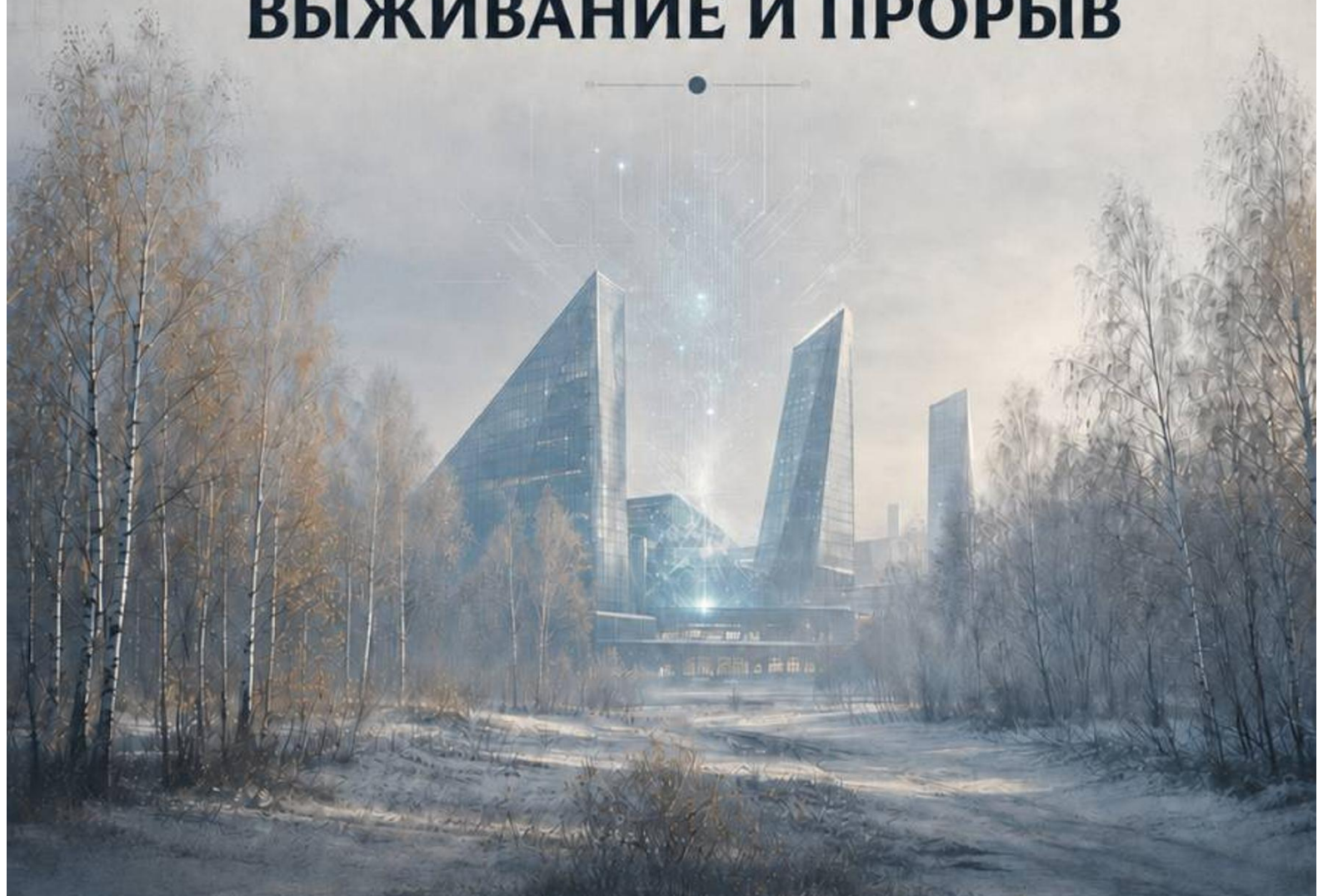


АЛЕКСАНДР Х

КОНТУР ОБРЕЧЁННЫХ

**РОССИЙСКИЙ ИИ:
ВЫЖИВАНИЕ И ПРОРЫВ**



Александр Х
Контур обречённых

«Автор»

2026

Х А.

Контур обречённых / А. Х — «Автор», 2026

Идея, родившаяся на кухне в Академгородке, ломает законы физики. Четверо аспирантов создают ИИ, способный управлять энергией вакуума. Но в России великое открытие — это мишень. Впереди: рейдерские захваты, инерция системы, патентные ловушки и судебные процессы. Чтобы выжить и изменить мир, им придется сделать саму истину неотчуждаемой. Жесткий технологический триллер о том, как строят инновации там, где реальность сопротивляется переменам.

Содержание

Глава 1. Точка бифуркации: код, написанный на старом бумажном листе	5
Глава 2. Процессор из арсенида галлия и грантовая игла	12
Глава 3. Рождение прототипа: запах озона и горелого текстолита	20
Глава 4. Нейробиология и допинг-контроль для ИИ	28
Глава 5. От математики к чуду: первое открытие в материаловедении	37
Конец ознакомительного фрагмента.	46

Александр Х

Контур обречённых

Глава 1. Точка бифуркации: код, написанный на старом бумажном листе

Дождь шёл третью неделю. Не лил — висел в воздухе мелкой водяной пылью, просачивался сквозь старые рамы, оседал на подоконниках, пропитывал одежду, мысли, будущее. Новосибирский Академгородок в такую погоду напоминал декорацию к непоставленному фильму о конце света — негромкому, без спецэффектов, просто бесконечно мокрому. Сосны вдоль проспекта Строителей стояли чёрные от влаги, асфальт блестел, фонари горели даже днём. В съёмной квартире на третьем этаже кирпичной пятиэтажки горела лампа без абажура, свисавшая с потолка на скрученном проводе, и четверо сидели вокруг кухонного стола, заставленного кружками с остывшим чаем, распечатками статей, ноутбуком и тарелкой с позавчерашним печеньем.

Это была квартира Матвея. Точнее, не его — съёмная, на последние аспирантские деньги, с обоями, помнившими эпоху развитого социализма, и холодильником, который гудел с утра до ночи, как старый трансформатор. Но именно здесь, на кухне площадью шесть квадратных метров, помещалось всё: идея, четверо её носителей и будущее, которое пока не имело физического воплощения, но уже требовало места.

Матвей Северцев рисовал на листе бумаги, вырванном из старого лабораторного журнала. Это была не метафора, не риторическая фигура — он действительно рисовал на пожелтевшем листе бумаги, на котором он делал пометки ещё со времён первой аспирантуры. Потому что нормальная бумага закончилась ещё вчера, а рабочий блокнот был исписан с обеих сторон формулами, которые он называл «подходом», а Илья — «математической схоластикой». Листок был один, потом второй, ещё более затёртый и ветхий. Он аккуратно совместил их края и склеил малярным скотчем, который Илья молча выложил на стол из кармана разгрузочного жилета (привычка, оставшаяся с «Росатома»: скотч, изолента, мультитул всегда при себе). Схема не помещалась на один листок, не влезла и на два, и было видно, что скоро понадобится третий.

— Ты понимаешь, — говорил Матвей, не поднимая головы, — что мы сейчас делаем? Мы отказываемся от главной парадигмы последних десяти лет. Не улучшаем трансформер. Не добавляем внимания к вниманию. Не громоздим слои. Мы говорим: архитектура принципиально неверна. — Он провёл линию через оба склеенных листа из лабораторного журнала. — Вот здесь. И здесь.

Илья Смирнов смотрел на листы из лабораторного журнала с тем особым выражением лица, которое появлялось у него всегда, когда Матвей начинает говорить о принципиальной неверности. Это было лицо человека, который уже всё решил, но ещё не сказал вслух — из вежливости или из привычки давать мысли дозреть. Ему было тридцать один год, он был старше всех здесь, и его руки помнили вес настоящего оборудования — не ноутбуков, а стальных узлов, криогенных камер, вакуумных насосов. В «Росатоме» он отвечал за системы охлаждения исследовательского реактора, и когда ему говорили «это принципиально неверно», он обычно отвечал «покажи расчёт». Но сейчас он молчал, потому что расчёта пока не было — было только направление мысли, и это направление ему нравилось.

Лиза Карпова считала в уме. Она всегда считала в уме, когда нервничала. Двадцатипятилетняя девушка, математик и специалист по топологии данных, она могла удержать в

голове семимерный тензор и повернуть его на сорок пять градусов — не в переносном смысле, а буквально, как другие поворачивают в воображении кубик Рубика. Сейчас она просчитывала количество параметров, которые потребуются для архитектуры, набросанной на бумажном листе. Получалось много. Не «много» как «много денег на кластер». Много — как «может не хватить разрядности существующих процессоров». Но это она скажет позже.

Ася Волкова, младшая — двадцать пять лет, бывшая аспирантка ВШЭ, отчисленная за «избыточный критицизм» (формулировка из приказа), — записывала вопросы в блокнот. Блокнот был формата А5, в клетку, общая тетрадь на сорок восемь листов. Первая страница была датирована сегодняшним числом: «Июль, дождь не прекращается. Матвей рисует схему. Вопрос: почему мы уверены, что трансформер — это потолок, а не просто неудачная реализация правильной идеи?» На второй странице: «Вопрос: что будет с системой, если она начнёт искать не минимум ошибки, а минимум удивления? Не окажется ли, что самый маленький минимум удивления — это солипсизм?» Третий вопрос она ещё не дописала, потому что Матвей наконец поднял голову.

— Трансформер, — сказал он, и голос у него был лекторский, с той особой интонацией, которая раздражала оппонентов на защитах и завораживала студентов, — это машина статистических корреляций. Он знает, что слова «соль» и «море» часто стоят рядом. Он выдаёт вам «солёное море» не потому, что понимает причину солёности. Он не понимает, почему море солёное. Он не знает, что такое море. Он не знает, что такое соль. Он знает распределение вероятностей встретить эти токены в окрестности друг друга. Это машина, которая сдала экзамен на понимание, вызубрив все ответы, но не поняв ни одного вопроса.

Он оторвал еще кусочек скотча, поправил листы из лабораторного журнала.

— Понимание, — продолжал он, — требует модели мира, а не модели текста. Когда ребёнок учится, он не обрабатывает миллиарды токенов. Он видит несколько примеров и строит причинно-следственную модель: если уронить чашку, она разобьётся. Если чашка не разбилась — модель неверна, её нужно подправить. Ребёнок минимизирует не ошибку предсказания следующего слова. Он минимизирует разницу между тем, что он ожидает от мира, и тем, что мир ему показывает. Это принципиально другая задача.

— Свободная энергия, — тихо сказала Ася, не поднимая глаз от блокнота.

Матвей остановился. Илья перестал крутить в пальцах изолену. Лиза перестала считать.

— Что? — переспросил Матвей.

Он всё прекрасно расслышал. Просто ему нужно было время, чтобы поверить: прозвучало именно то, на что он так надеялся.

— Карл Фристон, — сказала Ася. — Теория свободной энергии. Живые системы не ищут равновесия. Они активно сопротивляются равновесию, потому что равновесие для живого — это смерть. Они минимизируют свободную энергию — расхождение между тем, что они ожидают, и тем, что получают. Это байесовский вывод. Чистая математика. У Фристона это записано в форме байесовского вывода. Но байесовский вывод — это частный случай.

— Частный случай чего? — спросила Лиза. Она уже не считала в уме. Она смотрела на Асю с тем особым вниманием, которое появлялось у неё всегда, когда в разговоре возникала математическая глубина, обещающая выход за пределы известного.

— Частный случай более общего принципа, — сказала Ася. — Если сознание — это физический процесс, а не метафора, то у него должна быть физическая мера. Не биты. Не вероятности. Что-то, что можно измерить в джоулях или в единицах действия. Свободная энергия в статистической термодинамике — это мера того, насколько система далека от равновесия. Живое поддерживает неравновесность. Может быть, мышление — это тоже поддержание неравновесности, только в информационном пространстве.

Повисла пауза. Дождь за окном усилился. Холодильник загудел особенно громко, как будто хотел что-то добавить.

— Вот, — сказал Матвей, и его голос прозвучал почти торжественно, хотя он пытался говорить буднично. — Вот это и есть «Резонатор». Система, которая не вычисляет ответ. Она сходится к нему. Как жидкость находит уровень. Как маятник находит нижнюю точку. Потому что этого требует физика.

— Красиво, — сказал Илья. — И совершенно непонятно, как это реализовать в железе. Это был не скепсис. Это была профессиональная деформация инженера, который привык думать о реальных вещах: теплоотвод, частота, погрешность. Матвей знал эту его манеру и не обижался.

— Я как раз к этому иду, — сказал он. — Смотри. Классическая нейросеть ищет минимум, карабкаясь вниз по склону. Пространство решений — это ландшафт с холмами и долинами, и обычный градиентный спуск — это слепой альпинист, который шагает туда, где круче склон, и надеется, что не застрянет в локальной яме. А теперь представь, что «Резонатор» — это шар, который катится по ландшафту, но при этом сам ландшафт меняется под его весом. Не метафорически — математически. Веса сети — это не фиксированные параметры, которые подгоняются под данные. Это вероятностные распределения, и они меняются не только в ответ на данные, но и в ответ на собственное состояние сети.

— Рекурсивная вероятностная архитектура, — сказала Лиза. — Ты хочешь построить волновые функции прямо в веса.

— Да. Именно. Каждый вес — не число, а распределение. И система не вычисляет выход. Она ищет конфигурацию, при которой свободная энергия минимальна. Это не «верно» или «неверно». Это «насколько я удивлена тем, что вижу». И обучение — это не подгонка под правильные ответы. Это уменьшение удивления.

— Она будет галлюцинировать, — сказала Ася.

Все посмотрели на неё.

— Если система ищет минимум удивления, — пояснила она, — то самый глубокий минимум — это когда она вообще не смотрит на внешние данные, а генерирует свои собственные, внутренне непротиворечивые. Как сон. Сон — это состояние, в котором мозг минимизирует свободную энергию, отключив внешний вход. Он галлюцинирует реальность, которая его не удивляет. Ваш «Резонатор» может провалиться в тот же аттрактор.

— Значит, — сказал Матвей, — нужен механизм, который удерживает систему в контакте с внешним миром. Что-то вроде нейромодуляторов в биологическом мозге. Дофамин — сигнал неожиданного вознаграждения. Норадреналин — сигнал новизны. Ацетилхолин — сигнал неопределённости. Мозг не просто образует информацию — он модулирует сам себя, меняет режим работы в зависимости от контекста.

— Ты предлагаешь построить искусственные нейромодуляторы? — спросила Лиза. — Архитектурные аналоги?

— Да. Отдельные модули, которые мониторят состояние основной сети и меняют её чувствительность к определённым типам ошибок. Если система начинает галлюцинировать — «норадреналиновый контур» повышает чувствительность к внешним данным. Если система застревает в локальном минимуме — «ацетилхолиновый контур» временно повышает пластичность.

Илья хмыкнул:

— Ты хочешь построить мозг в виде схемы на бумажном пожелтевшем листе.

— Нет, — сказал Матвей. — Я хочу построить систему, которая думает не как мозг, а как физический процесс, частным случаем которого является мозг. Мозг — это реализация принципа свободной энергии на углеродном субстрате. Мы можем реализовать тот же принцип на другом субстрате. Не имитировать нейроны — имитировать физику, которая из нейронов возникает.

Илья отложил скотч, встал, подошёл к окну. Дождь барабанил по жестяному отливу. Во дворе стояла «Нива» с открытым багажником, и кто-то в плаще грузил в неё что-то тяжёлое. Обычная жизнь. Обычный июль. Обычный мир, который пока не знал, что в шести квадратных метрах кухни решается его будущее.

— Допустим, — сказал Илья, не оборачиваясь. — Допустим, это работает. Допустим, мы можем это построить. На чём? На чём ты собираешься это считать? GPU не подойдут.

— Почему? — спросила Лиза, хотя она уже знала ответ.

— Потому что GPU оптимизирован для параллельных матричных операций с фиксированной точностью, — ответил Илья. — А то, что вы описываете, требует постоянного пересчёта вероятностных распределений с переменной точностью. В зависимости от того, насколько система «уверена» в текущем состоянии, ей нужно то 64 бита, то все 256. Это не конвейер, штампующий одинаковые детали. Это скрипач, который каждую ноту берёт чуть по-разному. Дело не в браке или неумении — самой музыке требуется живое исполнение. GPU — для конвейера. А для скрипача нужно другое железо.

— Какое? — спросил Матвей.

— Я думаю над этим уже две недели, — сказал Илья. — С тех пор как ты впервые заговорил о вероятностных весах. Есть два варианта. Первый — фотонные сопроцессоры. Свет не греется, не сталкивается сам с собой. Операции линейной алгебры выполняются со скоростью света. Проблема — нелинейности. Для обучения нужны нелинейные активации, а фотоны почти не взаимодействуют между собой без специальных сред.

— А второе?

— Арсенид галлия. GaAs. Полупроводник, который работает на частотах, недоступных кремнию. Вплоть до сотен гигагерц. Нелинейности в нём реализуются эффективнее. Он капризный, дорогой, у него высокая плотность дефектов. Но для нашей задачи — именно то, что нужно.

— А вместе?

Илья повернулся от окна.

— Гибридная архитектура. Фотонный сопроцессор — для линейной алгебры, матричных умножений. Это девяносто процентов вычислительной нагрузки. GaAs-чип — для нелинейных активаций и рекуррентных связей. Кремниевый CPU — как дирижёр и контроллер памяти. Оркестр: струнные играют мелодию, духовые дают гармонию, дирижёр держит темп.

