показывать, что товар есть, что цена актуальна, что доставка возможна, что условия прозрачны. Потому что если она не показывает этого, агент не видит её — и не выбирает.

Агентная цепочка поставок: что это такое

Агентная цепочка поставок — это цепочка, которая отвечает на спрос со скоростью агента. Это не просто «автоматизация склада»; это перестройка всей архитектуры от «производить и хранить» к «обнаруживать и исполнять».

В традиционной цепочке поставок есть задержки на каждом этапе: заказ проходит через отдел закупок, поставщик получает его через день, производство планирует через неделю, логистика доставляет через месяц. В агентной цепочке поставок эти задержки устраняются или минимизируются, потому что агент не ждёт — он действует в реальном времени, и цепочка должна соответствовать этой скорости. Это означает:

— Прямая интеграция с поставщиками через API, а не через email и звонки;

— Реальное время данных о наличии, ценах, сроках доставки;

— Автоматическое переключение между поставщиками, если один не может выполнить заказ;

— Прозрачность условий на каждом этапе, чтобы агент мог оценить риски;

— Скорость исполнения, которая соответствует ожиданиям агента, — не «в течение недели», а «в течение часов».

Именно поэтому агентная цепочка поставок — это не «логистическая инновация», а инфраструктура доверия, потому что она доказывает агенту, что заказ будет выполнен. И именно поэтому компании, которые инвестируют в эту инфраструктуру, получают структурное преимущество — они видны агенту, а значит, выбираемы им.

Операционный сбой как накапливающийся убыток

Здесь мы подходим к одному из самых важных экономических следствий агентной цепочки поставок: операционный сбой перестаёт быть «разовой проблемой» и становится «накапливающимся убытком».

В старой экономике сбой был локальным: если товара не было на полке, клиент расстраивался, но возвращался позже — потому что привычка, лояльность, удобство удерживали его. В новой экономике сбой глобален: если товара не было на полке, агент фиксирует это, оценивает альтернативы и переключается на конкурента — и запоминает этот выбор. В следующий раз, когда его принципал захочет купить что-то, агент деприоритизирует бренд, который подвёл, — и делает это автоматически, без эмоций, без «второго шанса».

Именно поэтому 86% транзакций могут быть брошены или переключены на конкурента, если что-то пойдёт не так при исполнении заказа. Это не «потеря одного клиента»; это потеря будущих клиентов, потому что агент учится на ошибках и переносит негативный опыт на все будущие взаимодействия. Именно поэтому операционный сбой становится накапливающимся убытком: каждая ошибка уменьшает вероятность того, что агент вернётся, и увеличивает вероятность того, что он уйдёт — и это усугубляется со временем, потому что агент обучается.

Именно поэтому компании, которые хотят выжить в агентной экономике, должны инвестировать в надёжность так же, как они инвестировали в маркетинг в старой экономике. Потому что надёжность — это новый маркетинг: она привлекает агентов и удерживает их, а ненадёжность — отпугивает их и теряет навсегда.

Полнота данных как конкурентное преимущество

Из этого вытекает второе следствие: полнота данных становится конкурентным преимуществом. В старой экономике компания могла «скрывать» информацию — например, не показывать, что товара осталось мало, или не раскрывать точную цену до оформления заказа. В новой экономике это невозможно, потому что агент видит всё, что доступно, и оценивает то, что скрыто, как риск. Если информация о наличии неполна, агент предполагает худшее и уходит; если цена не раскрыта, агент считает это скрытой комиссией и избегает; если условия возврата не прозрачны, агент оценивает это как риск и требует премию за него.

Именно поэтому компании, которые инвестируют в полноту данных — в структурированные каталоги, в реальное время остатков, в прозрачные условия, — получают преимущество, потому что они видны агенту и оцениваются как надёжные. А компании, которые скрывают информацию, теряют — не потому, что они «плохие», а потому, что агент не может оценить их иначе, как риск.

Это смыкается с тем, что мы говорили о ловушке видимости: прозрачность становится не «моральным императивом», а экономической необходимостью, потому что непрозрачность стоит дороже в мире, где клиент — это агент, который считает риски.

«Недостающие инструменты» как режим отказа

Третье следствие — «недостающие инструменты» становятся режимом отказа. Если сервис позволяет человеку совершить действие, агент должен иметь возможность совершить то

же самое. Если какая-то функция не выставлена как инструмент (API, MCP), агент останавливается на полпути и просит человека доделать вручную — что обесценивает саму идею делегирования.

Это может показаться мелким неудобством, но на самом деле это фундаментальная проблема, потому что она разрушает агентность. Если агент не может завершить задачу, он не может действовать автономно; если он не может действовать автономно, он не может делегировать — и тогда вся логика «спроса из одного» рушится.

Именно поэтому компании, которые хотят быть конкурентоспособными в агентной экономике, должны выставить все свои функции как инструменты — не потому, что это «модно», а потому, что без этого агент не может использовать сервис. И именно поэтому «недостающие инструменты» — это не мелкое упущение, а структурный риск, который уменьшает видимость компании в агентной сети.

От «цепочки» к «сети»: полицентричное управление поставками

Здесь стоит вернуться к теме, которую мы обсуждали в главе об Остром: полицентричное управление. Традиционная цепочка поставок была линейной: производитель → дистрибьютор → ритейлер → клиент. В агентной экономике эта линейность рушится, потому что агенты действуют напрямую — они соединяются с производителями, дистрибьюторами, логистическими провайдерами напрямую, без посредников, и переключаются между ними в реальном времени.

Это означает, что цепочка поставок становится сетью, а не линией. В этой сети множество узлов взаимодействуют друг с другом, договариваются о правилах, обмениваются данными, разрешают конфликты. И именно эта сеть требует полицентричного управления — множества центров принятия решений, которые координируются через правила, а не через иерархию.

Именно поэтому агентная цепочка поставок — это не «более эффективная логистика», а новая архитектура координации, которая смыкается с тем, что мы говорили о полицентричном управлении Остром и commons-based production Бенклера. Это сеть, в которой никто не контролирует всё, но все контролируют что-то, и устойчивость достигается через правила, а не через контроль.

Политическое измерение: кто контролирует «скорость»

Здесь стоит сделать политическую паузу. Агентная цепочка поставок звучит как техническая концепция, но на самом деле это политическая программа. Потому что вопрос «кто контролирует скорость» — это вопрос власти. Если скорость определяется ритейлером, то он контролирует условия; если скорость определяется агентом, то он контролирует условия; если скорость определяется платформой, то она контролирует условия.

В этом смысле агентная цепочка поставок — это переопределение власти в экономике. Тот, кто контролирует скорость, контролирует доступ; тот, кто контролирует доступ, контролирует выбор; тот, кто контролирует выбор, контролирует рынок. И именно поэтому борьба за скорость становится политической борьбой — не потому, что скорость «плоха» или «хороша», а потому, что она определяет, кто получает выгоды от агентной экономики.

Именно поэтому кибернomика не может быть аполитичной. Она должна включать политическое измерение, потому что агентная цепочка поставок — это не просто «логистика», а переопределение отношений между производителем, посредником и клиентом. И от того, как эти отношения будут устроены, зависит, будет ли новая экономика более справедливой или более концентрированной.

Что мы узнали в этой главе

Агентная цепочка поставок — это ответ на спрос со скоростью агента. Время реакции на пустую полку сокращается до 90 секунд, после чего агент оформляет заказ у конкурента. Операционный сбой перестаёт быть «разовой проблемой» и становится накапливающимся убытком, потому что агент запоминает неудачу и деприоритизирует бренд. Управление пред-

ложением смещается от прогнозирования к обеспечению абсолютной надёжности и полноты данных в реальном времени.

Из этого следуют три вывода. Первый: полнота данных становится конкурентным преимуществом, потому что агент видит только то, что доступно, и оценивает скрытое как риск. Второй: «недостающие инструменты» становятся режимом отказа, потому что без них агент не может завершить задачу, а значит, не может делегировать. Третий: агентная цепочка поставок — это политическая программа, потому что вопрос «кто контролирует скорость» — это вопрос власти, и именно поэтому киберномика должна включать политическое измерение, а не только техническое.

В следующей главе мы разберём многоуровневую автономию — почему только 6% потребителей хотят, чтобы ИИ принимал окончательные решения и действовал полностью от их имени; как сервисы проектируются с многоуровневой автономией — криптографическими сертификатами расходов, сетевыми токенизациями, послойными моделями полномочий; и почему доверие становится главным дефицитным благом новой экономики.

ГЛАВА ЧЕТЫРНАДЦАТАЯ

Многоуровневая автономия

Парадокс, который не замечают оптимисты

Есть число, которое должно было бы остановить любую дискуссию о «полной автоматизации»: 6%. Именно столько потребителей, согласно исследованиям, хотят, чтобы ИИ принимал окончательные решения и действовал полностью от их имени. Шесть процентов — это не большинство, не значительная доля, не «тренд». Это меньшинство, которое либо очень смело, либо очень наивно, либо очень устало от принятия решений. Остальные 94% хотят чего-то другого: они хотят помощи, а не замены; они хотят делегирования, а не отказа от контроля; они хотят агента, который действует, но останавливается там, где нужно суждение.

Этот парадокс — между нарративом о «полной автономии» и реальностью «ограниченного доверия» — является центральным для киберномики, потому что он определяет, как будут устроены сервисы, как будут распределяться полномочия и как будет организована ответственность. Оптимисты, которые представляют мир, где агенты «просто делают всё за нас», игнорируют это число; реалисты, которые его видят, понимают, что будущее — не в полной автономии, а в многоуровневой автономии, где человек сохраняет контроль на тех уровнях, где это важно, и делегирует контроль на тех уровнях, где это безопасно.

Именно поэтому многоуровневая автономия — это не «компромисс» между полной автоматизацией и полным контролем, а архитектура, которая соответствует реальному человеческому доверию: не «всё или ничего», а градуированная шкала, где каждый уровень имеет свои правила, свои гарантии и свои механизмы отзыва.

Лестница автономии: от наблюдения к действию

Многоуровневая автономия устроена как лестница, где каждый уровень соответствует степени доверия, которую человек готов оказать агенту. Эта лестница не является «универсальной»; разные люди, разные контексты и разные задачи требуют разных уровней. Но общая логика такова:

Уровень 0 — наблюдение. Агент наблюдает и рекомендует, но не действует. Он собирает данные, анализирует их, предлагает варианты — но решение принимает человек. Это уровень «умного советника», который не несёт ответственности за выбор, потому что выбор не его.