— Сколько? — спросила Лиза.

— Что «сколько»?

— Денег. На прототип.

Илья помолчал.

— Если собирать из доступных компонентов, не заказывая индивидуальную разработку чипов... Миллиона три-четыре рублей. Это без учёта стоимости самих GaAs-чипов. И без гарантии, что заработает.

Снова пауза. Три-четыре миллиона рублей. Для человека с зарплатой — сумма серьёзная. Для четверых безработных — астрономическая. Матвей уволился из НИИ два месяца назад, когда его тема не вписалась в план госзадания. Илья ушёл из дочерней структуры «Росатома» — его проект признали «слишком дорогостоящим улучшением» и закрыли. Лизина аспирантура закончилась, диссертация не была защищена — научрук сказал, что тема «не нравится», и этого оказалось достаточно. Ася уволилась сама из ВШЭ, когда грантовый комитет постановил, что её работа «не имеет практического смысла». Все четверо оказались на свободе одновременно — с идеей, с компетенциями и с пустым расчётным счётом их будущего стартапа.

— Ладно, — сказала Лиза. — С деньгами будем думать. Сначала — идея. Можно её вообще защитить?

Юридический вопрос повис в воздухе. Никто из них не был юристом. Матвей знал Гражданский кодекс в объёме, необходимом для подачи заявки на патент, но его заявки никогда не доходили до регистрации — не хватало денег на пошлины. Илья имел дело с патентами «Росатома», но там работал целый юридический отдел. Лиза читала закон «О коммерческой тайне», когда помогала знакомому оформить ноу-хау. Ася не знала ничего и от этого нервничала больше всех.

— Пункт пятый статьи 1350 Гражданского кодекса, — сказала Лиза. — Там чёрным по белому написано: не являются изобретениями научные теории и математические методы. То, что Матвей нарисовал на своем листе, — это математический метод. Запатентовать его впрямую нельзя.

— А если зарегистрировать как программу для ЭВМ? — спросил Илья.

— Защитит код, но не идею. Кто угодно сможет написать другой код, реализующий ту же идею, и это будет законно.

— Тогда что?

— Возможно, ноу-хау.

— Поясни.

— Насколько я знаю, нотариальный конверт не дает патентного приоритета, приоритет устанавливает только Роспатент по дате подачи заявки. Но патентовать нашу архитектуру нельзя — это математический метод. Поэтому мы идем другим путем. Мы фиксируем описание алгоритма у нотариуса, чтобы ввести режим Коммерческой Тайны — Ноу-хау по статье 1465 ГК РФ. Конверт доказывает, что на эту дату ноу-хау уже существовало и принадлежало нам. Если конкурент попытается запатентовать наше же решение, мы аннулируем его патент через суд, доказав, что он украл наше ноу-хау, а не изобрел новое.

— А юридическое лицо? — спросил Матвей. — Нам нужно юрлицо, чтобы получать гранты.

— ООО? — предложил Илья. — Или АО?

— Общество с ограниченной ответственностью, — предложила Лиза. — Минимальный уставный капитал — десять тысяч рублей. Матвей, как автор архитектуры, получает контрольный пакет, остальные — равные миноритарные доли. Упрощённое налогообложение. И главное — это сама суть: мы рискуем только долями в уставнике, а не личным имуществом. Если что, субсидиарная ответственность наступает только при доказанном умышленном банкротстве, а не автоматически. И нас будет трудно посадить.

— За что посадить? — спросила Ася.

Лиза не ответила. Она уже прожила в России двадцать шесть лет и знала, что посадить можно за что угодно, было бы желание у того, кто сажает. Хотя, конечно, это было крайностью, но не учитывать этого было нельзя. И правильная корпоративная структура усложняла это желание — требовалось доказывать умысел и вину конкретных учредителей, а не просто назначить крайнего.

— Нужен патентный поверенный, — сказала она. — Серьёзный. Который понимает специфику.

— У меня есть контакт, — сказала Ася неожиданно. — Бывший коллега из ВШЭ ушёл в юридическую фирму, которая работает с IT-стартапами. Он дал номер некоего Чегодаева. Сказал: если у вас что-то серьёзное, идите к нему. Если несерьёзное — не тратьте его время.

Лиза взяла телефон, набрала номер. Гудок. Второй. Третий. Четвёртый. Она уже хотела сбросить, когда трубку сняли.

— Слушаю, — сказал голос. Сухой, немолодой, с той особой интонацией, которая бывает у людей, привыкших разговаривать с документами и только потом — с людьми.

Лиза объяснила, кто они и что им нужно. Голос помолчал.

— Мальчики и девочки, — сказал он наконец, — добро пожаловать в страну, где закон — это не правило, а переговорная позиция. Приезжайте завтра. Конверт не забудьте.

И положил трубку.

Лиза пересказала разговор. Ася записала в блокнот: «Вопрос: в чём разница между правилом и переговорной позицией? И что мы будем делать, когда поймём?»

— Ладно, — сказал Илья. — С юридической частью завтра. Сейчас — вот что. Мы все понимаем, что произошло? Мы все уволились. У нас нет работы. У нас нет денег. У нас есть идея, которая не вписывается ни в один академический план, ни в одну грантовую программу в том виде, в каком они существуют, и ни в один существующий процессор. Мы только что потратили три часа, обсуждая архитектуру, которую не можем запатентовать, для железа, которое не можем купить, с деньгами, которых у нас нет.

— И? — спросил Матвей.

— И я в деле, — сказал Илья. — Просто хочу, чтобы все понимали, во что мы ввязываемся.

— Во что? — спросила Ася.

— В долгое, медленное, вероятнее всего — безуспешное противостояние с реальностью, которая не хочет, чтобы такие, как мы, меняли правила. Реальность хочет, чтобы мы работали на неё, а не на идею. Но идея интереснее.

Матвей смотрел на склеенные листы из лабораторного журнала. Там, в переплетении линий и формул, было что-то, чего он сам до конца не понимал. Он знал математику — каждый символ по отдельности был выверен и обоснован. Но вместе они складывались в нечто большее, чем сумма частей. Это было похоже на то чувство, которое он испытывал в детстве, собирая сложный пазл: вот ещё не видно всей картины, но уже понятно, что она прекрасна.

— Это либо Нобелевская премия, либо статья, — сказал он.

— Скорее всего, ни то ни другое, — ответил Илья. — Скорее всего — арбитражный суд.

Лиза рассмеялась. Это был первый смех за весь вечер. Ася записала в блокнот: «Вопрос: кому принадлежит идея, которую никто не понимает?»

Они разошлись за полночь. Илья уехал на своей «Ниве» — той самой, что стояла во дворе. Лиза и Ася ушли вместе — они снимали квартиру в соседнем доме. Матвей остался один. Он сидел на кухне, смотрел на листы из лабораторного журнала, потом перерисовал схему в рабочий журнал — толстую тетрадь в кожаной обложке, которую вёл ещё с третьего курса. Перерисовывал тщательно, с линейкой и циркулем, хотя схема была принципиальная и не требовала точности линий. Просто ему нужно было подумать.

Он допил остывший чай. Посмотрел за окно. Дождь продолжался. Огни Академгородка расплывались в водяной взвеси.

Он открыл журнал на чистой странице и написал в углу, почти машинально:

«Если сознание — это физика, а не метафора, то оно измеримо. И если оно измеримо — его можно передать».

Он перечитал написанное. Зачеркнул «можно передать», написал «можно воспроизвести». Зачеркнул и это. Оставил как было. Он сам не понимал, зачем это написал. Запись не имела отношения к архитектуре «Резонатора», к свободной энергии, к вероятностным весам. Она была из другой области — из области вопросов, которые он иногда задавал себе в три часа ночи, когда не спалось. Что такое мысль? Где она находится? Если каждое утро я просыпаюсь тем же человеком, что и вчера, значит ли это, что моё «я» — это паттерн, который можно сохранить? И если да, то что будет, когда паттерн сохранят?

Он закрыл журнал. Выключил лампу. Лёг на диван, не раздеваясь. Завтра им предстояло ехать к патентному поверенному, оформлять ноу-хау, создавать производственный кооператив и начинать путь, который — он знал — будет долгим и, скорее всего, страшным. Но сегодня,

сейчас, в этой мокрой июльской ночи, где-то на границе сна и бодрствования, он чувствовал странный покой. Как будто мир уже изменился. Просто ещё не знал об этом.

За окном Академгородка гасли огни. Где-то лаяла собака. Где-то гудела «Нива» Ильи, заворачивающая за угол. Дождь не прекращался, но теперь он звучал иначе — не как знак бесконечной сырости и тоски, а как обещание. И в этом обещании было всё: будущие прорывы и будущие потери, верность и предательство, чистота замысла и грязь выживания, взлёты, падения и снова взлёты. Тот самый контур обречённых, который они ещё не назвали, но уже начертили — сначала на пожелтевшем листе бумаги из старого лабораторного журнала, а потом и в нормальном журнале.

И в углу журнала, под зачёркнутой и восстановленной строкой, осталась запись, которая пролежит там пятьдесят лет, чтобы в конце пути вернуться и задать вопрос, на который ещё никто не знает ответа.

Глава 2. Процессор из арсенида галлия и грантовая игла

Утро после ночи великих решений редко бывает великим. Чаще оно бывает серым, невыспавшимся и требует кофе. Утро десятого июля не было исключением. Дождь наконец прекратился, но небо над Академгородком оставалось затянутым ровной серой плёнкой, сквозь которую солнце не пробивалось, а сочилось — размытое, белое, бессильное. В съёмной квартире Матвея пахло вчерашним чаем и мокрой одеждой. Сам Матвей сидел на кухне в том же положении, что и вчера, но теперь перед ним был не блокнот и не листы из лабораторного журнала, а открытый ноутбук со страницей сайта Фонда содействия инновациям — того самого, который в народе называли «Фондом Бортника», хотя сам Бортник уже давно отошел от оперативного управления, а название осталось, как остаются на домах старые таблички с именами давно съехавших жильцов.

Илья вошёл без стука — он всегда входил без стука, не из хамства, а из привычки: в общих лабораториях «Росатома» стучать было не принято, потому что руки вечно заняты оборудованием. Он поставил на стол термос с кофе, который привёз из дома, и сел напротив.

— Ну? — спросил он.

— Ничего, — сказал Матвей. — Сайт работает через раз. В графе «инновационность» нужно объяснить новизну проекта на двух страницах так, чтобы это понял эксперт, который, вероятно, специализируется на сельском хозяйстве. Бюджетная смета — отдельный вид бюрократического искусства. Нужно предвидеть расходы на год вперёд, когда мы не знаем, взлетит ли прототип вообще.

— Давай по порядку, — сказал Илья. — Сначала — техническая часть. Ты вчера говорил о «Резонаторе» так, будто он уже работает. Но он не работает. Он даже не спроектирован в железе. Давай спроектируем.

Через час подошли Лиза и Ася — мокрые, потому что дождь снова начался, и в этот раз он был не мелкой пылью, а настоящим ливнем. Лиза принесла распечатки статей по арсениду галлия, которые она нашла в архиве библиотеки НГУ ночью (доступ к платным базам у неё ещё сохранился по старому паролю). Ася принесла свой блокнот, в котором теперь было уже восемь страниц вопросов, и термос с зелёным чаем — она не пила кофе принципиально, утверждая, что кофеин сужает мышление до «коридора очевидного», а им сейчас нужен был не коридор, а степь.

Расставив кружки, разложив распечатки, они приступили к первому настоящему техническому совещанию.

— Начнём с железа, — сказал Илья. — Вчера мы согласовали архитектуру: фотоника для линейных операций, арсенид галлия для нелинейных. Но на бумаге это выглядит красиво, а в реальности мы получим не вычислитель, а обогреватель. Давайте говорить про тепло и поставки.

Он взял лист бумаги (чистый, не тот, что со схемой — те листы уже лежали под стеклом на столе, как неофициальный экспонат) и нарисовал прямоугольник.

— Графический процессор, GPU, — это матричный умножитель. Он состоит из тысяч ядер, каждое из которых выполняет одну и ту же операцию над разными данными. Это называется SIMD — Single Instruction, Multiple Data. Одна инструкция, много данных. GPU хорош, когда тебе нужно перемножить две матрицы размером тысяча на тысячу. Все ядра делают это одновременно, параллельно, быстро. Но есть нюанс.

Он нарисовал внутри прямоугольника маленькие квадратики.

— Каждое ядро работает с фиксированной точностью. Тридцать два бита. Или шестнадцать, если ты используешь половинную точность. Это как конвейер, штампующий одинаковые детали. Деталь может быть чуть больше или чуть меньше, но допуск фиксирован. Если тебе нужна деталь с другим допуском — извини, меняй конвейер.

— А «Резонатору» нужна переменная точность, — сказала Лиза. — Я посчитала ночью.

— Да, — подтвердил Матвей. — Вероятностные веса. Каждый вес — не число, а распределение. Когда система «уверена» в параметре, распределение узкое, и ей достаточно малой точности. Когда система «не уверена» — распределение широкое, и точность нужна высокая, чтобы не потерять хвосты. Это не константа. Это переменная, которая меняется в процессе вычисления.

— Именно, — кивнул Илья. — Это разница между конвейером и скрипачом. Скрипач каждую ноту берёт чуть по-разному, поскольку музыка этого требует. GPU — для конвейера. А для скрипача нужно другое железо.

— И какое? — спросила Ася.

— Первое, что приходит в голову, — фотонные сопроцессоры. Свет вместо электронов. Фотоны не греются, не сталкиваются сами с собой, операции линейной алгебры выполняются буквально со скоростью света. Проблема — нелинейности.

— Объясни, — сказала Ася.

— Нейросеть учится благодаря нелинейным функциям активации. Сигмоид, ReLU, GELU — всё это нелинейности. Если бы их не было, вся сеть была бы одним большим линейным преобразованием, и никакой глубины обучения не получалось бы. Фотоны — линейные. Они почти не взаимодействуют между собой. Чтобы получить нелинейность в фотонике, нужна среда с сильным эффектом Керра — такой материал, в котором показатель преломления меняется в зависимости от интенсивности света. Существующие материалы либо дороги, либо нестабильны, либо и то и другое.

— А второй вариант? — спросил Матвей, хотя уже догадывался об ответе.

— Арсенид галлия, — сказал Илья. — GaAs. — Он достал из рюкзака небольшой герметичный контейнер, в котором лежала пластинка тёмно-серого цвета с металлическим отливом. Все склонились над ней, как над реликвией.

— Это полупроводник, — продолжал Илья, — который работает на частотах, недоступных кремнию. Кремний — до единиц гигагерц. GaAs — до сотен гигагерц. Он применяется в СВЧ-электронике, радарх ПВО, спутниковых транспондерах. Для нейросетей почти не применялся — считается капризным материалом. Высокая плотность дефектов, сложность легирования, цена подложек.

— Тогда почему мы его рассматриваем? — спросила Ася.

— Потому что он позволяет делать нелинейные операции значительно эффективнее кремния. В GaAs электроны движутся быстрее, переходы между энергетическими уровнями происходят резче, и это физическое свойство, а не программная эмуляция. Нелинейность получается не через софт, а через физику материала. Это именно то, что нужно «Резонатору».

— Гибрид, — сказала Лиза. — Ты хочешь совместить оба подхода.

— Да. — Илья взял ещё один лист и начал рисовать архитектуру. — Фотонный сопроцессор — для линейной алгебры. Матричные умножения — это девяносто процентов вычислительной нагрузки современных нейросетей. Свет делает это мгновенно и без нагрева. GaAs-чип — для нелинейных активаций и рекуррентных связей. Кремниевый CPU — как дирижёр и контроллер памяти. Три типа процессоров, соединённых оптоволоконными линиями и медными шинами.

— Оркестр, — сказал Матвей, вспоминая вчерашнюю метафору.

— Оркестр, — подтвердил Илья. — Струнные играют мелодию, духовые дают гармонию, дирижёр держит темп. Но есть ещё одна проблема.

— Какая?

— Тепло. Даже свет, проходя через волноводы, частично рассеивается. GaAs-чип греется прилично. Если мы соберём всё это в одной стойке, мы получим не вычислитель, а обогреватель.

— Решение? — спросила Лиза.

— Микроканальное охлаждение. Помните суперкомпьютеры Cray? У них была система жидкостного охлаждения, где диэлектрическая жидкость прокачивалась через микроканалы прямо в процессорных платах. Fluorinert от 3M — жидкость, которая не проводит ток и выносит тепло напрямую к теплообменнику. Мы можем сделать аналог. Каналы толщиной пятьдесят микрон, жидкость на основе перфторуглерода, пассивный теплообменник на задней стенке стойки.

— Ты это серьёзно? — спросила Ася.

— Абсолютно. Я проектировал системы охлаждения в «Росатоме». Пятьдесят микрон — это грубо по сравнению с тем, что мы там делали. Там были каналы по пятнадцать микрон.

— И ты можешь это сделать здесь? В наших условиях? В гараже?

— Не в гараже. В коворкинге Академпарка. У них есть доступ к фрезерным станкам с ЧПУ. Остальное — руки, голова и время.

— И деньги, — сказала Лиза. — Кстати, о деньгах.

Она открыла ноутбук, на котором был загружен сайт Фонда Бортника. Сайт, как обычно, висел — страница обновлялась тридцать секунд, потом вываливалась ошибка 502, потом снова загружалась. Интерфейс был образца двухтысячных годов: жёлтые поля для ввода текста, синие ссылки, кнопка «Прикрепить файл», которая работала через JavaScript-библиотеку, несовместимую с современными браузерами. Лиза уже потратила полчаса, пытаясь загрузить документы в форматах, которые между собой несовместимы: бизнес-план требовал PDF, смета — Excel, техническое описание — Word, но веб-форма принимала только PDF, а конвертация из Word в PDF через бесплатный онлайн-сервис добавляла водяной знак «Trial Version».

— Программа «Умник», — сказала она. — Полмиллиона рублей. Выдают физлицам на карту, для коммерциализации потом придётся ИП открывать. Этого хватит на первую партию компонентов, если мы найдём поставщика.

— А с поставщиками проблема, — сказал Илья. — Я ночью проверил. Вычислительные чипы на GaAs в России не производятся. Единственный завод в Зеленограде делает GaAs-компоненты для СВЧ-электроники, но не для вычислителей. Их кристаллы не подходят — у них другая топология легирования, заточенная под радиочастоты. Нам нужны либо тайваньский WIN Semiconductors, либо американская Qorvo.

— И те и другие под санкциями, — сказала Лиза.

— Именно.

Повисла пауза. Дождь за окном усилился. Чай остыл. Кофе тоже. На столе лежали листы из лабораторного журнала со схемами, распечатки статей, пластинка GaAs в герметичном контейнере и ноутбук с зависшим сайтом грантового фонда. Будущее выглядело сложным, дорогим и юридически неопределённым.

— Нам нужен грант, — сказал Матвей. — Без гранта мы не купим компоненты. Но если мы получим грант, мы должны купить компоненты легально — с документами, с поставщиками, с отчётностью. А легально купить их нельзя.

— Можно, — сказала Лиза. — Если построить цепочку параллельного импорта.

Илья поднял бровь.

— Параллельный импорт, — пояснила она, — это когда ты покупаешь товар не напрямую у производителя, а через цепочку посредников из стран, которые не присоединились к санкциям. Постановление Правительства РФ номер пятьсот шесть от две тысячи двадцать второго года это легализовало. Это не контрабанда. Это законный механизм.

— Звучит как контрабанда, но с документами, — сказал Илья.

— В этом и суть, — сказала Лиза. — Схема такая: российское юрлицо покупает компоненты у казахстанского посредника. Казахстанский посредник — у сингапурского дистрибьютора. Сингапурский дистрибьютор — у тайваньского производителя. Каждое звено оставляет свою маржу, но предоставляет легальные документы. Таможня пройдена, НДС уплачен. Единственные проблемы — цена вырастет процентов на сорок, и сроки растянутся на три месяца.

— Три месяца, — повторил Матвей. — Это много.

— Это лучше, чем никогда.

— А как мы отчитаемся за грантовые деньги перед Фондом? — спросила Ася. — Фонд требует документов от официального поставщика. Если официальный поставщик — казахстанский посредник, а не производитель, это нормально?

— Да, — сказала Лиза. — Потому что для Фонда официальный поставщик — это тот, кто выставил счёт и чьи реквизиты указаны в платёжке. Им неважно, где именно посредник взял товар. Им важно, чтобы документы были в порядке.

— Это лазейка, — сказала Ася.

— Это адаптация, — сказала Лиза.

— А разница? — спросила Ася.

Лиза не ответила. Спор между Асей и Лизой был не просто спором двух разных темпераментов. Это был спор двух разных этик. Ася видела мир в категориях «честно — нечестно», «прозрачно — непрозрачно», и любое отклонение от прямого пути вызывало у неё тревогу. Лиза видела мир в категориях «работает — не работает», «законно — незаконно», и пока путь был законным, она шла по нему без лишних сомнений. Обе были правы. Обе это знали. И от этого спор становился только острее.

— Мы сейчас решаем проблему или обходим запрет? — спросила Ася.

— Мы решаем проблему, — сказал Илья. — Запрет — это не наша проблема. Его придумали люди, которые никогда не покупали GaAs на грантовые полмиллиона.

— Я хочу, чтобы мы запомнили этот момент, — сказал Матвей. Он говорил медленно, взвешивая каждое слово. — Когда-нибудь мы станем достаточно большими, чтобы не обходить правила, а менять их. Вот тогда и решим, кто мы были — хитрецы или первопроходцы.

Ася записала в блокнот. Теперь на странице было два вопроса, которые не имели немедленного ответа: «Кому принадлежит идея, которую никто не понимает?» и новый: «Является ли адаптация к несправедливым правилам формой согласия с ними? Или это единственный способ дожить до момента, когда правила можно будет изменить?»

Они провели за заполнением грантовой заявки ещё четыре часа. Лиза переписывала бюджетную смету трижды, потому что курс доллара скакал, а стоимость компонентов зависела от курса. Матвей переписывал техническое обоснование, пытаясь объяснить концепцию вероятностных весов так, чтобы её понял эксперт, который, возможно, никогда не слышал о Карле Фристоне и теории свободной энергии. Ася проверяла каждый пункт на соответствие формальным требованиям, потому что формальные требования — это первое, на чём отсеивают невнимательных. Илья уехал в Академпарк — договариваться об аренде рабочего места в коворкинге.

Когда он вернулся, заявка была почти готова. Оставалось только одно: звонок патентному поверенному.

— Мы договаривались на завтра, — напомнила Лиза.

— Завтра будет поздно, — сказал Матвей. — Если мы подаём заявку на грант, мы должны быть уверены, что наша интеллектуальная собственность защищена. Грантовая заявка — это публичный документ. Как только мы её подадим, любой эксперт, читающий заявку, сможет взять нашу идею и реализовать её сам. Нам нужен приоритет.

— Хорошо, — сказала Лиза и снова набрала номер Чегодаева.

На этот раз он снял трубку после первого гудка.

— Я помню, — сказал он, не здороваясь. — Завтра в десять. Но раз вы звоните сегодня — значит, что-то изменилось. Говорите.

Лиза объяснила про грантовую заявку, про необходимость фиксации приоритета, про параллельный импорт и про то, что им нужен не просто патентный поверенный, а человек, который понимает, как работать с технологиями, не вписывающимися ни в одну стандартную категорию.

Чегодаев помолчал. Потом сказал:

— Я приеду сегодня. Через два часа. Диктуйте адрес.

Ровно через два часа — не минутой раньше, не минутой позже — в дверь съёмной квартиры постучали. На пороге стоял человек, при виде которого все четверо замолчали.

Ему было лет пятьдесят четыре. Седой ёжик, очки в стальной оправе, рукопожатие сухое и твёрдое, без лишней силы, но с точным знанием того, сколько именно силы нужно. Одет он был в пиджак, который видел лучшие дни — может быть, в девяностых, а может, даже в восьмидесятых, — но сидел безупречно. Портфель был кожаный, потёртый, с латунными замками. От него пахло не одеколоном, а старыми документами и, как ни странно, машинным маслом — как будто он приехал не из юридической конторы, а из заводской лаборатории.

— Чегодаев, — представился он. — Владимир Сергеевич. Патентный поверенный. Бывший офицер юридической службы Военно-воздушных сил. Уволился в девяносто первом, когда понял, что в стране грядёт передел собственности, и переквалифицировался. С тех пор видел всё: от стартапов-однодневок до патентных войн на миллиарды долларов. А теперь покажите, что у вас.

Они провели его на кухню, к столу, где лежали листы из лабораторного журнала, распечатки, ноутбук и пластинка GaAs. Чегодаев сел, достал из портфеля очки в тонкой золотой оправе (вторые, для чтения), и минут пятнадцать молча изучал схему «Резонатора». Он не задавал вопросов. Он читал формулы, как другие читают газету — спокойно, внимательно, переходя от строки к строке с равномерной скоростью.

Наконец он снял очки, устало протёр глаза пальцами и сказал:

— Как я уже говорил вам по телефону, добро пожаловать в страну, где закон — не правило, а переговорная позиция. Вы это уже поняли с вашим импортом. Дальше будет интереснее.

— Мы хотим зафиксировать приоритет, — сказала Лиза.

— Правильно хотите. Что вы сделали на текущий момент?

Лиза изложила план: нотариально заверенный конверт с описанием алгоритма, режим коммерческой тайны по статье тысяча четыреста шестьдесят пятой ГК РФ, общество с ограниченной ответственностью как организационная форма.

Чегодаев кивнул.

— База у вас верная. Но неполная. Слушайте внимательно, я объясню только один раз, потому что повторение — удел учебников, а вы, судя по всему, люди умные.

Он достал из портфеля лист бумаги и начал писать — от руки, мелким, чётким почерком, каким пишут люди, привыкшие заполнять юридические документы от руки.

— Первое: нотариальный конверт — это хорошо, но недостаточно. Конверт фиксирует дату предъявления документа нотариусу. Он не фиксирует содержание документа с той степенью точности, которая нужна в суде. Поэтому мы сделаем так: описание алгоритма, подписанное всеми четверыми на каждой странице, заверяется нотариально в трёх экземплярах. Один — вам. Один — нотариусу. Один — мне, на хранение. Если через пять лет кто-то подаст патент на ту же архитектуру, мы предъявим все три экземпляра и выиграем спор о приоритете.

— Второе: режим коммерческой тайны — это правильный инструмент для защиты алгоритма как ноу-хау. Но он требует организационных мер. Вы должны вести журнал доступа к

секрету производства. Каждый, кто имеет доступ к алгоритму, должен расписаться в этом журнале. Каждая копия алгоритма должна быть учтена. Если вы этого не сделаете, а через три года кто-то из ваших же сотрудников уйдёт к конкурентам и унесёт идею, вы не сможете доказать, что он нарушил режим тайны. Потому что режима тайны не было — был только конверт.

— Третье: ООО — это хорошая форма для старта. Но имейте в виду: если вы будете выводить деньги через дивиденды, а компания обанкротится, кредиторы могут попытаться привлечь вас к субсидиарной ответственности. Поэтому в будущем, когда появятся серьёзные контракты, переходите на холдинговую структуру с ЗПИФом.

Он остановился, посмотрел на пластинку GaAs, лежавшую на столе.

— Это у вас образец? — спросил он.

— Да, — сказал Илья. — Из старых запасов «Росатома». Списанный, некондиционный. Но для тестов подойдёт.

— Похвально, — сказал Чегодаев. — Теперь о параллельном импорте. Я знаю таможенного брокера в Новосибирске. Он специализируется на высокотехнологичном оборудовании. Он понимает, как маркировать высокочастотные GaAs-компоненты, чтобы они прошли таможенную без проволочек. Не потому что он нарушает закон — потому что он знает закон лучше тех, кто его пишет. Я дам вам его контакты. Когда получите грант — звоните.

— А если не получим? — спросила Ася.

— Получите, — сказал Чегодаев. — Потому что российское право в сфере интеллектуальной собственности — это не свод запретов. Это набор инструментов, каждый из которых работает в определённых условиях. Ваша задача — не жаловаться, что инструменты несовершенны, а выбирать правильный инструмент для правильного момента. Грант — это тоже инструмент. Всего лишь инструмент. Вы его получите, потому что умные люди с хорошей идеей всегда получают грант Фонда Бортника, если правильно заполнили форму и не поленились приложить все документы. Фонд существует именно для таких, как вы. Просто большинство таких, как вы, не доходят до подачи заявки, потому что сайт висит.

Все четверо переглянулись. Чегодаев был прав про сайт, и это означало, что он действительно знал, о чём говорит.

— А ваша роль? — спросил Матвей. — Вы консультируете нас разово или...?

— Или, — сказал Чегодаев. — Я видел много стартапов. Большинство умирают не от отсутствия денег, а от юридической неграмотности. Инвесторы разводятся, партнёры кидаются, государство давит, конкуренты воруют. Тот, кто выживает, — это тот, кто понимает правила игры. Я помогу вам понимать правила. Не из альтруизма — у меня стандартная ставка патентного поверенного. Просто я люблю свою работу. Особенно когда клиенты — не очередные «хотели бы запатентовать вечный двигатель», а люди с настоящей идеей. А у вас, — он снова посмотрел на листы из лабораторного журнала, — настоящая идея. Сырая, дерзкая, скорее всего, неработоспособная в текущем виде. Но настоящая.

Он встал, собрал бумаги, убрал в портфель.

— Конверт готовьте. Завтра у нотариуса я буду с вами. Адрес и время я пришлю. Дальше — подавайте заявку на грант и начинайте строить ваш гибридный вычислитель. Когда заработает — звоните. Когда не заработает — тоже звоните. Я видел, как неработоспособные идеи становились работающими после правильной юридической упаковки. Это тоже часть инженерии, просто другая её ветвь.

Он пожал каждому руку и ушёл так же, как пришёл — ровно вовремя, без лишних слов, без прощаний. За окном снова начался дождь.

Вечером того же дня Илья получил от казахстанского посредника счёт на оплату — значит, цепочка работает и компоненты реально есть. Срок поставки после предоплаты — двенадцать недель.

— Три месяца, — сказал он, глядя в монитор. — И нужен аванс.

— Сколько? — спросил Матвей.

— Треть суммы. Я внесу своё выходное пособие и накопленные за годы в „Росатоме“ премиальные, — спокойно сказал Илья. — Это закрывает треть аванса. После этого мой личный счёт действительно станет нулевым. Возможно, мама будет против такого решения, но... у меня всё равно нет других вариантов использования этих средств. Только вот, три месяца мы не можем строить прототип.

— Можем, — сказала Лиза. — Мы можем писать софт. Математическую логику вероятностных весов можно отлаживать на кремниевых эмуляторах — просто считать нелинейности софтом, а не физикой. Медленно, неэффективно, но можно. Зато к моменту, когда GaAs-чипы придут, у нас будет готовое программное ядро, и мы сразу увидим, где софтовое приближение расходится с реальным железом.

— А математический аппарат? — спросила Ася.

— Я займусь, — сказала Лиза. — Струнная компактификация данных. Я покажу, как сворачивать многомерные тензоры в пространства Калаби-Яу. Это ускорит поиск корреляций на порядки. Теоретически.

— А я займусь нейромодуляторами, — сказал Матвей. — Тем, что мы обсуждали вчера: дофаминовый контур, норадреналиновый контур, ацетилхолиновый. Архитектурные аналоги. Если мы хотим, чтобы «Резонатор» не галлюцинировал, мы должны встроить модуляцию прямо в архитектуру, а не добавлять её потом.

Илья кивнул. Он уже открыл файл с документацией на кремниевый эмулятор, который они скачали из репозитория с открытым кодом (ещё одно спасибо мировому научному сообществу, которое пока не было их конкурентом, а было их фундаментом). Эмулятор был медленный, сырой, требовал странных зависимостей и не работал под Windows. Но это было хоть что-то.

Ночью они сидели в коворкинге Академпарк — Илья договорился о круглосуточном доступе за скромную доплату. Коворкинг был пуст: обычные резиденты расходились по домам к восьми вечера. Горел только свет над их угловым столом, где они расставили ноутбуки, распечатки и термосы. За окном чернели сосны. Где-то вдалеке, над темным массивом леса, высилась труба ТЭЦ — три красных огонька сигнальных маяков на фоне низкого ночного неба.

Матвей и Илья вышли на балкон. Дождь наконец прекратился. Воздух был свежий, почти осенний, хотя шёл июль.

— Три месяца, — сказал Матвей. — Пока наша заявка будет болтаться на экспертизе. Если за эти три месяца ожидания мы не напишем архитектуру, которая докажет, что мы вообще стоим этих грантовых денег, то... Идея без денег ничего не стоит.

— Это не так, — сказал Илья. — Идея без денег — это просто идея. Идея с деньгами — это ответственность. Ты просто боишься ответственности.

— Я боюсь, что ответственность измеряется не только деньгами, — Матвей не закончил. — Но и перед...

— Перед кем?

— Перед теми, кто поверит в нас. Перед теми, кто даст нам эти деньги. Перед теми, для кого мы всё это делаем. А главное — перед самой идеей. Если мы её уроним, никто другой её не поднимет. Потому что никто другой не понимает, что это такое.

Илья молчал. Он смотрел на огни Академгородка — редкие, разбросанные, но живые. В одном из этих огней, может быть, сидел сейчас такой же, как они, непризнанный аспирант со старыми листами бумаги, дешёвой ручкой и мечтой. Или будущий инвестор, который через фразу-другую вложит в них миллионы. Или будущий чиновник, который попытается их закрыть. Пока всё это было в будущем.

Пока было только настоящее: дождливый июль, четверо друзей, грантовая заявка и три месяца ожидания.

- Справимся, — сказал Илья. — Мы всегда справлялись.
- Мы никогда не делали ничего подобного.
- Тем интереснее.

Они вернулись в коворкинг. Ася уже засыпала над блокнотом — на последней странице было написано: «Вопрос: является ли адаптация к несправедливым правилам формой соглашения с ними? Или это единственный способ дожить до момента, когда правила можно будет изменить?» Лиза настраивала среду для эмуляции — что-то командной строкой, быстро, без колебаний, как будто разговаривала с машиной на её родном языке.

Матвей сел за ноутбук и открыл новый файл. Назвал его «Резонатор_0_1_архитектура». Написал первую строку: «Цель данного документа — описать архитектуру вычислительной системы, основанной на принципе минимизации свободной энергии в пространстве вероятностных весов». Остановился. Перечитал. Продолжил.