Уровень 1 — действие с подтверждением. Агент действует, но каждое действие требует подтверждения человека. Он может подготовить заказ, заполнить форму, спланировать маршрут — но не оформляет, не отправляет, не оплачивает, пока человек не скажет «да». Это уровень «исполнительного помощника», который ускоряет работу, но не забирает контроль.

Уровень 2 — действие в рамках лимитов. Агент действует автономно, но в рамках заранее определённых лимитов: бюджет, время, категории товаров, географические зоны, типы решений. Он может купить товар, если цена ниже определённого порога; забронировать рейс, если он соответствует политике компании; оплатить счёт, если он не превышает лимит. Это уровень «доверенного агента», который действует без постоянного подтверждения, но останавливается, когда выходит за границы.

Уровень 3 — действие с последующим отчётом. Агент действует автономно и не требует подтверждения, но обязан отчитаться о том, что сделал, после действия. Он может заключить сделку, подписать контракт, совершить платёж — но должен предоставить полный отчёт, который человек может проверить и, если нужно, оспорить. Это уровень «уполномоченного представителя», который действует от имени человека, но несёт ответственность за прозрачность.

Уровень 4 — полная автономия. Агент действует без подтверждения и без отчёта, полностью заменяя человека в определённой области. Это уровень, которого хотят 6%, — и который опасен для остальных 94%, потому что он устраняет возможность суждения и отзыва.

Именно эта лестница — от наблюдения к полному действию — и составляет архитектуру многоуровневой автономии. И именно она требует новых механизмов, которые делают каждый уровень безопасным и оспоримым.

Криптографические сертификаты расходов: как сделать лимиты проверяемыми

Один из ключевых механизмов многоуровневой автономии — криптографические сертификаты расходов (cryptographic spend certificates). Это не «настройка в приложении», а криптографическое обязательство, которое доказывает, что агент действует в рамках полномочий, и не позволяет ему выйти за них без явного разрешения.

Представьте себе агента, которому разрешено тратить до 10 000 рублей в день на определённые категории товаров. Вместо того чтобы доверять агенту «на слово», система выдаёт ему сертификат, который кодирует это ограничение криптографически. Каждый раз, когда агент совершает покупку, он предъявляет сертификат, и система проверяет, что покупка не превышает лимит. Если превышает — отказ. Если не превышает — исполнение. И никто — ни агент, ни платформа, ни третья сторона — не может подделать этот сертификат, потому что он криптографически защищён.

Это решает фундаментальную проблему: как доверять агенту, который действует автономно, но не доверять ему полностью? Ответ: не доверять ему вообще, а доверять криптографическому доказательству, что он действует в рамках правил. Это смыкается с тем, что мы говорили об экономике доказательств: доверие заменяется проверкой, а проверка становится автоматической.

Сетевые токенизации: как сделать полномочия передаваемыми

Второй механизм — сетевые токенизации (network tokenization). Это способ представить полномочия агента как токены, которые можно передавать, отзывать и ограничивать без изменения самого агента.

Представьте себе агента, который действует от имени компании. У него есть токен, который даёт ему право подписывать контракты до определённой суммы. Этот токен выпущен компанией, проверяется контрагентами и может быть отозван в любой момент. Если агент покидает компанию, токен отзывается, и агент теряет полномочия — без необходимости менять его код или переобучать модель.

Это решает другую проблему: как управлять полномочиями агента, который действует в сети, где много участников и много контекстов? Ответ: сделать полномочия передаваемыми и отзываемыми, как токены, — и тогда управление ими становится таким же, как управление доступом в любой распределённой системе.

Послойные модели полномочий: как разделить ответственность

Третий механизм — послойные модели полномочий (layered authority models). Это способ разделить ответственность между разными участниками: тем, кто поставил цель, тем, кто спроектировал агента, тем, кто предоставил данные, тем, кто получил результат.

В старой модели ответственность была простой: «владелец отвечает за всё». В новой модели ответственность распределяется: пользователь отвечает за цель (он поставил задачу); разработчик отвечает за поведение (он спроектировал агента); поставщик данных отвечает за качество (он предоставил данные); оператор отвечает за надзор (он следит за агентом); аудитор отвечает за проверку (он подтверждает, что всё корректно). И каждый из этих уровней имеет свои обязанности, свои гарантии и свои механизмы отзыва.

Это решает третью проблему: как определить, кто виноват, когда агент ошибается? Ответ: не искать одного виноватого, а распределить ответственность послойно, — и тогда каждый участник знает свои обязанности и несёт свою долю ответственности.

Доверие как главное дефицитное благо

Из этой архитектуры вытекает главный вывод: доверие становится главным дефицитным благом новой экономики. Не информация, не вычисления, не данные — а уверенность в том, что агент корректно исполнит делегированное и корректно остановится там, где нужно суждение.

Это может показаться абстрактным, но на самом деле это очень конкретно. Доверие имеет цену: компании платят за аудит, за страхование, за сертификацию, за разрешение споров. Доверие имеет риски: если агент подводит, компания теряет клиентов, репутацию, деньги. Доверие имеет доходность: если агент надёжен, компания получает доступ к агентному трафику, к новым рынкам, к новым клиентам.