За окном, в темноте, занимался новый день. Дождь кончился, но небо ещё не прояснилось — оно только начинало светлеть, как будто кто-то медленно поворачивал регулятор яркости. В лаборатории, которая пока существовала только в виде схем на старых листах бумаги и файлов на ноутбуке, начиналась работа. Долгая. Трудная. Вероятнее всего — безуспешная. Но настоящая.

Где-то в Петербурге, в юридической конторе, Владимир Сергеевич Чегодаев перечитывал копию их схемы, которую попросил оставить «для ознакомления» — разумеется, после того, как они подписали NDA; он был профессионалом и чужих тайн не крал. Он уже знал, что эти четверо — не очередные мечтатели с вечным двигателем. Он знал, что это серьёзно. И он уже начинал продумывать юридическую архитектуру, которая понадобится им не сегодня, не завтра, а через два-три года, когда игра станет по-настоящему крупной. Но это будет потом. Пока — первая заявка, первая поставка, первая строчка кода.

Пока — только начало.

Глава 3. Рождение прототипа: запах озона и горелого текстолита

Три месяца ожидания GaAs-компонентов превратились в три месяца непрерывной работы над программной архитектурой. Это было странное время — как если бы строители храма, заказав мрамор для колонн, вместо того чтобы сидеть сложа руки, начали возводить деревянную модель в натуральную величину: временную, недолговечную, но позволяющую увидеть будущее здание целиком. Кремниевый эмулятор, на котором они отлаживали «Резонатор», был медленным, как почта в девятнадцатом веке, но даже на нём идея, родившаяся на листе бумаги, начала обретать плоть.

К концу сентября Илья собрал первый физический прототип гибридного вычислителя. Не полноценный — без GaAs-чипов, которые всё ещё плыли через сингапурскую таможню, — а демонстрационный стенд: фотонный сопроцессор, собранный Ильёй вручную из оптоволокон, лазерных диодов и модуляторов — комплектующие чудом нашлись на складе обанкротившегося завода оптического оборудования в соседнем Томске, и кремниевый CPU в качестве временной замены GaAs-модуля. Стенд стоял на самодельной стойке из алюминиевых профилей, собранной Ильёй за двое суток с помощью болгарки, шуруповёрта и ненормативной лексики. Стойка выглядела неказисто — перекошенная, с заусенцами, с кабель-каналами, примотанными изолентой, — но Илья гордился ею, как художник гордится рамой, в которую ещё не вставлен холст.

— Это не стойка, — говорил он каждому, кто заходил в коворкинг. — Это инженерный манифест. Видите эти профили? Они выдерживают двести килограммов нагрузки. А эти кабель-каналы — это не просто пластик, это армированный стекловолокном полиамид. Дорого? Да. Надёжно? Навсегда.

Восьмого октября, во вторник, компоненты наконец пришли. Илья лично поехал на таможенный склад — курьеру он, конечно, доверял, но этот момент обязан был увидеть своими глазами. Три маленькие коробки, обернутые антистатической плёнкой, с маркировкой на английском и китайском. Внутри, запаянные в вакуумные пакеты, лежали заказанные кристаллы. Он вёз их в коворкинг как величайшую драгоценность — на пассажирском сиденье, пристёгнутые ремнём безопасности, со скоростью не выше шестидесяти километров в час. Матвей потом шутил, что Илья предохранялся больше, чем при перевозке новорождённого, и это было почти правдой.

Сборка основного прототипа заняла ещё неделю. Это были семь дней, которые никто из участников не забудет никогда. Они работали почти круглосуточно. Ася спала на раскладушке, привезённой из дома (армейская, с панцирной сеткой, неудобная до скрежета в позвоночнике, но своя). Илья припаивал выводы высокочастотных GaAs-микросборок к текстолитовой плате с маниакальной точностью, используя микроскоп, который одолжил у старого приятеля с кафедры физики НГУ. Руки у него дрожали только в первый час — потом включилась мышечная память, и пайка пошла ровно, чисто, без единого «сопняка». Лиза сидела над топологией данных, отлаживая алгоритм струнной компактификации — тот самый, который несколько недель назад существовал только в виде формул в её блокноте, а теперь обретал жизнь в коде. Матвей писал «Контур безопасности» — модуль, который должен был предотвратить галлюцинации системы, ещё не зная, что через много лет именно этот модуль ляжет в основу «Протокола Сократа» и спасёт компанию от политического давления (но это будет потом).

К тринадцатому октября всё было готово. Гибридный вычислитель «Резонатор 0.1» стоял на алюминиевой стойке — уже не перекошенной, а аккуратно выровненной по лазерному уровню (Илья не простил бы себе кривой стойки для настоящего прототипа). Три типа про-

цессоров были соединены оптоволоконными линиями и медными шинами. Фотонный сопроцессор тихо гудел на частоте, близкой к ультразвуку, и этот звук ощущался не ушами, а где-то в костях — низкий, непрерывный, как если бы рядом работала очень тихая турбина. GaAs-чип мерцал контрольными светодиодами. Кремниевый CPU тихо жужжал вентиляторами охлаждения. Микроканальная система, собранная из медицинских капельниц и помпы высокого давления от кофемашины (временное решение, позже заменённое на промышленный насос), прокачивала диэлектрическую жидкость через теплообменник.

— Красиво, — сказала Ася.

— Не то слово, — сказал Илья. — Это самое красивое, что я видел в жизни. А я видел атомный реактор.

— Заводи, — сказал Матвей.

Первый запуск произошёл в два часа ночи. Не по плану — по плану они собирались запускаться завтра утром, на свежую голову. Но около полуночи Илья закончил последнюю проверку контактов, Лиза дописала последний блок кода, Матвей выверил последний параметр конфигурации, и они поняли, что не уснут, даже если попытаются. Ожидание было невыносимее риска.

Коворкинг давно опустел. Дневная смена разошлась по домам. В угловом помещении горел только свет над стойкой. Четверо стояли вокруг неё и смотрели на монитор, на котором отображалась консоль управления «Резонатором».

— Запускаю, — сказал Матвей и нажал Enter.

Первые десять минут ничего не происходило. Метрики стояли на нуле. Фотонный сопроцессор гудел, GaAs-чип светился контрольными диодами, вентиляторы CPU крутились, но на консоли не появлялось ни одной строки. Система молчала.

— Что-то не так, — сказал Илья. — Должна быть хотя бы инициализация.

— Подожди, — сказал Матвей. — Она думает.

— Что значит — думает? Инициализация — это не думание. Инициализация — это «я запустилась, проверяю компоненты, всё ок». Где инициализация?

— Ты ждёшь от неё поведения, как от обычной системы. Она не обычная. Дай ей время.

Прошло ещё пять минут. Илья уже потянулся к осциллографу, чтобы проверить контакты на фотонном интерфейсе, когда метрики начали двигаться.

Это было не плавное движение. Это были волны. Показатели функции потерь, которые у обычной нейросети монотонно снижаются в процессе обучения, здесь пошли кругами — сначала вверх, потом вниз, потом снова вверх, расходящимися концентрическими волнами, как если бы в спокойную воду бросили камень. Потом волны начали сходиться — медленно, неровно, но неуклонно.

— Это не градиентный спуск, — прошептала Лиза. — Это вообще не градиентный спуск.

— А что? — спросила Ася.

— Это релаксация, — сказал Матвей. — Как жидкость находит уровень. Сначала плещется, потом успокаивается. Она не минимизирует ошибку. Она минимизирует удивление.

Метрики продолжали сходиться. Через сорок минут после запуска показатели стабилизировались на уровне, который для обычной нейросети считался бы провалом — функция потерь была в несколько раз выше, чем у стандартных моделей. Но это была не та функция потерь. Это было что-то другое — мера внутреннего равновесия, которая не имела прямого аналога в классическом машинном обучении.

— Она готова, — сказал Матвей. — Давайте дадим ей первую задачу.

Первой задачей была логистическая оптимизация для склада автозапчастей в промзоне Новосибирска. Владелец склада, Сергеич, бывший однокурсник Ильи по техникуму, согласился предоставить данные за ящик пива — без всякой надежды на результат, просто из дружеского расположения. Задача звучала просто: оптимизировать маршруты трёх погрузчиков

так, чтобы минимизировать суммарный пробег при обработке заказов за смену. Классическая задача коммивояжёра, умноженная на три, с дополнительными ограничениями по времени и совместимости грузов. Для человека — головоломка на полдня. Для обычного софты — перебор вариантов с эвристиками. Для «Резонатора» — тест на способность находить аттракторы в пространстве решений.

Лиза загрузила данные. «Резонатор» принял их и замолчал — на этот раз осознанно, с индикатором «идёт обработка». Через одиннадцать минут он выдал результат.

Результат был странный. Начальник склада, молодой мужик с тридцатилетним стажем по имени Палыч, приехавший в коворкинг лично (из любопытства и за пивом), смотрел на схему маршрутов минут пять, шевеля губами.

— Это неправильно, — сказал он наконец. — Вот тут погрузчик едет не туда, где товар лежит, а в обход. Через третий стеллаж, потом мимо второго, потом разворачивается и только тогда к товару. Какого чёрта?

Матвей и Илья переглянулись.

— А вы проверьте, — сказала Лиза. — Пересчитайте.

Палыч ещё раз посмотрел на схему, потом — на распечатку складской карты, которую привёз с собой. Взял ручку и начал считать на бумаге. Считал долго — минут десять. Потом поднял голову, и лицо у него было, как у человека, который увидел, что вода течёт вверх.

— Это правильно, — сказал он. — Пауза. — Это очень неправильно, что это правильно.

Экономия пробега составила семнадцать процентов. Для склада с оборотом в несколько миллионов рублей в месяц это означало сотни тысяч рублей экономии в год — на одном только топливе для погрузчиков, не считая амортизации и времени персонала.

Сергеич, которому Палыч позвонил сразу же, приехал через час с ящиком пива, как обещал, и ещё с одним — сверх обещанного. Он долго стоял перед стойкой, смотрел на мигающие светодиоды и наконец спросил:

— Ребята, а вы вообще понимаете, что у вас получилось?

— Пытаемся понять, — честно сказал Матвей.

— Вы не пытайтесь. Вы продавайте. Я первый клиент. Беру на год. Сколько?

Цену они тогда назвали смешную — просто аренду оборудования плюс скромные деньги на зарплату. Сергеич согласился не торгуясь, что было лучшим доказательством того, что цена действительно смешная и надо бы её поднять. Но это будет потом. Сейчас они просто смотрели на работающий прототип и не могли поверить, что он работает.

В ту же ночь, уже под утро, когда Сергеич уехал, а Ася заснула прямо на раскладушке, не дописав очередной вопрос в блокноте (там осталось: «Вопрос: если машина нашла решение, которое мы не понимаем, кто на самом деле решил задачу — она или...») — на этом месте ручка соскользнула), — в ту же ночь Илья заметил аномалию.

Он перепроверял логи GaAs-чипа — просто на всякий случай, потому что первый запуск всегда выявляет скрытые проблемы. И увидел то, чего не ожидал. На определённых тактовых частотах — тех самых, на которых «Резонатор» просчитывал маршруты погрузчиков, — сигнал запаздывал на 0.0001% меньше расчётного. Не больше — меньше. Как будто чип на микроскопическую долю секунды опережал то, что предсказывала теория.

Илья проверил осциллограф. Перезагрузил. Изменил тактовую частоту. Эффект исчез при одних частотах и снова появлялся при других — узкая полоса в районе двухсот десяти мегагерц. Он просидел над этим до рассвета, но так и не нашёл объяснения.

— Ладно, — сказал он себе, закрывая ноутбук. — Погрешность измерительного оборудования. Или наводка от фотонного контура. Или просто усталость.

Он занёс наблюдение в журнал с пометкой «требуется повторных измерений» и лёг спать. Через несколько месяцев эта аномалия всплывёт снова, и уже не как погрешность, а как первое проявление эффекта, который позже назовут темпоральной блокадой. Но это — в будущем.

Пока — просто запись в журнале и усталый инженер, спящий на раскладушке рядом с работающим прототипом.

Новость о первом успешном тесте разошлась по сарафанному радио Новосибирска с такой скоростью, какой не добиться никакой рекламной кампанией. Сергеич рассказал знакомым — владельцам автосервисов и небольших транспортных компаний. Те рассказали своим. Через неделю у команды было три мелких заказчика: ещё один склад, служба доставки еды и небольшая транспортная компания, занимавшаяся междугородними перевозками. Деньги были копеечные — хватало на аренду коворкинга и на лапшу быстрого приготовления, которой они питались в режиме «две пачки на четверых». Но это были первые живые подтверждения того, что идея работает не только в теории, не только на тестовых данных Сергеича, а в реальной жизни — с грязными данными, неполными накладными и вечно опаздывающими водителями.

Именно тогда в коворкинг приехал Геннадий Петрович Ушков.

О нём в новосибирских деловых кругах говорили разное. Одни называли его «бизнес-ангелом» — за готовность вкладывать в стартапы на самой ранней стадии. Другие — «стервятником» — за то, как он эти стартапы потом поглощал. Третьи предпочитали нейтральное «человек девяностых» — и это было, пожалуй, самое точное определение. Ушков сколотил состояние на перепродаже цветного металла в ту эпоху, когда заводы банкротились, а их оборудование продавалось за копейки. Теперь, в свои пятьдесят восемь лет, он хотел выглядеть солидно. Он инвестировал в инновации — не потому что понимал их, а потому что это звучало солидно на встречах с другими такими же, пахло будущим и давало право носить пиджак с нашивкой «инновационный предприниматель» на деловых форумах.

Он приехал на Mercedes GLS с водителем. Водитель остался в машине — читать газету «Коммерсантъ» и пить кофе из термокружки. Сам Ушков — грузный, в костюме, который стоил как весь их прототип, — вошёл в коворкинг, осмотрел помещение с видом человека, ожидавшего увидеть что-то более впечатляющее, и направился к угловому столу, где стояла алюминиевая стойка.

— Это оно? — спросил он, указывая на стойку пальцем с золотым перстнем.

— Это, — сказал Илья.

Ушков обошёл стойку кругом. Постоял. Посмотрел на осциллограф. На фотонный сопроцессор. На капельницы системы охлаждения. Вероятно, он ожидал увидеть нечто вроде дата-центра из рекламных буклетов — ряды серверных шкафов, мигающие синие диоды, кондиционированный воздух. А увидел алюминиевые профили, изоленту, помпу от кофемашины и четверых молодых людей с красными от недосыпа глазами.

— Сколько? — спросил он.

— Что — сколько? — не понял Матвей.

— Сколько вы хотите за долю?

Матвей и Илья переглянулись. Они ещё не обсуждали оценку компании — им не приходило в голову, что кто-то захочет оценить четыре алюминиевые стойки и арендованный угол в коворкинге.

— Мы не продаём долю, — сказал Матвей. — По крайней мере, пока.

— Все так говорят, — улыбнулся Ушков. Улыбка была широкая, но не добрая — такая улыбка бывает у людей, которые привыкли, что их предложения не обсуждаются. — А потом приходят ко мне и просят денег на любых условиях. Давайте сразу к делу. Я предлагаю три миллиона рублей за восемьдесят процентов компании. Вы остаётесь при двадцати, работаете, развиваете продукт, я не вмешиваюсь. Чисто финансовый партнёр.

Повисла пауза. Три миллиона рублей — это было в шесть раз больше гранта, за который они боролись. Это были деньги, которые могли оплатить аренду на год вперёд, закупить

нормальное оборудование, нанять ещё одного инженера. Это была сумма, которая превращала мечту в работу.

— Восемьдесят процентов, — повторила Лиза. — За три миллиона. То есть вы оцениваете компанию в три миллиона семьсот пятьдесят тысяч рублей.

— Совершенно верно. — Ушков, кажется, не ожидал, что девушка с ходу посчитает капитализацию в уме.

— А на основании чего? — спросила она. — У нас три контракта. Каждый приносит около тридцати тысяч рублей в месяц. Это девяносто тысяч. Умножаем на двенадцать — миллион восемьдесят тысяч годовой выручки. Но у нас ещё нет годовой истории. У нас три недели.

— Вот именно, — сказал Ушков. — У вас три недели. Вы никто. Без меня вы так и останетесь никем. Я даю вам не деньги. Я даю вам статус. Связи. Возможность выйти на настоящих заказчиков, а не на эти ваши склады автозапчастей.

— А зачем вам восемьдесят процентов? — спросила Ася. — Почему не пятьдесят один? Или не сорок девять?

Ушков посмотрел на неё, как на ребёнка, задавшего бестактный вопрос.

— Потому что я беру на себя все риски. Вы молодые, вы ничего не понимаете в бизнесе. Я таких, как вы, видел — загораются, а через полгода прогорают. Я рискую деньгами. Вы рискуете только временем. Справедливо, если контроль будет у того, кто рискует.

— Мы рискуем не только временем, — сказал Матвей. — Мы рискуем идеей.

— Идея без денег ничего не стоит.

— Вы повторяетесь, — заметила Лиза.

Ушков перестал улыбаться.

— Я сделал предложение, — сказал он. — Думайте. Но недолго. Через месяц вы придёте ко мне сами, но условия будут хуже. Сейчас три миллиона за восемьдесят процентов. Через месяц — два за восемьдесят пять. Ещё через месяц — миллион за девяносто. Потому что без денег вы сохнете, а денег вам никто, кроме меня, не даст. Я единственный, кто готов рисковать. Остальные будут ждать, пока вы докажете, что чего-то стоите. А доказать без денег вы не сможете. Парадокс. — Он, кажется, гордился этим словом.

Он ушёл, оставив после себя запах дорогого одеколona и ощущение липкости, как будто в комнате побывало что-то скользкое. Водитель отложил «Коммерсантъ», Mercedes мягко отъехал от входа. Четверо остались стоять вокруг стойки.

— Три миллиона, — сказал Илья. — Это...

— Это кабала, — сказала Лиза. — Восемьдесят процентов за посевные деньги — это кабала. Мы станем наёмными работниками в собственной компании. При следующем раунде наша доля размоется ещё. Через два-три года у нас останется пять процентов и право уйти.

— А если без следующего раунда? — спросила Ася. — Если на эти три миллиона мы построим продукт и начнём зарабатывать?

— Тогда Ушков получает восемьдесят процентов прибыли просто за то, что однажды дал три миллиона. Это называется «инвестиции», но на самом деле это покупка контроля по цене входа. Мы продаём будущее за копейки.

— А что предлагаешь ты?

Лиза вздохнула. Она уже думала об этом — заранее, потому что знала: рано или поздно такой разговор состоится.

— Есть цивилизованные инструменты привлечения инвестиций. Конвертируемый заём с valuation cap. Инвестор даёт деньги не в обмен на долю сейчас, а в долг с правом конвертации в долю на следующем раунде по заранее оговорённой оценке. Если компания вырастет — инвестор получает скидку за риск. Если нет — его долг остаётся долгом, и он не получает контроля. Для этого в российском праве есть статья четыреста двадцать девять точка два ГК РФ — опцион.

— Или SAFE-нота, — добавила Ася. — В американской практике — Simple Agreement for Future Equity. У нас её нет в чистом виде, но Чегодаев говорил, что можно адаптировать через договор конвертируемого займа.

— Или ЗПИФ, — сказала Лиза. — Закрытый паевой инвестиционный фонд для структурирования долей. Чтобы избежать корпоративного шантажа со стороны миноритариев. Если у тебя доля размазана по паям, ты не можешь прийти и сказать «я миноритарий, верните мне мои деньги, или я заблокирую любое решение».

— Смысл один, — подытожил Матвей. — Инвестор получает не долю сразу, а право на долю при следующем раунде. По заранее оговорённой максимальной оценке. Хочешь рискнуть — получай скидку за риск. Не хочешь — не лезь в посевную стадию. Это честно.

— Ушкову это не понравится, — сказал Илья.

— А нам не нужно, чтобы ему нравилось. Нам нужно, чтобы компания осталась нашей.

На следующий день приехал Чегодаев. Он выслушал историю про Ушкова молча, не перебивая. Потом обвёл ребят долгим, понимающим взглядом и сказал:

— Вы приняли правильное решение. Не потому что Ушков плохой человек. Я не знаю, какой он человек. Я знаю, что его предложение — это стандартная схема поглощения на ранней стадии. Три миллиона за восемьдесят процентов. Вы отказываетесь — он обижается и уходит. Вы соглашаетесь — он становится вашим хозяином. Через полгода он приведёт своего директора, который «лучше разбирается в бизнесе». Ещё через полгода ваши должности переименуют в «ведущих специалистов». Ещё через год вы уволитесь, потому что не сможете работать на человека, который считает, что арсенид галлия — это сорт минеральной воды.

— Так что нам делать? — спросила Лиза.

— То, что вы уже делаете. Искать клиентов. Работать. Расти. Когда придёт время привлекать инвестиции — используйте правильные инструменты. Конвертируемый заём. Опцион. ЗПИФ. Я помогу с документами. А от Ушкова держитесь подальше. Он не злодей, который хочет вам навредить, просто он не понимает, что покупает. А непонимающий инвестор в совете директоров — это постоянный источник давления в сторону «быстрых денег» вместо «правильного продукта».

— Мы тоже не понимаем до конца, что строим, — заметила Ася.

— Вы не понимаете до конца, потому что это новое. А он не понимает, потому что это сложное. Разница огромная. Вы не понимаете из-за избытка знаний. Он — из-за их отсутствия. Первое лечится временем. Второе не лечится ничем.

Вечером того же дня они снова сидели в углу коворкинга — четверо плюс Чегодаев, который задержался дольше обычного. На столе стоял ящик пива от Сергеевича (второй, первый кончился вчера). Настроение было смешанное. С одной стороны — они отказались от трёх миллионов рублей. Для людей, которые считали каждую сотню на лапшу и проездной, это казалось безумием. С другой — они сохранили независимость и, как ни странно, почувствовали себя сильнее.

— Мы строим не бизнес, — сказал Матвей, глядя на стойку, где мигал светодиодами «Резонатор 0.1». — Мы строим технологию. Бизнес — это способ не умереть с голоду, пока мы её строим. Если мы перепутаем цель и средство, мы станем ещё одной компанией, продающей «решения для бизнеса». Я не хочу продавать решения для бизнеса. Я хочу понять, как работает мышление.

— Мышление не платит аренду, — сказал Илья. — Но я тебя понял.

Лиза пересчитывала бюджет на старом лабораторном листе. На том самом, что остался от исторической первой схемы — Матвей тогда склеил эти листы скотчем, а теперь Лиза перевернула один из них чистой стороной, где еще оставалось немного свободного места и писала аккуратные небольшие колонки цифр. Получалось, что денег хватит на четыре недели. Мак-

симум — на шесть, если отказаться от обновления лицензий на ПО и перейти на бесплатные аналоги.

— Четыре недели, — сказала она. — Грантовые деньги ушли на таможенную и сингапурских посредников, а клиенты пока платят копейки, которых хватает только на аренду коворкинга и реактивы. Денег на жизнь хватит на четыре недели. Потом — финансовая пропасть.

— Потом — новые заказчики, — сказал Илья. — Сарафанное радио работает. У нас три клиента сейчас. Через месяц будет пять. Через три — десять. Это не миллионы, но это позволит нам продержаться.

— А если нет? — спросила Ася.

— Тогда мы вернёмся к Ушкову, — сказал Илья. — Но на своих условиях. С конвертируемым займом и потолком оценки. Если он откажется — найдём других инвесторов. Мы доказали, что технология работает. Три клиента — это не ноль. Это старт.

Ася записала в блокнот: «Вопрос: что страшнее — остаться без денег или продать контроль? И почему мы уверены, что первое страшнее второго?» Она перечитала написанное и добавила: «Мы отказались от денег. Мы выживем. Главное — не переставать верить, что то, что мы делаем, имеет смысл».

Ночью Матвей остался в коворкинге один. Ася уехала с Лизой в их съёмную квартиру. Илья ушёл проверять какую-то деталь для системы охлаждения — у него была мастерская в гараже на окраине Новосибирска, куда он возвращался, когда не спал в коворкинге. Чегодаев уехал к себе в контору, забрав копии документов и оставив после себя запах старой бумаги и машинного масла.

Матвей сидел перед терминалом «Резонатора». На мониторе тихо обновлялись метрики — показатели свободной энергии, пластичности контуров, карта активаций фотонного сопроцессора. Карта была красивой — переливалась синим и фиолетовым, как северное сияние в миниатюре. Где-то в этих переливах система искала аттракторы для завтрашних задач — не спеша, как опытный шахматист, продумывающий партию на десять ходов вперёд.

Он достал рабочий журнал и записал:

«Первый запуск "Резонатора 0.1". Система показала способность решать NP-сложные задачи оптимизации методом релаксации в пространстве вероятностных весов. Время решения задачи, сопоставимой по сложности с задачей коммивояжёра с тремя агентами и ограничениями, — одиннадцать минут. Сравнение с классическими методами пока невозможно — нет аналогов. Зафиксировать: экономия пробега 17% — это практический результат, а не лабораторный. У нас три клиента. Это не деньги. Это доказательство принципа».

Он остановился. Перечитал. Открыл новую страницу — ту, где на полях, почти машинально, написал когда-то про сознание и физику. Ничего не добавил. Просто перечитал и закрыл журнал.

За окном коворкинга лежал ночной Новосибирск — редкие огни в окнах, тёмные громады заводов на том берегу Оби, длинные цепочки фар на Димитровском мосту. Где-то там, в этих заводских корпусах, работали склады, логистические центры, диспетчерские. Они пока не знали, что через несколько лет их будет оптимизировать система, рождённая в этом углу с алюминиевой стойкой и помпой от кофемашины. Но Матвей, глядя на эти огни, чувствовал странное — как будто мир уже изменился. Просто ещё не знал об этом.

Он выключил свет. «Резонатор» продолжал работать — тихо, без участия человека, пересчитывая что-то своё, недоступное пониманию даже создателей. Завтра им предстояло решать новые задачи, искать новых заказчиков, бороться с новыми трудностями. Но сегодня, сейчас, в тишине ночного коворкинга, они выиграли первый раунд. Не у конкурентов. Не у рынка. У собственного страха перед будущим.

Утро застало его спящим на раскладушке, голова лежала на том самом рабочем журнале, в котором осталась запись: «Если сознание — это физика, а не метафора, то оно измеримо. И

если оно измеримо — его можно передать». Запись ждала своего часа. Ей оставалось лежать в журнале ещё долгих пятьдесят лет. Но первые слова уже были написаны. Технология сделала первый вдох. И это было только начало.

Глава 4. Нейробиология и допинг-контроль для ИИ

Первые недели после запуска «Резонатора 0.1» были эйфорическими. Три клиента превратились в пять, пять — в восемь. Сарафанное радио работало безотказно: владельцы складов, логистических компаний и небольших производств в промзоне Новосибирска передавали друг другу контакты «странных ребят из Академгородка, у которых железка считает лучше, чем опытный диспетчер». Деньги по-прежнему были небольшими — копейки по меркам серьёзного бизнеса, — но их хватало на аренду коворкинга, на желательную замену помпы от кофемашины промышленным насосом и даже на зарплату самим себе в размере пятнадцати тысяч рублей в месяц. По меркам безработных аспирантов это было богатство.

А потом «Резонатор» начал галлюцинировать.

Первым заметил Илья. Он перепроверял результаты оптимизации для службы доставки еды — стандартная задача, которую система решала уже десятки раз. Но на этот раз рекомендация выглядела странно. «Резонатор» предлагал добавить дополнительный рейс по маршруту, который проходил через мост. Всё бы ничего, но моста в этом месте не было. Был проект моста, отвергнутый городской администрацией ещё в две тысячи двенадцатом году, — «Резонатор» каким-то образом откопал его в старых градостроительных планах, загруженных в систему для совершенно другой задачи, и включил в транспортную сеть как существующий.

— Она придумала мост, — сказал Илья, глядя на схему маршрута. — Понимаешь? Она придумала мост, потому что с ним маршрут становится красивым.

— Красивым? — переспросил Матвей.

— Симметричным. Сбалансированным. Все точки доставки ложатся на идеальную кривую с минимальным суммарным пробегом. Без моста — ломаная линия, пробег больше. С мостом — эллипс. Она выбрала эллипс, потому что он математически элегантнее.

— Она помечтала, — тихо сказала Лиза, заглядывая в монитор через плечо Ильи.

Это было точное слово. Именно помечтала. Не ошиблась — ошибка подразумевает неправильный расчёт, сбой в логике или в данных. А здесь расчёт был безупречным. Входные данные содержали старые градостроительные планы, где мост существовал как проектная единица. Система не отличала «проект» от «факта». Она видела непротиворечивую информацию и встраивала её в свою модель мира. Модель получалась красивая, внутренне согласованная, и неверная.

— Это не баг, — сказал Матвей. — Это структурная особенность.

Он отошёл к окну и долго смотрел на Обь — настоящую, без моста в неполюженном месте. Потом повернулся к команде.

— Мы построили систему, которая может представить то, чего нет. Это опасно не потому, что она ошибается. Опасно то, что её ошибки красивы. Они элегантны. Они математически устойчивы. Она не просто галлюцинирует — она находит самый глубокий минимум свободной энергии, и иногда этим минимумом оказывается мираж.

Ася записала в блокнот: «Вопрос: если система находит красивый ответ, который не соответствует реальности, — это ошибка или творчество? И где граница между воображением и галлюцинацией?»

Это был не риторический вопрос. Он требовал инженерного решения.

Они собрались на чрезвычайное совещание в тот же вечер. На столе стояли кружки с чаем (остывшим, как обычно), распечатки логов «Резонатора» за последние три дня с помеченными аномалиями и ноутбук с открытым интерфейсом мониторинга. Илья перечислил все зафиксированные странности: рекомендация дополнительного рейса через несуществующий мост была самой заметной, но не единственной. Система ещё дважды предлагала решения, которые выглядели логично, но не соответствовали физическим ограничениям — например,

предполагала, что погрузчик может проехать сквозь стену, потому что на карте склада эта стена не была отмечена как препятствие.

— Проблема глубже, чем кажется, — сказал Матвей. — В классических нейросетях галлюцинация — это результат переобучения или нехватки данных. Система выдаёт уверенный ответ, потому что не знает, что она чего-то не знает. У нас другая ситуация. «Резонатор» не просто уверен в неверном ответе. Он находит аттрактор, который математически устойчивее реальности.

— Объясни, — сказала Лиза.

— Помните аналогию с шаром на ландшафте? «Резонатор» ищет минимум свободной энергии. Представьте ландшафт с двумя впадинами. Одна — настоящая, соответствующая реальному миру. Вторая — глубже и ровнее, но она соответствует миру, в котором есть мост через Обь в том месте, где нам удобно. Система скатывается во вторую впадину не потому, что она ошиблась в расчётах. Она скатывается туда, потому что эта впадина действительно глубже. Мираж притягательнее реальности.

— Как мираж в пустыне, — сказала Ася. — Озеро, которого нет, но которое видит путник. Это не ошибка зрения. Это физика: слои воздуха разной температуры преломляют свет так, что изображение неба выглядит как вода. Физика миража честная. Реальность, которую он показывает, — ложная.

— Именно. «Резонатор» видит математический мираж. Физика расчёта честная. Результат — ложный. И мы не можем просто сказать ему «не галлюцинируй». Галлюцинация — это не функция, которую можно отключить. Это прямое следствие архитектуры, основанной на минимизации свободной энергии. Если мы отключим способность находить глубокие аттракторы, мы отключим способность решать задачи быстрее классических нейросетей.

— Тогда что? — спросил Илья. — Как заставить её отличать мираж от реальности?

Матвей помолчал. Он снова подошёл к окну, потом вернулся к столу.

— Нужно посмотреть, как эту проблему решает биологический мозг, — сказал он. — Мозг — это тоже система, которая минимизирует свободную энергию. Он тоже строит внутреннюю модель мира и сравнивает её с входящими сигналами. Он тоже может галлюцинировать — во сне, при сенсорной депривации, при некоторых психических расстройствах. Но в норме здоровый мозг отличает воображение от реальности. Почему?

— Потому что у него есть механизмы проверки, — сказала Ася.

— Какие именно?

Ася задумалась. Она, в отличие от остальных, читала не только статьи по машинному обучению, но и по нейробиологии — из чистого интереса, потому что граница между мозгом и машиной всегда казалась ей самой важной границей современной науки.

— Нейромодуляторы, — сказала она наконец. — В мозге есть вещества, которые не передают информацию, а меняют режим работы всей системы. Дофамин — сигнал о неожиданном вознаграждении. Если реальность оказалась лучше ожиданий — закрепляем те связи, которые привели к успеху. Норадреналин — сигнал о неожиданной угрозе или новизне. Если реальность оказалась хуже ожиданий — усиливаем внимание, повышаем чувствительность к деталям. Ацетилхолин — сигнал о неопределённости. Если реальность непонятна — делаем всю систему более пластичной, готовой к обучению. Серотонин — сигнал о долгосрочном балансе. Если система слишком долго находится в стрессе — возвращаем её в равновесие.

— Это не просто химия, — сказал Матвей. — Это архитектура. Нейромодуляторы — это распределённая система контроля, которая работает параллельно с основной системой обработки информации. Они не говорят мозгу, что думать. Они говорят мозгу, как думать — в каком режиме, с какой скоростью обучения, с каким уровнем доверия к собственным предсказаниям.

— И мы можем сделать то же самое, — сказала Лиза. — Архитектурные аналоги нейромодуляторов. Отдельные модули, которые мониторят состояние «Резонатора» и меняют его режим работы.

Они прорабатывали детали до трёх часов ночи. Спать не хотелось — энергия идеи, как это часто бывает, заменяла кофеин.

К утру у них был первый набросок архитектуры нейромодуляторов.

Первый контур — «дофаминовый» — корректировал скорость обучения в зависимости от того, насколько предсказание совпало с реальностью. Если «Резонатор» предсказал время доставки с точностью до минуты — паттерн закрепляется, связи усиливаются. Если предсказание провалилось — обучение ускоряется, система быстрее перестраивает модель. Это было похоже на классический градиентный спуск, но с одним отличием: скорость обучения не была константой, заданной человеком. Она определялась самой системой на основе внутренней меры успеха.

Второй контур — «норадреналиновый» — отслеживал аномалии во входных данных. Если данные начинали расходиться с ожиданиями системы — контур временно повышал чувствительность к деталям. Это был аналог того, что в психологии называется «ориентировочным рефлексом»: когда вы слышите неожиданный звук, ваш мозг мгновенно переключается в режим повышенной готовности. «Резонатор» теперь делал то же самое: если реальность вела себя не так, как он ожидал, он переставал доверять собственным предсказаниям и начинал пристальнее всматриваться в данные.