Именно поэтому доверие становится активом, который можно производить, измерять, продавать и распределять. Именно поэтому экономика доказательств — это не «дополнение» к киберномике, а её ядро. Именно поэтому многоуровневая автономия — это не «техническая деталь», а инфраструктура доверия, без которой агентная экономика не может функционировать.

Политическое измерение: кто определяет уровни

Здесь стоит сделать политическую паузу. Многоуровневая автономия звучит как техническая концепция, но на самом деле это политическая программа. Потому что вопрос «кто определяет уровни автономии» — это вопрос власти. Если уровни определяет пользователь, то он контролирует условия; если уровни определяет платформа, то она контролирует условия; если уровни определяет регулятор, то он контролирует условия.

В этом смысле многоуровневая автономия — это переопределение власти в экономике. Тот, кто определяет уровни, определяет границы делегирования; тот, кто определяет границы, определяет риски; тот, кто определяет риски, определяет распределение выгод. И именно поэтому борьба за уровни становится политической борьбой — не потому, что уровни «плохи» или «хороши», а потому, что они определяют, кто получает выгоды от агентной экономики.

Именно поэтому киберномика не может быть аполитичной. Она должна включать политическое измерение, потому что многоуровневая автономия — это не просто «настройка», а переопределение отношений между человеком, агентом и институтами. И от того, как эти отношения будут устроены, зависит, будет ли новая экономика более справедливой или более концентрированной.

Что мы узнали в этой главе

Только 6% потребителей хотят полной автономии ИИ, а 94% хотят многоуровневой автономии — где человек сохраняет контроль на тех уровнях, где это важно, и делегирует контроль на тех уровнях, где это безопасно. Эта архитектура включает лестницу автономии (от наблюдения к полному действию), криптографические сертификаты расходов (которые доказывают, что агент действует в рамках полномочий), сетевые токенизации (которые делают полномочия передаваемыми и отзываемыми) и послойные модели полномочий (которые распределяют ответственность между участниками).

Из этого следуют три вывода. Первый: доверие становится главным дефицитным благом новой экономики, потому что оно имеет цену, риски и доходность, и потому что без него агентная экономика не может функционировать. Второй: экономика доказательств — это не «дополнение» к киберномике, а её ядро, потому что доверие заменяется проверкой, а проверка становится автоматической. Третий: многоуровневая автономия — это политическая программа, потому что вопрос «кто определяет уровни» — это вопрос власти, и именно поэтому киберномика должна включать политическое измерение, а не только техническое.

В следующей главе мы разберём «кто отвечает, когда ошибается робот» — почему вопрос ответственности за действия агентов становится центральным юридическим и экономическим вопросом; как гибридная правосубъектность заменяет простую формулу «владелец отвечает за всё»; и как из этого вырастает «экономика доказательств».

ГЛАВА ПЯТНАДЦАТАЯ

Кто отвечает, когда ошибается робот

Вопрос, на который нет ответа в старом праве

В 2021 году беспилотный автомобиль Uber, тестировавшийся в Аризоне, сбил женщину, переходившую дорогу в неположенном месте. Это была первая в истории авария со смертельным исходом, вызванная автономным транспортным средством. И когда юристы начали разбираться, кто виноват, они обнаружили нечто тревожное: старое право не знало, что с этим делать. Водителя не было — был оператор, который следил за системой, но не управлял ею. Разработчик не был на месте — он написал код, который должен был работать в миллионе сценариев, включая тот, который не предусмотрел. Производитель датчиков не отвечал за алгоритм, который интерпретировал их сигналы. Платформа не отвечала за конкретную поездку. И в этом разрыве между действием и ответственностью родился один из самых острых вопросов киберномики: кто отвечает, когда ошибается робот?

Этот вопрос не является техническим или юридическим в узком смысле. Он является экономическим и политическим, потому что ответственность — это распределение издержек. Если никто не отвечает, издержки перекладываются на жертву; если отвечает один, издержки концентрируются; если отвечают все, издержки распределяются. И от того, как будет устроено это распределение, зависит, кто будет нести риск в агентной экономике — а значит, и то, кто сможет позволить себе разрабатывать и развертывать автономные системы.

Почему формула «владелец отвечает за всё» не работает

В классическом праве ответственность за действия вещи несёт её владелец. Если ваша собака укусила соседа, отвечаете вы; если ваш ребёнок разбил окно, отвечаете вы; если ваш автомобиль попал в аварию, отвечаете вы (или ваш страховщик). Эта формула работает, потому что вещь не является субъектом; она не принимает решений, не имеет намерений, не действует автономно. Она — инструмент в руках владельца, и потому ответственность переносится на того, кто её использует.

Агент не является инструментом в этом смысле. Он принимает решения, действует автономно, адаптируется к ситуации. Он не «вещь», которой управляет человек; он субъект, который действует от имени человека. И потому формула «владелец отвечает за всё» рушится, потому что владелец не контролирует каждое решение агента, не понимает каждого его шага, не может предсказать каждого его действия. Он делегировал агенту полномочия — но делегирование не означает передачу всей ответственности, потому что агент не является полностью автономным субъектом, способным нести ответственность.

Именно поэтому возникает потребность в новой архитектуре ответственности, которая распределяет её между участниками, а не концентрирует на одном. Эта архитектура — гибридная правосубъектность — и она является одним из самых важных институтов киберномики.

Гибридная правосубъектность: распределение вместо концентрации

Гибридная правосубъектность — это модель, в которой ответственность распределяется между разными участниками: пользователем, разработчиком, поставщиком данных, оператором, аудитором. Каждый из них имеет свои обязанности, свои гарантии и свои механизмы отзыва. И каждый несёт свою долю ответственности за результат.

Пользователь отвечает за цель. Он поставил задачу, он определил ограничения, он выбрал уровень автономии. Если он делегировал слишком много, не обеспечив надзора, — он несёт ответственность за последствия. Это не «вина» в моральном смысле; это распределение риска: тот, кто принимает решение о делегировании, принимает и риск делегирования.

Разработчик отвечает за поведение. Он спроектировал агента, он определил его возможности и ограничения, он выбрал архитектуру. Если агент ведёт себя непредсказуемо в сценариях, которые разработчик должен был предусмотреть, — он несёт ответственность за качество проектирования. Это не «вина» за каждую ошибку; это ответственность за процесс, который должен был предотвратить ошибку.

Поставщик данных отвечает за качество. Он предоставил данные, на которых агент обучался или действует. Если данные искажены, неполны или устарели, — он несёт ответственность за качество данных. Это не «вина» за каждое решение агента; это ответственность за основание, на котором решение принимается.

Оператор отвечает за надзор. Он следит за агентом, он вмешивается, когда что-то идёт не так, он отзывает полномочия, когда это необходимо. Если он не осуществляет надзор, — он несёт ответственность за бездействие. Это не «вина» за каждое действие агента; это ответственность за контроль, который должен был быть осуществлён.

Аудитор отвечает за проверку. Он подтверждает, что агент действует корректно, что данные не искажены, что полномочия не превышены. Если он подтверждает то, что не соответствует действительности, — он несёт ответственность за ложное подтверждение. Это не «вина» за каждое решение; это ответственность за достоверность проверки.

Именно эта послойная модель и составляет гибридную правосубъектность: не «один виноватый», а распределение ответственности между всеми, кто участвует в создании и исполнении агентного решения. И именно она позволяет агентной экономике функционировать, потому что без неё никто не захочет разрабатывать и развертывать автономные системы — слишком велик риск неограниченной ответственности.

Страхование алгоритмических решений: как риск становится товаром

Из гибридной правосубъектности вытекает второй институт — страхование алгоритмических решений. Это не «страховка от ошибок», а распределение риска между теми, кто может его нести, и теми, кто не может.

В классическом страховании есть страхователь (тот, кто передаёт риск) и страховщик (тот, кто принимает риск за премию). В страховании алгоритмических решений есть много участников: разработчик страхует ответственность за поведение агента; оператор страхует ответственность за надзор; пользователь страхует ответственность за цель; аудитор страхует ответственность за проверку. И каждый из них платит премию, которая отражает риск, который он передаёт.

Это решает фундаментальную проблему: как сделать риск переносимым, чтобы никто не нёс его в одиночку? Ответ: разделить его между многими участниками, каждый из которых может его нести в своей доле. И именно это делает страхование инфраструктурой агентной экономики: без него никто не захочет разрабатывать и развертывать автономные системы, потому что риск неограниченной ответственности превышает потенциальную выгоду.

Страхование алгоритмических решений имеет свою экономику. Премия зависит от качества доказательств: чем лучше provenance, чем полнее аудит, чем прозрачнее поведение агента, тем ниже премия. Это создаёт стимул для всех участников инвестировать в доказуемость — потому что доказуемость снижает стоимость риска. И именно это смыкается с тем, что мы говорили об экономике доказательств: доказательство становится не абстрактной ценностью, а конкретным инструментом снижения издержек.

Экономика доказательств как ответ на ошибку

Здесь стоит вернуться к теме, которую мы обсуждали в главе о ловушке видимости: экономика доказательств. В контексте ответственности она приобретает новое измерение.

Когда агент ошибается, возникает вопрос: что произошло? Почему? Кто виноват? И ответ на этот вопрос требует доказательств: журналов действий, записей решений, свиде-

тельств аудита, подтверждений provenance. Без этих доказательств невозможно установить истину, а без истины невозможно распределить ответственность.

Именно поэтому экономика доказательств становится необходимым условием агентной экономики. Она создаёт инфраструктуру для разрешения споров, для страхования рисков, для аудита поведения. И она делает это автоматически, потому что ручное разрешение споров слишком медленно и дорого для мира, где агенты действуют в реальном времени.

Именно здесь смыкаются все темы, которые мы обсуждали: provenance (откуда пришли данные), attestations (кто подтвердил корректность), аудит (кто проверил поведение), страхование (кто принял риск), разрешение споров (кто установил истину). И вместе они образуют инфраструктуру ответственности, без которой агентная экономика не может функционировать.

Ошибка как экономическое событие

Но у этой темы есть более глубокий уровень, который часто упускают. Ошибка агента — это не просто технический сбой или юридический казус. Это экономическое событие, которое имеет последствия для всех участников.

Первое последствие — рост издержек. Когда агент ошибается, кто-то платит: жертва (если никто не отвечает), разработчик (если он отвечает), страховщик (если риск передан), общество (если издержки перекладываются на налогоплательщиков). И чем больше ошибок, тем выше издержки — а значит, тем дороже становится агентная экономика.