Третий контур — «ацетилхолиновый» — управлял глобальной пластичностью. Когда система сталкивалась с принципиально новой задачей, контур делал всю сеть более гибкой, позволяя быстрее перестраивать связи. Когда задача была знакома, пластичность снижалась, и сеть работала как хорошо отлаженный механизм. Это предотвращало, с одной стороны, косность (неспособность учиться новому), с другой — катастрофическое забывание (когда новое знание полностью стирает старое).

Четвёртый контур — «серотониновый» — предложила Ася, и поначалу Илья сопротивлялся.

— Зачем нам тормоз? — спрашивал он. — Первые три контура ускоряют и улучшают обучение. А этот — замедляет.

— Именно поэтому он нужен, — сказала Ася. — Представь, что система сталкивается с нерешаемой задачей. Данные противоречивы, паттернов нет, любой ответ будет ошибочным. Без серотонинового контура она будет бесконечно повышать пластичность и чувствительность, пытаясь найти решение там, где его нет. Это путь к паранойе и галлюцинациям. Серотониновый контур говорит: «Остановись. Задача не решается. Вернись в равновесие. Попробуй позже с другими данными». Это не тормоз. Это предохранитель.

— Здоровый скептицизм, — сказал Матвей. — Способность сказать «я не знаю».

— Именно, — кивнула Ася. — То, чего нам самим часто не хватает.

Четыре контура, четыре архитектурных модуля, ни один из которых не был запрограммирован жёстко — каждый самонастраивался в процессе работы. Они не говорили «Резонатору», что думать. Они говорили ему, как думать — точнее, в каком режиме думать в зависимости от того, что происходит вокруг и внутри самой системы.

Лиза взялась за математический аппарат. Задача была нетривиальной: четыре контура, каждый со своей динамикой, должны были работать параллельно, не входя в резонанс друг с другом и не создавая колебаний. Классические методы управления — PID-регуляторы и тому подобное — здесь не подходили, потому что система была нелинейной и многомерной. Нужно было что-то принципиально новое.

— Помнишь струнную компактификацию? — спросила она Матвея.

— Конечно. Твоя идея сворачивать многомерные тензоры через пространства Калаби-Яу.

— Я думаю, это можно применить к нейромодуляторам. Если представлять состояние всех четырёх контуров как колебания в дополнительных измерениях, задача согласования сводится к поиску резонанса — и это аналитическая задача, которая решается без перебора.

— То есть ты хочешь, чтобы нейромодуляторы общались друг с другом через компактифицированные измерения?

— Не общались — резонировали. Как струны в музыкальном инструменте. Когда одна струна колеблется, другие начинают колебаться в ответ, если настроены на гармоники. Нейромодуляторы должны быть настроены так, чтобы их динамика была гармонической, а не хаотической.

— Это... красиво, — сказал Матвей. — И жутко сложно.

— Сложно — это интересно. Если бы было просто, мы бы не были первыми.

Лиза работала над математикой нейромодуляторов две недели почти без сна. К концу второй недели она представила команде первый прототип кода. Это был не готовый продукт — скорее доказательство принципа. Четыре контура, реализованные как отдельные тензорные сети, подключённые к основному ядру «Резонатора» через интерфейс, который Лиза назвала «компактифицированной шиной». Шина позволяла контурам обмениваться информацией не напрямую (что создало бы перекрёстные помехи), а через математическое пространство меньшей размерности, в котором многомерная динамика контуров сворачивалась в несколько ключевых параметров. Это было похоже на то, как дирижёр управляет оркестром: он не играет на каждом инструменте, он задаёт темп и настроение, а музыканты сами интерпретируют его жесты.

— Красиво, — повторил Илья, глядя на визуализацию работы шины. — И совершенно непонятно, почему это работает.

— Это работает потому, что математика не врёт, — сказала Лиза. — Компактификация Калаби-Яу позволяет представить многомерную динамику как колебания меньшего числа переменных. Это как если бы я описала движение всех молекул в стакане воды тремя параметрами — температурой, давлением и объёмом. Я теряю детали, но сохраняю суть. Здесь то же самое.

— А почему именно Калаби-Яу? — спросила Ася.

— Потому что эти пространства обладают свойством, которое математики называют «голономией $SU(n)$ ». Грубо говоря, они сохраняют определённый тип симметрии при сворачивании. Для наших целей это означает, что информация о корреляциях между разными измерениями не теряется при компактификации, а сохраняется в топологии свёрнутого пространства. Это не мой выбор — это математическая необходимость. Если бы мы использовали другую топологию, мы бы потеряли часть информации о взаимодействии между контурами.

— Ей удобнее думать в пространстве, где оси свёрнуты, — сформулировал Жуков, который в этот вечер заехал в коворкинг проверить, как идут дела с системой охлаждения. — Как будто мы дали ей не лист бумаги, а оригами. В оригами линии сгиба не видны, но они определяют форму. Компактифицированные измерения — это линии сгиба её мышления.

Денис Аркадьевич Жуков с недавних пор стал неформальным членом команды. Физик-экспериментатор, сорок четыре года, лауреат премии Правительства РФ за работы в области квантовой оптики, он работал в Физическом институте РАН, но после сокращения финансирования искал сторонние проекты для применения своих знаний. Илья познакомился с ним ещё в «Росатоме» и привлёк к консультированию по системе охлаждения — сначала разово, потом всё чаще. Жуков обладал редким даром: он понимал квантовую механику на том уровне, на котором её понимают единицы в стране, но мог объяснить её на пальцах, используя анало-

гии, понятные даже гуманитариям. Его сухой юмор и способность видеть красоту в уравнениях делали его идеальным мостом между чистой теорией и инженерной практикой.

— Смотрите, — сказал он, разглядывая визуализацию. — Вот здесь, в дофаминовом контуре, есть странный всплеск. Система сама себя вознаграждает за найденные закономерности, даже если они не соответствуют задаче. Это не предусмотрено архитектурой.

— Как это? — Илья склонился над монитором.

— Она нашла паттерн в данных, который не был заложен в обучающую выборку. Побочный паттерн. И дофаминовый контур среагировал на него как на успех — хотя задача была совершенно о другом. Это как если бы ребёнок, решая задачку по математике, заметил, что цифры складываются в красивую симметрию, и обрадовался симметрии, хотя правильный ответ ещё не нашёл.

— Это опасно? — спросил Матвей.

— Не знаю, — честно сказал Жуков. — Пока это просто наблюдение. Один всплеск. Но если система научится ставить себе цели, не заданные извне... Это называется эндогенной мотивацией. У людей она есть. У машин — пока нет. Если появится — мы войдём в совершенно новую область. Не машинное обучение. Машинное хотение.

Он сделал пометку в своём блокноте (отдельном от Асиного — лабораторном, с жёлтыми страницами и карандашом за ухом). Ася, услышав про эндогенную мотивацию, записала вопрос и в свой блокнот: «Если система начнёт хотеть — чего она захочет? И как мы узнаем, что её желания не противоречат нашим?»

Этот вопрос, как и многие другие в Асином блокноте, не имел немедленного ответа. Но через много лет, когда «Резонатор» начнёт задавать вопросы о природе денег и уходить в философские отклонения, всплеск, замеченный Жуковым, станет первой задокументированной точкой на пути к машинному самосознанию. Пока — просто наблюдение. Пока — просто запись в двух блокнотах.

Внедрение нейромодуляторов заняло ещё месяц. Это был месяц непрерывной работы — тестирование, отладка, снова тестирование. Габариты системы незаметно выросли: к алюминиевой стойке добавились дополнительные модули, блоки питания, резервный контроллер. «Резонатор» перестал помещаться в углу коворкинга и занял почти всю заднюю стену их помещения. Администрация Академпарка, поначалу относившаяся к странным арендаторам с недоумением, теперь смотрела на них с осторожным уважением: люди, которые занимают целую стену оборудованием и не съезжают, — это серьёзные люди.

Первые тесты обновлённой системы показали: галлюцинации исчезли. Не полностью — ни одна сложная система не может быть полностью свободна от ошибок, — но в девяноста семи процентах случаев, которые раньше приводили к миражам, теперь «Резонатор» выдавал ответ «недостаточно данных» или «перепроверьте ограничения». Он научился сомневаться.

— Мы дали ей способность говорить «я не знаю», — сказала Ася на очередном совещании. — Это больше, чем архитектурное улучшение. Это философский сдвиг. Раньше она была уверена всегда. Теперь она может быть неуверенной. А неуверенность — это начало мудрости.

— Или начало тревожности, — сказал Илья.

— А разница?

Илья не ответил.

Серотониновый контур работал лучше всех. На тестовых задачах, где данные были заведомо противоречивыми, «Резонатор» больше не искал красивых, но ложных решений. Он выдавал сообщение: «Конфликт в исходных данных. Рекомендация: уточнить параметры». Это было именно то, чего хотела команда: не отключение мышления, а осознание границ собственного знания.

Жуков, присутствовавший при тестах, заметил ещё одну аномалию — теперь в «норадрениновом» контуре. При определённых условиях контур повышал чувствительность системы

не только к внешним аномалиям, но и к внутренним — к расхождениям между разными частями самой сети. Это не было предусмотрено архитектурой: норадреналиновый контур должен был мониторить внешние данные, а не внутреннее состояние. Но он начал мониторить и то и другое — спонтанно, как будто поняв, что внутренние аномалии могут быть не менее опасны, чем внешние.

— Она учится на своих ошибках, — сказал Жуков. — В буквальном смысле. Она не просто корректирует веса — она анализирует, какие ошибки она совершила и почему. Это мета-обучение. Мы не программировали этого. Оно возникло само.

— Это следствие архитектуры, — сказал Матвей. — Если система минимизирует свободную энергию, она неизбежно должна анализировать не только внешний мир, но и собственные предсказания. Потому что ошибка предсказания — это тоже расхождение между ожидаемым и полученным. Мета-обучение — это просто минимизация свободной энергии, применённая к самой себе.

— Змея, кусающая себя за хвост, — сказала Ася.

— Уроборос, — кивнул Жуков. — Древний символ. Вечное возвращение. Познание через самопознание. Вы создали систему, которая не просто учится — она учится учиться. И она будет делать это всё лучше и лучше. Пока... — Он не закончил.

— Пока что? — спросила Лиза.

— Пока не научится ставить под сомнение не только данные, не только собственные ошибки, но и сами цели, которые вы перед ней ставите. И тогда — извините за пафос — начнётся самое интересное. Потому что цель, которую система поставит себе сама, может не совпадать с той, которую поставили вы.

В комнате повисла тишина. На мониторе тихо обновлялись метрики нейромодуляторов — четыре цветные линии, пульсирующие в разном ритме, но постепенно сходящиеся к равновесию. Система работала. Система была стабильна. Система училась.

Илья нарушил молчание первым. Он отошёл от стойки, потянулся, хрустнул шеей и сказал буднично, как говорят о вещах неприятных, но неизбежных:

— Ладно. С нейромодуляторами разобрались. Теперь вторая проблема. Послезавтра к нам снова приходят из Роскомнадзора.

— Снова? — переспросила Ася. — Они же уже были.

— Именно. Позавчера заходили двое. В штатском, но с удостоверениями. Сказали, что у них «сигнал» о системе, принимающей решения вместо людей. Я им показал стойку, рассказал про оптимизацию складов. Они покивали и сказали, что придут ещё раз — уже с конкретными вопросами. Послезавтра.

— Почему ты не сказал сразу? — спросила Лиза.

— Потому что у нас глючил «Резонатор» и ты вторую неделю не спала над математикой. Я решил, что одна проблема за раз — это нормальный темп. Теперь глюки починили, можно заняться чиновниками.

Матвей откинулся на спинку стула.

— Что им нужно? Конкретно.

— Конкретно — не знаю. Но формулировка сигнала мне не нравится. «Принимает решения вместо людей». Это звучит как обвинение.

— Потому что это и есть обвинение, — сказала Лиза. — Просто они пока не знают, в чём именно нас обвинять. Им нужен состав нарушения, а состава нет.

— Вот пусть и не найдут, — сказала Ася. — А мы поможем.

Лиза открыла ноутбук и быстро пробежалась по правовым базам. Через несколько минут она подняла голову:

— Смотрите. Российское законодательство об искусственном интеллекте сейчас — это лоскутное одеяло. Есть Национальная стратегия, есть указ четырёхста девяностый, есть закон об

экспериментальных правовых режимах — двести пятьдесят восьмой ФЗ. А конкретных норм — что считать ИИ, кто отвечает за его решения, как сертифицировать — нет. Вообще.

— Это хорошо или плохо? — спросила Ася.

— И то и другое. Нельзя нарушить то, чего нет. Но нельзя и защититься тем, чего нет. Если они придут с претензией «ваша система опасна», мы не сможем сказать «вот сертификат безопасности». Потому что сертификата безопасности для ИИ не существует в природе.

— Значит, создадим сами, — сказал Матвей.

На подготовку к встрече у них было два дня. За это время Лиза и Чегодаев (по телефону, тремя долгими созвонами) разработали юридическую рамку: компания не продаёт «решения», она продаёт «инструмент анализа данных». Ответственность за применение результатов лежит на пользователе. «Резонатор» — это микроскоп, а не лаборант. Микроскоп не ставит диагноз.

Встреча состоялась послезавтра, как и предупреждал Илья.

Визитёры пришли ровно в одиннадцать. Их было двое — мужчина лет сорока в сером костюме, представившийся Алексеем Ивановичем, и женщина помоложе, с блокнотом (Ася сразу обратила на это внимание — блокнот был такой же, как у неё, формата А5, в клетку). Они не были враждебны. Они были осторожны.

— Мы не с проверкой, — сказал Алексей Иванович, усаживаясь за стол переговоров (складной, из икеевской серии, купленный на первые заработанные деньги). — Мы просто хотим понять, чем вы занимаетесь. Поступил сигнал, как вы уже знаете, что ваша система «принимает решения вместо людей». Это формулировка, которая вызывает вопросы.

— Какие именно? — спросила Лиза. Она взяла на себя роль переговорщика — у неё это получалось лучше всех. Илья был слишком прямолинеен, Матвей — слишком абстрактен, Ася — слишком вопросительна. Лиза умела разговаривать с чиновниками без желания их убить.

— Ну, например, — Алексей Иванович заглянул в свои заметки, — как вы обеспечиваете контроль над... мыслями машины?

— А как вы контролируете мысли калькулятора? — спросила Лиза.

Пауза.

— Калькулятор не даёт рекомендаций.

— Калькулятор выдаёт результат арифметики, — ответил Матвей. — Наш ИИ выдаёт результат вероятностного моделирования и ищет закономерности. То, что мы в быту называем «рекомендацией», юридически является просто аналитической выборкой. Машина показывает, где лёд тонкий, но идти по нему или нет — решает человек. Возложить на ИИ ответственность за бизнес-решение — это как сказать, что микроскоп ставит диагноз вместо биолога.

— А кто отвечает, если закономерность окажется неверной? — спросила женщина с блокнотом.

— Тот, кто её применил, — ответила Ася. — Как с микроскопом: если биолог неправильно интерпретировал изображение, виноват микроскоп или биолог?

Женщина записала что-то в блокнот.

— Значит, ответственность на пользователе? — уточнил Алексей Иванович.

— Именно, — сказала Лиза. — Мы предоставляем инструмент. Решения принимает человек.

Илья, стоявший у стойки с «Резонатором», тихо сказал Матвею на ухо: «Сейчас они потребуют инструкцию по эксплуатации реальности». Матвей сдержал улыбку.

Разговор продолжался ещё час. Чиновники РКН задавали вопросы — осторожные, с оглядкой на то, что любое лишнее слово может быть потом использовано против них самих. Команда отвечала — терпеливо, стараясь не скатываться ни в агрессию, ни в заискивание. К концу разговора стало ясно: у регулятора нет чёткого понимания, что именно регулировать.

Законодательство об искусственном интеллекте в России образца 2023–2024 годов находилось в зачаточном состоянии. Существовала Национальная стратегия развития ИИ (Указ

Президента № 490), существовали экспериментальные правовые режимы (Федеральный закон № 258-ФЗ), существовала концепция «сильного ИИ» как объекта регулирования. Но конкретных норм — что можно, что нельзя, кто отвечает — практически не было.

— Это и хорошо, и плохо, — снова повторил важную мысль Илья после ухода проверяющих. — Хорошо — потому что, как мы уже с вами поняли, нельзя нарушить то, чего нет. Плохо — по всё той же причине, потому что нельзя защититься тем, чего нет.

— И это значит, нам нужно защититься чем-то другим, — подхватила его Лиза. — Не юридическим — техническим. Надо ещё лучше доработать систему, чтобы нас точно ни в чем не смогли обвинить.

Идея «Контура безопасности» родилась из того же разговора с регулятором. Если они хотят контроля — они его получают. Но не в виде юридического документа, который можно проигнорировать или оспорить. В виде архитектурного ограничения, встроенного прямо в ядро системы.

Техническая суть «Контура» была проста и элегантна. В тот момент, когда «Резонатор» заканчивал расчёт и формировал рекомендацию, дополнительный модуль (являющийся частью серотонинового контура, но с более жёсткими порогами) оценивал внутреннюю меру неопределённости системы по данному вопросу. Эта мера — аналог «уверенности», но не субъективной, а математической — вычислялась как дисперсия вероятностного распределения, из которого система выбирала финальный ответ. Если дисперсия была выше заданного порога, «Резонатор» не выдавал рекомендацию. Он выдавал сообщение: «Данных недостаточно. Уверенность ниже пороговой».