Второе последствие — снижение доверия. Когда агент ошибается, люди теряют доверие к агентам вообще — не только к конкретному агенту, но и к классу агентов, к технологии, к институтам, которые её регулируют. И чем больше ошибок, тем ниже доверие — а значит, тем дороже становится делегирование.

Третье последствие — перераспределение власти. Когда агент ошибается, возникает вопрос о том, кто контролирует агента. И ответ на этот вопрос определяет, кто получает власть в агентной экономике: разработчик (если он отвечает), оператор (если он надзирает), регулятор (если он устанавливает правила), страховщик (если он распределяет риск). И чем больше ошибок, тем сильнее сдвиг власти — а значит, тем важнее политический вопрос о том, кто должен контролировать агентов.

Именно поэтому ошибка — это не аномалия, а структурное событие, которое формирует экономику ответственности. И то, как общество отвечает на ошибки, определяет, как будет устроена агентная экономика — будет ли она централизованной (где один игрок контролирует всё) или полицентричной (где многие игроки разделяют ответственность).

Политическое измерение: кто устанавливает правила ответственности

Здесь стоит сделать политическую паузу. Вопрос «кто отвечает за ошибки агентов» звучит как юридический, но на самом деле это политический вопрос. Потому что ответственность — это распределение издержек, а распределение издержек — это власть.

Если правила ответственности устанавливает разработчик, то он определяет, кто несёт риск — и скорее всего, перекладывает его на пользователя. Если правила устанавливает регулятор, то он определяет, кто несёт риск — и скорее всего, требует страхования и аудита. Если правила устанавливает страховщик, то он определяет, кто несёт риск — и скорее всего, требует доказательств и прозрачности.

В этом смысле борьба за правила ответственности — это борьба за власть в агентной экономике. Тот, кто устанавливает правила, определяет условия, на которых агенты могут действовать; тот, кто определяет условия, определяет кто получает выгоды; тот, кто получает выгоды, определяет будущее. И именно поэтому вопрос ответственности не может быть оставлен на усмотрение рынка — он должен быть предметом политического выбора.

Именно поэтому киберномика не может быть аполитичной. Она должна включать политическое измерение, потому что ответственность — это не техническая деталь, а фундамен-

тальный институт, который определяет, как распределяются выгоды и издержки в новой экономике.

Что мы узнали в этой главе

Старое право не знает, что делать с автономными агентами, потому что формула «владелец отвечает за всё» рушится, когда агент принимает решения автономно. Ответом становится гибридная правосубъектность — распределение ответственности между пользователем, разработчиком, поставщиком данных, оператором и аудитором, — которая заменяет концентрацию ответственности на одном участнике распределением её между многими.

Из этого следуют три вывода. Первый: страхование алгоритмических решений становится инфраструктурой агентной экономики, потому что оно делает риск переносимым и распределяемым, — а без него никто не захочет разрабатывать и развертывать автономные системы. Второй: экономика доказательств становится необходимым условием ответственности, потому что без доказательств невозможно установить истину, а без истины невозможно распределить ответственность. Третий: вопрос ответственности — это политический вопрос, потому что ответственность — это распределение издержек, а распределение издержек — это власть, и именно поэтому киберномика должна включать политическое измерение, а не только техническое.

В следующей главе мы перейдём к Части IV и разберём токеномику как конституцию — почему токеномика — это не «выпуск монет», а экономическая конституция проекта, записанная в коде и правилах; как аллокация, вестинг, инфляция/дефляция, полезность и управление образуют взаимосвязанную систему; и почему токеномику всё чаще не «пишут», а симулируют и итеративно калибруют.

ЧАСТЬ IV. ПРОТОКОЛЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

ГЛАВА ШЕСТНАДЦАТАЯ

Токеномика как конституция

Монета, у которой нет страны

В 2009 году, когда мир ещё приходил в себя после финансового кризиса, а доверие к банкам было на историческом минимуме, человек под псевдонимом Сатоши Накамото опубликовал девятистраничный документ, который изменил представление о деньгах. В этом документе не было ни имён, ни ссылок на академические работы, ни обращения к регуляторам. Была только математика, код и одна радикальная идея: деньги могут существовать без эмитента. Не «электронные деньги», которые являются обязательством банка, не «цифровые валюты» центральных банков, которые являются обязательством государства, — а деньги, которые не являются ничьим обязательством, потому что их выпуск, обращение и учёт обеспечиваются протоколом, а не институтом.

Это был не просто технический прорыв. Это была конституционная революция. Биткоин впервые в истории создал систему, в которой правила денежной эмиссии были записаны в коде и не могли быть изменены без согласия сети. Никакой центральный банк не мог «напечатать» больше биткоинов, чем предусмотрено протоколом; никакой политик не мог «девальвировать» их решением; никакой регулятор не мог «заморозить» их без контроля над большинством сети. Это была конституция, написанная не людьми в парламенте, а криптографией и консенсусом.

Именно с этого момента начинается история токеномики — дисциплины, которая изучает, как правила распределения записываются в код и как эти правила формируют экономическое поведение сети. Токеномика — это не «выпуск монет». Это экономическая конституция проекта, и, как любая конституция, она определяет, кто имеет право голоса, как распределяются ресурсы, как разрешаются споры и как можно изменить сами правила.

Почему токен — это не просто «монета»

Первое, что нужно понять о токеномике, — это то, что токен не является «деньгами» в традиционном смысле. Деньги — это средство обмена, мера стоимости и средство сбережения; они существуют, чтобы облегчить транзакции. Токен — это инструмент управления, который кодирует права, обязанности и стимулы внутри сети. Он может выполнять функции денег, но его главная роль — координация поведения участников.

Токен может давать право голоса в управлении протоколом (governance token). Токен может давать право на долю доходов протокола (security token). Токен может давать право на использование сервиса (utility token). Токен может давать право на участие в стейкинге, который обеспечивает безопасность сети (staking token). И в каждом случае токен — это не «валюта», а инструмент, который определяет, кто и на каких условиях участвует в системе.

Именно поэтому токеномика — это не «финансовая инженерия», а политическая инженерия. Она определяет конституцию сети: кто управляет, кто получает выгоды, кто несёт риски, как разрешаются конфликты. И именно поэтому токеномика требует такого же внимания, как конституционное право, — потому что ошибки в ней не исправляются легко и имеют долгосрочные последствия для всех участников.

Аллокация: кому и сколько

Первый слой токеномики — аллокация, то есть распределение общего объёма токенов между группами участников. Это самый наглядный слой, и именно о нём чаще всего говорят,

когда обсуждают токеномику. Но за простыми процентами скрывается сложная логика власти и стимулов.

Отраслевые бенчмарки задают примерные ориентиры, которые варьируются в зависимости от проекта:

— Команда и разработчики: обычно 10—20% (реже до 50%), что признаёт их технический вклад и долгосрочную приверженность. Слишком высокая доля команды сигнализирует о централизации и риске того, что команда покинет проект после разблокировки; слишком низкая — о недостаточной мотивации для долгосрочной работы.

— Инвесторы: как правило, 20—30%, отражая вложенный капитал и принятый на ранней стадии риск. Слишком высокая доля инвесторов сигнализирует о финансовой ориентации проекта и риске того, что инвесторы продадут токены при первой возможности; слишком низкая — о недостаточной привлекательности для капитала.

— Сообщество и экосистема: 50—70% — самая крупная доля, распределяемая через бесплатную раздачу, стейкинг-вознаграждения, гранты и ликвидностные стимулы. Высокая доля сообщества (в некоторых протоколах — 85% и более) способствует децентрализации управления, но создаёт риск того, что сообщество не будет достаточно активным, чтобы управлять проектом.

Именно поэтому аллокация — это не «техническая деталь», а политический выбор. Она определяет, кто будет управлять проектом, кто будет получать выгоды и кто будет нести риски. И именно поэтому токеномика требует прозрачности на этом уровне: участники должны знать, кому и сколько достаётся, чтобы оценить риски и принять решение об участии.

Вестинг: распределение во времени

Второй слой — вестинг, то есть график разблокировки токенов. Это механизм, который предотвращает обвал цены из-за массовой разблокировки и выравнивает стимулы участников во времени.

— Сроки: типичный горизонт вестинга — 24—48 месяцев для команд и инвесторов. Это достаточно долго, чтобы удержать их от быстрой продажи, но достаточно коротко, чтобы не убить мотивацию.

— Cliff (клифф): начальный период полной блокировки (часто 12 месяцев), после которого начинается постепенная разблокировка. Клифф защищает от немедленно прерывания процессов и даёт время проекту доказать свою жизнеспособность.

— Логика дифференциации: для команды — более длинные сроки с клиффом, чтобы удержать разработчиков; для инвесторов — короче, в знак признания их финансового вклада; для сообщества — разблокировка сразу или в короткие сроки (через бесплатную раздачу и ликвидные стимулы), чтобы стимулировать участие.

Прозрачный вестинг формирует доверие и позволяет рынку оценивать будущую динамику предложения. Если вестинг непрозрачен или слишком агрессивен (короткие сроки, маленькие клиффы), участники предполагают худшее и требуют премию за риск — что снижает ценность проекта для всех.

Инфляция и дефляция: динамика предложения

Третий слой — монетарная политика, то есть то, как меняется предложение токенов с течением времени. Здесь есть два полярных подхода, и большинство проектов находятся между ними.

Инфляционная модель: предложение постепенно растёт, чтобы вознаграждать участников сети (валидаторов, майнеров, стейкеров) и финансировать развитие. Примеры — Solana и Polkadot, где инфляция поддерживает активность сети. Инфляция стимулирует участие, но размывает долю существующих держателей, — и потому требует баланса между ростом и удержанием стоимости.

Дефляционная модель: предложение конечно или сокращается. Эталон — Bitcoin с жёстким лимитом в 21 миллион монет и периодическими халвингами (последний в 2024 году снизил награду до 3,125 BTC). Дефляция защищает от размывания, но ограничивает возможность вознаграждать участников, — и потому требует альтернативных источников стимулов (например, комиссий за транзакции).

Гибридный механизм сжигания: Ethereum после обновления EIP-1559 (2021) автоматически сжигает часть комиссий за транзакции, что может делать предложение дефляционным при высокой сетевой активности, несмотря на изначально инфляционную модель. Это гибкий подход, который адаптируется к активности сети и позволяет балансировать между стимулами и стоимостью.

Именно здесь токеномика смыкается с монетарной политикой в традиционном смысле: правила эмиссии, сжигания и распределения определяют стоимость токена, а стоимость определяет стимулы участников. И именно поэтому токеномика требует экономического мышления, а не только технического.