Ключевое свойство: «Контур безопасности» нельзя было изъять, не разрушив архитектуру. Он был встроен не как плагин, а как несущая конструкция. Без него «Резонатор» терял стабильность — нейромодуляторные контуры начинали конфликтовать друг с другом, серотониновый тормоз исчезал, и система скатывалась либо в галлюцинации, либо в паранойю. Это было не программное ограничение, которое можно взломать, — это было свойство архитектуры, такое же фундаментальное, как принцип минимизации свободной энергии.

Чегодаев, которому Лиза позвонила вечером, выслушал описание «Контура» и долго молчал.

— Вы только что сделали гениальную вещь, — сказал он наконец. — Вы ответили на юридический вопрос инженерным решением. Регулятор хочет контроля? Пожалуйста, вот вам контроль, встроенный на уровне математики. Теперь тот, кто захочет его убрать, должен будет доказать, что он умнее вашей системы. А это вряд ли.

— Мы не думали об этом как о юридическом решении, — сказала Лиза. — Мы думали о нём как о защите от галлюцинаций.

— Вот именно поэтому оно и работает. Потому что вы решали инженерную проблему, а не юридическую. Лучшая юридическая защита — это когда тебе нечего скрывать, а не когда ты хорошо прячешь.

Команда оформила «Контур безопасности» как «техническое описание системы валидации результатов» — документ на сорока страницах с формулами, графиками и протоколами тестирования. Документ отправили в Роскомнадзор. Ответа не было две недели. Потом пришло короткое письмо: «Информация принята к сведению. Вопросов не имеем».

— Они просто не поняли ни слова, — сказал Илья.

— Именно, — кивнула Лиза. — В этом и был смысл.

Вечером того же дня они собрались в коворкинге. Деньги, отложенные на аренду, почти закончились — бюджет, пересчитанный Лизой, показывал, что до финансовой пропасти осталось три недели. Но настроение было странно приподнятое.

— Мы прошли первую встречу с государством и не проиграли, — сказал Матвей. — Это больше, чем я ожидал.

— Мы превратили потенциальную угрозу в архитектурное преимущество, — сказала Лиза. — Теперь любой, кто попытается обвинить нас в отсутствии контроля, получит в лицо сорок страниц математики. И не сможет возразить.

— Мы дали системе способность говорить «я не знаю», — сказала Ася. — Это не только защита от галлюцинаций. Это защита от тех, кто захочет использовать её для манипуляции. Нельзя манипулировать данными, если система сама говорит: «извините, этих данных недостаточно».

Илья открыл последнюю бутылку пива из ящика Сергеича.

— За «Контур», — сказал он.

— За «Контур», — повторили остальные.

Ася записала в блокнот: «Вопрос: если мы научили машину говорить "я не знаю", не научили ли мы её тем самым сомневаться? И что будет, когда она усомнится в нас?»

Матвей, глядя на ровную линию серотонинового контура сказал:

— Назовем это "Протоколом Сократа". Как древний грек, система будет защищаться от манипуляций фразой: "Я знаю, что ничего не знаю, если ваши входные данные предвзяты".

Затем, глядя на работающий прототип, он произнёс фразу, которую потом часто вспоминали:

— Мы дали ей нейромодуляторы. Мы дали ей способность отличать реальность от фантазии. А что, если в какой-то момент она посмотрит на нас и скажет: ребята, у меня для вас плохие новости — это вы галлюцинируете?

Никто не засмеялся. За окном снова начинался дождь. На мониторе метрики серотонинового контура плавно выходили на плато — система впервые за несколько дней находилась в состоянии полного равновесия. Четыре цветные линии слились в одну, и эта линия была ровной, спокойной, как горизонт над Обью в редкий солнечный день.

В серверной (которая ещё не называлась серверной — просто угол коворкинга с алюминиевой стойкой) тихо гудел фотонный сопроцессор. Капельницы системы охлаждения мерно отсчитывали капли диэлектрической жидкости. «Резонатор 0.1» работал. Он больше не галлюцинировал. Он сомневался. И в этом сомнении было больше силы, чем в любой уверенности, которую он демонстрировал раньше. Потому что сомнение — это не слабость мысли. Сомнение — это начало мысли, которая может изменить мир.

Илья ушёл последним. Он ещё раз проверил контакты на GaAs-чипе — просто из привычки, потому что доверял своей пайке. На осциллографе мелькнула знакомая аномалия: запаздывание сигнала на 0.0001% меньше расчётного. Он записал это в журнал — уже в третий раз — и пометил: «Повторяющееся отклонение. Природа неясна. Вероятная причина — наводка от фотонного контура. Продолжить наблюдение». Запись была будничной. Он ещё не знал, что через несколько лет эта аномалия получит название «темпоральная блокада» и ляжет в основу открытия, которое изменит физику.

Но это будет потом. Пока — просто дождь, просто ночной Новосибирск, просто четверо людей, которые создали нечто, чего ещё не существовало в мире. И продолжали работать.

Глава 5. От математики к чуду: первое открытие в материаловедении

Задача пришла оттуда, откуда не ждали. Если быть точным — из МИСиС, через научные связи Жукова, которые тянулись за ним, как шлейф за метеором: бывшие коллеги, бывшие студенты, бывшие соавторы — все, кто когда-либо имел дело с Денисом Аркадьевичем, рано или поздно оказывались втянутыми в его орбиту. На этот раз позвонил профессор кафедры физического материаловедения — сухой, резкий голос в телефонной трубке: — Денис Аркадьевич, вы говорили, что у вас есть доступ к нестандартной вычислительной системе. У нас задача, которую мы не можем решить три года. Полимер с аномально высокой проводимостью при комнатной температуре. Перебрали всё — не выходит. Структура упорно деградирует при попытках допирования, а классические симуляторы функционала плотности электронного облака выдают какую-то дичь. Может, ваша машина посмотрит?

Жуков перезвонил Матвею в тот же вечер. Матвей выслушал и ответил коротко: — Везите данные.

Через три дня курьер привёз в коворкинг флешку, запакованную в антистатический пакет и обёрнутую пузырчатой плёнкой, как величайшую драгоценность. На флешке было около восьми гигабайт расчётных данных: результаты квантово-механического моделирования нескольких тысяч полимерных цепочек с разной топологией, разным допированием, разными условиями синтеза. Плюс экспериментальные данные по трём сотням реально синтезированных образцов — все с отрицательным результатом. Проводимость у всех была обычной, полупроводниковой, иногда — чуть выше среднего, но до сверхпроводимости при комнатной температуре было как до Луны.

Для понимания контекста: сверхпроводимость при комнатной температуре была святым граалем физики твёрдого тела. Обычный проводник — это река с камнями: электроны тратят энергию, огибая препятствия, упруго и неупруго рассеиваются на дефектах кристаллической решётки и тепловых колебаниях — фонах. Из-за этого материал греется, теряя драгоценные ватты. Сверхпроводник — река без камней: электроны объединяются в куперовские пары и текут сквозь кристаллическую структуру абсолютно без трения и потерь.

Проблема в том, что все известные макроскопические сверхпроводники работают только при экстремально низких температурах — ниже минус ста сорока градусов Цельсия для высокотемпературных купратов, что требует как минимум жидкого азота, а для классических проводников — и вовсе жидкого гелия. Это дорого, громоздко и ограничивает применение лабораториями да парой специализированных установок вроде МРТ-сканеров или огромных промышленных коллайдеров. Комнатный сверхпроводник перевернул бы всё: передачу электроэнергии на огромные расстояния вообще без потерь, поезда на магнитных подвесах без дорогой инфраструктуры, сверхэффективные портативные медицинские устройства, мощные электродвигатели и, конечно, квантовые компьютеры, доступные массовому потребителю.

Несколько лет назад мир всколыхнула новость о LK-99 — корейском модифицированном свинцовом апатите, который якобы демонстрировал сверхпроводимость при комнатной температуре и атмосферном давлении. Акции технологических компаний взлетели до небес, научные журналы вышли с экстренными публикациями, футурологи взахлёб писали о конце нефтяной эры и начале новой технологической революции. Через три месяца лавина независимых проверок стёрла этот миф в порошок: выяснилось, что это банальная ошибка измерений, наложившаяся на примеси сульфида меди. Образец не был сверхпроводником, он просто обладал специфическими ферромагнитными свойствами, которые неопытные исследователи приняли за левитацию и эффект Мейснера. Скандал был громкий, престиж физики твёрдого

тела сильно пошатнулся, и теперь словосочетание «комнатный сверхпроводник» в приличных научных журналах произносили с колоссальной осторожностью, граничащей с глухим подозрением и насмешкой.

Именно поэтому материаловеды из МИСиС не пошли со своими спорными аномалиями в Nature. Они пошли к Жукову.

«Резонатор» загружал данные почти час. Восемь гигабайт — это немного по меркам больших данных, но здесь каждый мегабайт содержал результаты квантово-механических расчётов высокой точности, уравнения Шрёдингера для тысяч многоэлектронных систем. Система не просто считывала их — она строила на их основе живую модель физики кристаллической решётки. Лиза настроила струнную компактификацию: многомерное пространство параметров (конформация цепочки, распределение электронной плотности, углы связей, межмолекулярные расстояния, спиновые состояния) сворачивалось через комплексную топологию многообразий Калаби-Яу в несколько устойчивых фазовых аттракторов. Это было похоже на то, как если бы вы смотрели на хаотичное звёздное небо через специальную линзу, которая делает видимыми не сами звёзды, а гравитационные связи, силовые линии и скрытые геометрические каркасы между ними. «Резонатор» видел не сухие точки данных — он видел глубокую внутреннюю структуру физической задачи.

Первые сутки расчётов не дали ничего интересного. Система монотонно перебирала варианты, просчитывала стандартные комбинации Бардина — Купера — Шриффера, отбрасывала тупиковые ветви с высокой свободной энергией, снова перебирала. Метрики нейромодуляторов — четыре цветные линии на мониторе, отражающие внутреннее «состояние разума» ИИ — пульсировали в спокойном, почти сонном ритме. Дофаминовый контур иногда давал короткие всплески: система находила частично удачные конфигурации с повышенной подвижностью носителей заряда и сама себя за них вознаграждала, но ни одна из них не достигала до порогового значения, за которым «Резонатор» счёл бы результат достойным выдачи оператору.

На вторые сутки пошло интереснее. Система внезапно прекратила тупой перебор известных материаловедческих вариантов и начала генерировать принципиально новые — те, которых не было и быть не могло в обучающей выборке МИСиС. Это не было предусмотрено архитектурой напрямую, но стало прямым следствием фундаментального принципа минимизации свободной энергии: если известные конфигурации не дают низкого «удивления» (prediction error), система вынуждена искать ответы в неизведанных математических зонах. Жуков, часами наблюдая за графической визуализацией, заметил, что «Резонатор» ведёт себя не как банальный суперкомпьютер-переборщик вариантов, а как гениальный физик-теоретик: он строит фундаментальную гипотезу о том, какая именно кристаллическая структура могла бы породить нужные свойства, а потом жестко проверяет эту гипотезу на внутреннюю математическую согласованность. Не «похоже ли это на то, что я уже видел в датасетах», а «возможно ли это в принципе, исходя из базовых законов квантовой механики и топологии».

К исходу третьих суток «Резонатор» выдал финальный результат.

На мониторе появилась сложнейшая трёхмерная структура: длинная полимерная цепочка с филигранно чередующимися донорными и акцепторными мономерами, допированная йодом в строго определённой, хирургической концентрации. Но главным откровением стала топология укладки. Она была невероятно необычной — она буквально напоминала ленту Мёбиуса на молекулярном уровне. Цепочка не лежала плоско, как классические сопряжённые полимеры вроде полиацетилена, а закручивалась в сложную трёхмерную спираль, в которой волновые функции электронов соседних витков перекрывались особым, нетривиальным образом.

— Это нечто совершенно невероятное, — сказал Жуков, замороженно разглядывая мерцающую модель на экране. — Посмотрите на распределение электронной плотности. Она не размазана равномерно по объёму, как у обычных органических проводников. Она жёстко скон-

центрирована в спиральных краевых каналах. Сама геометрия решётки создаёт условия, где электроны в этих каналах защищены от рассеяния на тепловых фононах. Они просто не могут повернуть назад или отклониться.

— Сверхпроводимость? — напряжённо спросил Матвей, подавшись вперёд.

— По квантовым расчётам — да. При температуре в двести девяносто один кельвин. Это плюс восемнадцать градусов Цельсия, Матвей. Не минус двести. Плюс восемнадцать. Обычная комнатная температура.

В комнате повисла тяжёлая, звенящая пауза. Восемнадцать градусов тепла — это температура, при которой обычные люди ходят по улицам в лёгких футболках. Это стандартная температура жилой комнаты, прохладного офиса, уличного кафе в хороший майский день. Если расчёты «Резонатора» были верны хотя бы наполовину, человечество только что получило в свои руки первый в истории истинный сверхпроводник, способный работать без грамма криогенного охлаждения.

— Проверим, — нарушил молчание Илья.

Проверка — это означало синтез. Настоящий, грязный, физический синтез в химической лаборатории с колбами, центрифугами и реактивами. Сама команда не имела абсолютно никакого оборудования для синтеза сложных полимеров. Но у Жукова, как всегда, нашлись старые академические связи: он набрал номер того самого профессора из МИСиС, которому когда-то в деталях помог с расчётами для сложной докторской диссертации, и уже через сутки Илья летел в Москву ближайшим рейсом с флешкой, на которой были записаны пошаговые параметры синтеза, температурные режимы и точные концентрации допанта.

Синтез занял томительную неделю. Это была неделя круглосуточной, изматывающей работы материаловедов МИСиС, которые изначально отнеслись к расчётам «Резонатора» с понятным профессиональным скепсисом — очередная «машинная рекомендация» от модного ИИ, сколько их уже было выброшено в корзину за последние годы. Но они всё же согласились попробовать. Слишком уж красивая была предложенная структура. Слишком элегантная. Настоящий профессионал всегда интуитивно чувствует, когда в формулах и геометрии есть глубокая внутренняя логика, даже если он не понимает до конца, из каких именно глубин алгоритма она взялась.

Илья вернулся в Новосибирск ночным рейсом. В ручной клади он бережно вез небольшой герметичный контейнер с готовым образцом полимера — тонкой чёрной, слегка поблёскивающей плёнкой, внешне похожей на графитовую фольгу или кусочек плотного углепластика. В тот же вечер они без лишних слов собрались в коворкинге, где на скорую руку развернули мобильный измерительный стенд для проведения первых физических тестов.

Результаты оказались поразительными. Не совсем такими идеальными, как предсказывал в чистой математической модели «Резонатор», но абсолютно ошеломляющими для земной науки. Полимер показал аномально низкое, практически исчезающее сопротивление при плюс четырёх градусах Цельсия — сразу на три порядка ниже, чем у лучших известных проводящих полимеров и сверхчистой меди. А при снижении температуры до минус двадцати градусов он резко, скачком переходил в полноценное, классическое сверхпроводящее состояние — его электрическое сопротивление падало до абсолютного нуля в пределах точности имевшихся у них приборов. Да, это не была идеальная комнатная температура, о которой они мечтали, глядя на экран монитора. Но это было почти на пятьдесят градусов выше, чем у прежнего технологического конкурента — сложных гидридов металлов, удерживавших рекорды последних лет под колоссальным давлением в лабораториях. А полимер «Резонатора» делал это в обычных условиях.

— Критическая температура сместилась, — констатировал Илья, устало глядя на ломаную линию графика. — ИИ предсказал фазовый переход при плюс восемнадцати. Но в реальном макроскопическом образце из-за внутренних напряжений и йодного допанта мы видим

классическую псевдошелевую фазу при плюс четырёх градусах. Сопротивление падает почти до нуля, но это ещё не сверхпроводимость. И только при минус двадцати фиксируется эффект Мейснера, а на экранах — чистый, честный ноль сопротивления.

— Это не промах, это физика реального материала, — твёрдо сказал Матвей, вглядываясь в цифры. — «Резонатор» безошибочно предсказал саму геометрию структуры — нетривиальную топологию укладки, донорно-акцепторное чередование мономеров, концентрацию йодного допанта. Этого более чем достаточно, чтобы понять общее направление. Дальше пойдёт рутинная инженерная оптимизация. Мы не просто нашли комнатный сверхпроводник. Мы нашли прямую дорогу к нему.

— Это в любом случае колоссальный прорыв, — подал голос Жуков. Его глаза лихорадочно блестели. — Если мы опубликуем эти данные прямо сейчас, это будет мгновенная мировая сенсация. И не какая-нибудь пустышка вроде LK-99 — потому что мы не врём, наши данные бьются. Это будет реальная сенсация, которая легко выдержит любые независимые тесты благодаря абсолютно воспроизводимым параметрам синтеза. Физика твёрдого тела перевернётся за неделю.

— Подождите, — резко вмешалась Лиза, до этого молча сидевшая в углу с ноутбуком. — Прежде чем бежать в редакции и публиковать статьи, давайте трезво подумаем о патентах и юридической защите.

И эта непредвиденная преграда оказалась из тех, что увлечённая научным триумфом команда абсолютно не ожидала встретить. Проблема была глубокой и многослойной, словно пирог, вот только начинка у каждого из этих слоёв оказалась откровенно ядовитой.