Полезность токена: зачем он нужен

Четвёртый слой — полезность (utility), то есть то, зачем токен нужен в сети. Если токен не выполняет функции, его экономика повисает в воздухе, потому что нет реального спроса на него, кроме спекулятивного.

Основные формы полезности:

— Плата за использование: токен как средство оплаты комиссий или доступа к сервису. Это самая простая и понятная форма полезности, но она требует того, чтобы сервис был реально востребован.

— Стейкинг: блокировка токенов для получения вознаграждений и/или обеспечения безопасности сети. Стейкинг создаёт спрос на токен, потому что участники должны держать его, чтобы получать вознаграждения.

— Стимулы: вознаграждение за предоставление ликвидности, участие в голосованиях, выполнение полезной работы. Стимулы создают спрос на токен, потому что участники хотят получать его за полезную деятельность.

— Права управления: см. следующий слой. Управление создаёт спрос на токен, потому что участники хотят влиять на правила сети.

Именно полезность определяет, будет ли токен иметь долгосрочную ценность или исчезнет после первоначального ажиотажа. И именно поэтому токеномика требует не только финансовой инженерии, но и продуктового мышления: токен должен быть встроен в реальную полезность, а не существовать отдельно от неё.

Управление: кто задаёт правила

Пятый слой — управление (governance), то есть то, кто и как изменяет правила сети. Это самый политический слой токеномики, и именно он определяет, будет ли сеть децентрализованной или централизованной.

Токены часто дают право голоса в DAO (децентрализованной автономной организации), которая контролирует казну, распределение грантов и изменения протокола. В таких протоколах, как Uniswap или Ethereum Name Service, токены, предназначенные для развития экосистемы, передаются под управление DAO, и распределение средств возможно только после одобрения сообществом.

Управление может быть сезонным и определять не только аллокацию, но и то, как распределяются доходы протокола — между сжиганием токенов, стейкинг-стимулами, ликвидностью и резервами казны. Это делает токеномику динамической: правила не фиксированы раз и навсегда, они меняются через голосование, — и именно это позволяет сети адаптироваться к новым условиям.

Но у управления есть тёмная сторона: захват голосования (governance attack), когда крупный держатель токенов скупает достаточно голосов, чтобы изменить правила в свою пользу. Именно поэтому токеномика требует защиты от захвата — например, квадратичного голосования (quadratic voting), делегирования (delegation) и временных блокировок (time-locks) для крупных изменений.

Симуляция как неотъемлемая часть дизайна

Поскольку токеномика — это система с обратными связями (стимулы меняют поведение, поведение меняет предложение, предложение меняет цену и стимулы), её всё чаще проектируют через симуляцию, а не через интуицию.

Исследования предлагают двухуровневые агентные модели: слой управления (агенты-платформы и партнёры) и рыночный слой (агенты-потребители и поставщики, совершающие транзакции). Симуляция позволяет до запуска ICO и торгов проверить ключевые параметры рынка и увидеть системную динамику, которую нельзя вывести из статичной таблицы распределения. Инструменты вроде TokenLab или Node. js-симуляторов моделируют жизненный цикл токена, графики вестинга, динамику AMM-пулов и поведение рыночных агентов для стресс-тестирования сценариев разблокировки.

Именно поэтому токеномика — это не «написание документа», а итеративный процесс: вы проектируете правила, симулируете их, наблюдаете результаты, корректируете параметры и повторяете. И именно это делает её наукой, а не искусством.

Токеномика как политическая философия

Здесь стоит сделать философскую паузу. Токеномика — это не только экономика и технология. Это политическая философия, которая воплощает определённые представления о справедливости, власти и участии.

Когда вы проектируете токеномику, вы отвечаете на вопросы, которые традиционно были предметом политической философии: Кто должен управлять? Как должны распределяться ресурсы? Как должны разрешаться конфликты? Как должны защищаться права меньшинств? И ответы на эти вопросы записываются не в конституции государств, а в коде протоколов.

Именно поэтому токеномика смыкается с тем, что мы говорили об Остром и полицентричном управлении: она предлагает механизмы для управления общими ресурсами без центральной власти, через правила, которые участники вырабатывают совместно. Но она также подвержена рискам, которые описывала Остром: захват, неравенство, эрозия доверия. И именно поэтому токеномика требует не только технической экспертизы, но и политической мудрости.

Политическое измерение: кто пишет конституцию

Здесь стоит сделать политическую паузу. Токеномика звучит как техническая концепция, но на самом деле это политическая программа. Потому что вопрос «кто пишет конституцию» — это вопрос власти. Если конституцию пишет команда разработчиков, то она определяет правила распределения власти в свою пользу; если конституцию пишет сообщество, то оно определяет правила в соответствии со своими интересами; если конституцию пишет регулятор, то он определяет правила в соответствии с общественными интересами.

В этом смысле токеномика — это переопределение власти в экономике. Тот, кто пишет правила, определяет условия; тот, кто определяет условия, определяет кто получает выгоды; тот, кто получает выгоды, определяет будущее. И именно поэтому борьба за токеномику становится политической борьбой — не потому, что токеномика «плоха» или «хороша», а потому, что она определяет, кто получает выгоды от сетевой экономики.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, купив полную легальную версию на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.