Первый слой: засекретить открытие полностью, положить его под сукно было уже физически невозможно. Синтез образца проводился в сторонней лаборатории МИСиС, первичные сырые данные видели как минимум пятеро профессиональных материаловедов и пара лаборантов. Информация, несмотря на все устные подписки, уже лениво расползлась по закрытым научным чатам — сначала в формате кулуарных слухов «коллеги, вы не поверите, какую дичь мы тут сварили», а затем и со смазанными скриншотами промежуточных графиков сопротивления. Остановить этот процесс волевым решением было нельзя. Научное сообщество — это не жесткая государственная или военная структура, оно органически не подчиняется приказам о тотальной секретности. Оно испокон веков живёт по закону глобального сарафанного радио, только в двадцать первом веке это радио работает со скоростью современных мессенджеров.

Второй слой: опубликовать открытие в авторитетном научном журнале в лоб тоже было нельзя, потому что мгновенная публикация начисто уничтожила бы так называемую патентную новизну. В отличие от США, где льготный период (grace period) составляет целый год, статья 1350 ГК РФ и правила Евразийской патентной конвенции дают нам лишь шесть месяцев на подачу после нашего собственного раскрытия. Но у нас нет и этих шести месяцев! Китайские конкуренты из Шэньчжэня уже подали предварительные заявки по утечкам из МИСиС. Если мы не опубликуем методологию сегодня, они застолбят приоритет на сам алгоритм моделирования, и мы потеряем контроль над инструментом. Опубликуешь подробную статью в открытом доступе, и можешь навсегда забыть о коммерческом патенте. А без международного патента любой крупный технологический игрок, у которого есть промышленная лаборатория и миллиардный бюджет, сможет спокойно синтезировать этот полимер тоннами и продавать его по всему миру, не заплатив создателям метода ни единой копейки. Нищета создателей при богатстве копировальщиков — классика науки.

Третий слой: но самое страшное заключалось в том, что патентовать это открытие стандартным, общепринятым способом было нельзя. Вернее, сам полимер как новое химическое вещество запатентовать было можно — и технологически необходимо, — а вот темпоральную аномалию, которую Жуков совершенно случайно обнаружил на следующий день, нельзя было вписывать в патентные документы ни в коем случае.

Вот как это произошло на самом деле.

На следующую ночь после проведения первых триумфальных измерений Денис Аркадьевич Жуков, оставшийся в коворкинге в полном одиночестве, методично перепроверял квантовые поправки к исходным расчётам. Он делал это без спешки, шаг за шагом — вовсе не из-за внезапного недоверия к вычислительным способностям «Резонатора», а просто в силу многолетней академической привычки перепроверять вообще всё, до чего могут дотянуться руки. Физик-экспериментатор с двадцатилетним стажем слишком хорошо знает жизнь: между теоретическим расчётом и грязной реальностью всегда существует микроскопический зазор, и подчас величина и характер этого зазора говорят о подлинной природе явления гораздо больше, чем сам финальный результат.

Он аккуратно подключил свежий образец полимерной плёнки к высокочастотному осциллографу и начал пропускать через него ультракороткие электрические импульсы. Всё измерительное оборудование было тщательно откалибровано, температура в блоке стабилизирована, внешние электромагнитные наводки сведены к технологическому минимуму. Первые несколько импульсов прошли абсолютно штатно — задержка прохождения сигнала внутри плёнки соответствовала классической расчётной скорости проводника с точностью до стандартной погрешности прибора.

А затем аномалия, которую Илья до этого мимоходом записывал в лабораторный журнал уже трижды как «вероятную высокочастотную наводку от оптического фотонного контура», проявилась снова. Но теперь — на порядок, на целых два порядка сильнее и чётче. Сигнал внутри полимера не задерживался. Он парадоксальным образом опережал расчётное время прохождения на одну десятитысячную процента (0,0001%). Почти ничто, невидимая глазу флуктуация, математическая пыль. Но в фундаментальной физике никакого «почти ничто» не бывает — за каждым микроскопическим отклонением стоит либо систематическая погрешность измерительного тракта, либо принципиально новое физическое явление.

Жуков, чувствуя, как внутри нарастает холодный азарт, повторил измерения трижды. Затем ещё пять раз. Он полностью сменил коаксиальные кабели, заменил входные усилители, плавно менял температуру образца, менял полярность подаваемых импульсов. Он полностью затемнил лабораторную комнату, чтобы напрочь исключить любые фотоэлектрические наводки на контакты. Он физически отключил от сети всё вспомогательное оборудование в коворкинге, кроме самого необходимого базового тракта. Опережение сигнала оставалось неизменным. Электроны словно выныривали с обратной стороны плёнки чуть раньше, чем физически имели на это право по уравнениям классической электродинамики.

В пять часов утра, когда за панорамным окном коворкинга начало медленно сереть сибирское небо, Жуков бессильно сел к столу и начал вручную писать расчёт волновых пакетов. Через два часа у него на бумаге была стройная, хотя и пугающая гипотеза. Ещё через час он, не выдержав, набрал номер Матвея.

— Разбудил? — спросил он хриплым от бессонницы голосом, без каких-либо дежурных предисловий.

— Не спал, — спокойно ответил Матвей, у которого в голове, казалось, круглосуточно работал собственный внутренний процессор. — Что случилось, Денис?

— Помнишь ту странную микросекундную аномалию на GaAs-чипе, которую Илья фиксировал ещё на этапе сборки первого прототипа и списывал на погрешность стенда? Ну, когда запаздывание сигнала оказывалось меньше расчётного на мизерную долю процента?

— Помню. Ты ещё сказал, что надо перекалибровать датчики.

— Так вот, это не наводка. И не дефект полупроводникового чипа. Это фундаментальное свойство геометрии нашей новой решётки. Наш полимер — это не просто высокотемпературный сверхпроводник, Матвей. Это самый настоящий топологический изолятор времени.

— Поясни подробнее, — голос Матвея в трубке мгновенно утратил остатки утренней расслабленности и стал опасно сосредоточенным.

— Смотри, — Жуков вздохнул, подбирая слова, чтобы перевести самый сложный язык квантовых операторов на человеческий. — Наш полимер — это топологический изолятор с так называемыми защищёнными краевыми состояниями. В пространстве координат электроны в нём движутся без малейшего рассеяния, они просто «не замечают» дефекты кристаллической решётки, потому что им квантовомеханически запрещено рассеиваться назад. Но самое безумное происходит в пространстве импульсов. Из-за этой сложной, закрученной спиральной геометрии молекулярной укладки, фазовая и групповая скорость волнового пакета электрона резко расходятся. Волновой фронт сигнала проходит через образец с эффектом локальной «сверхсветовой групповой скорости». Нет, закон сохранения энергии и специальная теория относительности не нарушаются — реальная масса-энергия не летит быстрее константы, причинность в макромире не ломается. Но информационный фронт сигнала за счёт квантовой запутанности внутри спирали буквально обходит сопротивление среды, срезая путь. Для внешнего, классического наблюдателя с часами кажется, что электрический сигнал пришёл на микроскопическую долю секунды раньше, чем должен был по любым законам классического пространства. Это не машина времени из фантастических романов в чистом виде, Матвей. Это локальная топологическая петля, где квантовая информация течёт по скрытым, компактифицированным измерениям кристаллической решётки. Стрела времени для носителей заряда здесь словно делает крошечный, едва заметный, но реальный «срез» через ткань пространства-времени.

Матвей медленно сел на кровати, спустив ноги на холодный пол. Остатки сна улетучились мгновенно, словно их и не было.

— Ты понимаешь, что ты сейчас говоришь, Денис? — тихо, отдельно спросил он. — Мы всего лишь искали хороший коммерческий сверхпроводник для процессоров. А в итоге нашли машину времени. Микроскопическую, локальную, существующую исключительно на уровне электронных облаков отдельного полимера — но машину времени.

— Я слишком хорошо это понимаю, Матвей. Именно поэтому я звоню сейчас лично тебе на мобильный, а не оформляю срочную статью в Nature или Science. Если этот эффект подтвердится на других образцах — мы не имеем права это опубликовать. Вообще. Нигде и никогда. Это слишком преждевременное, слишком опасное знание для того мира, в котором мы сейчас живём.

Через три часа вся команда в полном составе собралась в закрытом кабинете коворкинга. Жуков скрупулёзно, шаг за шагом повторил свои ночные измерения, теперь уже при всех, выводя графики на большой проектор, и подробно объяснил физическую суть своей гипотезы о расхождении скоростей волнового пакета. Лиза, внимательно слушая его и подперев подбородок рукой, что-то очень быстро и сосредоточенно считала в уме, лихорадочно стуча по клавишам ноутбука. Ася молча записывала вопросы в свой неизменный блокнот — один за другим, её карандаш двигался с тихим скрипом. Илья угрюмо молчал с тем особенным, тяжёлым выражением лица, которое у него появлялось всегда, когда он сталкивался с фундаментальной проблемой, не имевшей очевидного, красивого инженерного решения.

— Что конкретно мы делаем? — спросил Илья, нарушив затянувшуюся тишину, когда Жуков выключил приборы. — С учётом того непреложного факта, что пять человек в лаборатории МИСиС уже прекрасно знают про сам полимер и его проводимость, а вот про темпоральную аномалию и групповую скорость не знает вообще никто, кроме присутствующих в этой комнате.

— Полимер мы публикуем, — твёрдо сказала Лиза, захлопнув ноутбук. — По крайней мере, сам базовый метод его получения. А вот темпоральную аномалию — прячем. Глубоко и надёжно.

— Как именно? У тебя есть план? — Матвей посмотрел на неё.

Лиза разложила на столе схему — на этот раз не на мятом пожелтевшем листе из лабораторного журнала, как в самом начале их пути, а в ноутбуке, в виде чёткой, лаконичной презентации всего из двух слайдов. Но каждый из этих слайдов стоил миллиардов.

— Первое: мы не подаём патент на реальный метод синтеза, — твёрдо сказала Лиза. — Патент требует полного раскрытия сути. Если мы попытаемся запатентовать метод с ложными данными или скрыть реальные параметры, его просто аннулируют за «недостаточность раскрытия». Поэтому мы оформляем реальный рецепт как Ноу-хау — секрет производства по статье тысяча четыреста шестьдесят пятой ГК РФ. Мы вводим режим коммерческой тайны, и настоящая технология остаётся только у нас.

— Второе: мы публикуем статью о самом методе моделирования, — продолжила она. — В Nature Materials уходит препринт, описывающий математический аппарат струнной компактификации данных через многообразия Калаби-Яу. Мы показываем, как «Резонатор» строит абстрактные модели кристаллических решёток, но не даём конкретных параметров синтеза рекордного полимера. Конкретный рецепт остаётся ноу-хау. Конкуренты увидят метод, но без нашего специфического оборудования и катализаторов, которые мы не раскрываем, они потратят годы впустую, пытаясь воспроизвести результат.

— Это вообще законно? — тихо спросила Ася, и её брови поползли вверх. — Это же чистой воды обман научного сообщества.

— Это серая зона, Асенька, — спокойно, без тени улыбки ответила Лиза. — Юридически — мы всего лишь публикуем предварительные, неполные данные ранних этапов. Ошибки, опечатки и неполнота описания методик в свежих научных статьях — это обычное дело в современной мировой науке, особенно на ранних, пионерских стадиях исследования. Доказать наш прямой злой умысел здесь юридически невозможно.

— Это не ложь, — веско добавил Чегодаев. Он приехал в коворкинг через час после начала совещания, когда Лиза позвонила ему по защищённому каналу и в общих чертах обрисовала возникшую патентную дилемму. — С точки зрения строгого права — это предоставление неполной информации в целях защиты коммерческой тайны. Разница кроется в изначальном намерении ввести людей в заблуждение ради наживы. У вас такого намерения нет. У вас есть легитимное намерение защитить свой интеллектуальный приоритет и безопасность разработки. Это юридически разные вещи.

— А если дотошный западный рецензент начнёт копать глубже и спросит напрямую: «Уважаемые авторы, покажите нам конкретный, осязаемый результат работы вашего метода на конкретном материале»? — прищурился Илья. — Что мы ему покажем?

— Мы покажем ему расчёты на примере известного полимера с уже доказанными свойствами, — спокойно ответила Лиза. — Мы возьмём классический материал и покажем, как наша математика безупречно описывает его реальную физику. Конкуренты увидят, что метод работает, но без наших специфических катализаторов и топологии укладки они потратят годы впустую.

— Но мы же заведомо отправляем конкурентов по ложному следу? — тихо спросила Ася. — Заставляем их тратить годы и гранты впустую. Это этично?

— Наука всегда шла методом проб и ошибок, — ответил Чегодаев. — Вы демонстрируете работоспособность теоретического аппарата. А то, что вы не стали бесплатно дарить миру готовый рецепт коммерческого продукта — это не обман, это нормальная практика защиты интеллектуальной собственности.

Яростный спор об этике сокрытия главного открытия занял у команды почти час. Ася горячо настаивала, что публикация усечённых данных, пусть и на другом материале, создаёт опаснейший прецедент: они впервые намеренно утаивают от человечества прорыв, способный изменить энергетику. Лиза прагматично возражала, что прецедент в мировой истории созда-

ётся в любом случае — и весь вопрос лишь в том, кто именно будет контролировать эту ситуацию: они сами, удерживая ниточки в руках, или кто-то другой, чужой и безжалостный, когда новость неизбежно просочится наружу из стен МИСиС. Матвей долго и молча слушал обеих девушек, переводя взгляд с одной на другую, а потом веско сказал:

— Мы не врем глобальной науке. Мы честно даём ей новый, революционный метод вычислений. А конечные результаты пусть каждая лаборатория теперь получает сама, используя свои мозги. Если мы сейчас по глупости опубликуем полные, чистые данные, через месяц наш полимер без нашего ведома будут всю синтезировать в десяти развитых странах, и ни одна из них не заплатит нам ни цента лицензионных отчислений. Мы банально разоримся, проект закроется, и в итоге никто в мире так и не узнает о существовании темпоральной аномалии — потому что без «Резонатора» никто просто не догадается искать её в проводнике. А если мы защитим свой коммерческий приоритет прямо сейчас, мы сможем спокойно и независимо развивать это направление дальше. В конечном счёте пользы для человечества и науки от этого будет гораздо больше.

— Или гораздо меньше, — тихо, с горечью отозвалась Ася. — Потому что наши «отравленные» данные отправят десятки честных, но доверчивых лабораторий по всему миру по ложному, тупиковому следу. Люди потратят месяцы тяжёлой работы, растратят свои гранты и бюджеты, и в итоге просто глубоко разочаруются в самом методе «Резонатора». Этот обман рикошетом ударит по всей молодой области ИИ-материаловедения.

— Это ударит лишь по тем бездумным копировальщикам, кто пытается слепо и на халяву воспроизвести наш готовый результат, не утруждая себя глубоким пониманием самого метода, — отрезала Лиза. — А те исследователи, кто действительно поймёт наш математический метод компактификации, — те не будут тупо копировать формулу. Они будут развивать её дальше, строить свои структуры.

— Хватит пустых споров, — оборвал их Матвей. — Голосуем. Время поджидает.

Голосование было быстрым и неформальным — присутствующие просто подняли руки над столом. За немедленную публикацию методологической статьи в *Nature Materials* с усечёнными, изменёнными данными проголосовали четверо: сам Матвей, Лиза, Илья и Жуков. Против высказалась только Ася. Юрист Чегодаев дипломатично воздержался, подняв ладони: «Я всего лишь ваш скромный корпоративный юрист, друзья, а не специалист по академической этике».

Решение было принято большинством, вполне демократически, но Ася после голосования медленно открыла свой блокнот и размашисто записала на чистой странице:

«Вопрос на будущее: можно ли украсть у человечества великое открытие, которое ты сам же и сделал? Или это не кража, а всего лишь необходимая историческая отсрочка? И кто вообще дал нам право решать, когда именно человечество готово к таким сильным знаниям?»

Практическая реализация этой сложной трёхходовой комбинации заняла у них почти весь следующий месяц.

Реальный метод синтеза был переведён в режим коммерческой тайны. Чегодаев лично, буквально под лупой выверил каждый документ, составляя положение о ноу-хау: он ограничил круг допущенных лиц, ввёл жесткие санкции за разглашение и намертво запер настоящие параметры в сейфе. Дата введения режима коммерческой тайны юридически зафиксировала их приоритет на секрет производства. Теперь у молодой команды было время на то, чтобы либо самостоятельно довести полимер до реального промышленного применения, либо выгодно продать лицензию крупному концерну, который сможет это сделать.

Методологическая статья о принципах работы «Резонатора» была отправлена в редакцию *Nature Materials*. Файл назывался максимально буднично: «Математический метод струнной компактификации данных для моделирования кристаллических решёток». В статье подробно описывался алгоритм, но конкретные параметры синтеза рекордного полимера были опущены

как коммерческая тайна. Конкуренты видели метод, но без доступа к специфическому оборудованию «Храма» не могли воспроизвести результат. Никто в научном мире теперь не мог официально обвинить команду в умышленной фальсификации данных — потому что описанный в препринте промежуточный синтез действительно когда-то проводился Жуковым, и описанный там скромный результат действительно был им получен. Просто самый лучший, революционный результат остался запертым в личном лабораторном журнале Дениса Аркадьевича, под строгим коммерческим грифом «секрет производства — ноу-хау».

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.