

UNITED WISDOM

Хаос и предсказуемость: почему точного знания бывает недостаточно

Мир и сознание

Andrey Zarinsh & Maria Evilkut

W26 · RU

@andrey.zarinsh @ilkutki

Хаос и предсказуемость: почему точного знания бывает недостаточно

Эпиграф

> *Предсказание становится невозможным*

Анри Пуанкаре, «Наука и метод», книга I, глава IV «Случайность», II, с. 398. Собственный перевод полной грамматической части предложения по Джорджу Брюсу Холстеду, 1913. Речь об усилении ошибки исходных данных при известном законе; не о невозможности всякого прогноза.

О чём эта статья

Точное правило и точный прогноз требуют разных сведений. Можно безошибочно знать, какое действие выполняется следующим, но недостаточно точно знать величину, к которой это действие применяется. Если различия усиливаются, ограничение исходного измерения становится существенным для последующего ответа. Слово «хаос» в таком разговоре не означает отсутствие правил и не объясняет личную судьбу. Эта статья различает закон, состояние, вычисление и требуемую точность результата. Собственная простая числовая схема позволяет проверить несколько шагов, а ограниченные первичные тексты Пуанкаре, Лапласа и исследователей электронного генератора показывают, почему из неё нельзя вывести общий приговор предсказанию. Статистический вопрос тоже отличается от вопроса о единственной будущей траектории. Для UW важно сохранить оба масштаба: уважать предел знания и продолжать действовать в пределах доступных условий. Ни ошибка прогноза, ни наличие детерминистического правила сами по себе не устанавливают неизбежную человеческую судьбу, бессмысленность планирования или доказанную метафизическую свободу.

@andrey.zarinsh @ilkutki

I. Знать правило и знать положение

Возьмём правило «каждый следующий результат равен половине предыдущего». При начальном значении восемь последовательность начинается с четырёх, двух и единицы. При начальном значении десять она начинается с пяти, двух с половиной и одной целой четверти. Правило осталось тем же; различие ответов определяется различием начала. Для расчёта отдельного случая недостаточно произнести закон. Нужно сообщить исходное значение и номер шага. В физической задаче добавятся единицы измерения и обстоятельства, в которых правило подходит. Это простое различение защищает от уверенности, будто правильная общая формула уже содержит все данные о рассматриваемом предмете и устраняет необходимость наблюдать его.

У Лапласа воображаемый интеллект знает силы и положения и способен выполнить необходимый анализ. Полная определённость связывается именно с этими условиями. В той же главе человеческое знание отделено от идеала огромным расстоянием. Поэтому знаменитый образ не является описанием имеющегося компьютера или доказательством способности предсказать каждый поступок. Он полезен для постановки вопроса: какие сведения исключены из нашего реального расчёта? Современная статья не принимает исторический тезис о достаточном основании как доказанный закон каждой физической теории. Она сохраняет различие между условным идеалом объяснения и возможностями определённого наблюдателя в определённой задаче.

Пуанкаре обращает внимание на ситуацию, когда приближённое начало не даёт столь же приближённого конца. Его рассуждение о случайности не исчерпывается формулой «мы не знаем». Автор рассматривает разные источники ограничений и разные способы получения вероятностного знания. В используемом здесь фрагменте важна связь размера начальной ошибки с размером последующей. Исторические примеры погоды не превращаются в современный срок надёжного метеопрогноза. Для такого утверждения потребовались бы конкретные модели, наблюдения и способ оценки качества. В нашей статье достаточно поставить различимый вопрос: насколько точно нужно знать начало, чтобы получить ответ заданной точности после заданного числа шагов?

Слово «точность» тоже не существует отдельно от запроса. Для доставки предмета может хватить указания района, а для соединения детали потребуется другой допуск. Один расчёт способен быть полезен для первого вопроса и недостаточен для второго. Поэтому оценка прогноза начинается с заранее заданного критерия. Если изменить его после события, почти любой ответ можно объявить успехом или провалом. Полезно указать величину, срок и допустимое расхождение до проверки. Это не гарантирует правильности модели, но делает утверждение проверяемым. Читатель может увидеть, какую задачу решал прогноз и какие более сильные обещания к нему добавили позднее.

II. Небольшая схема с растущим различием

Построим собственное учебное правило для чисел от нуля до единицы. Если число не больше половины, следующее равно удвоенному числу. Если больше половины, следующее равно удвоенной разности между единицей и этим числом. График напоминает треугольную крышу; это треугольное отображение, а не модель погоды или человеческого решения. Оба способа дают единицу для половины, поэтому в месте соединения нет скачка значения. Например, из одной десятой получаются две десятых, четыре десятых, восемь десятых и снова четыре десятых. Последовательность определяется правилом точно, хотя способ вычисления меняется по разные стороны половины.

Рядом возьмём число 0,100001 вместо 0,1. Его первые результаты равны 0,200002; 0,400004; 0,800008; 0,399984. Начальная разница равнялась одной миллионной; после четырёх шагов её величина равна шестнадцати миллионным. Читатель может проверить каждое действие обычным умножением и вычитанием. Пока обе последовательности выбирают одну и ту же сторону правила на каждом шаге, величина разницы удваивается. Последний шаг также меняет её знак. Этот конечный расчёт показывает усиление конкретного различия. Сам по себе он ещё не является доказательством любого общего математического определения хаоса или описанием наблюдаемого природного процесса.

Ограничение общей ветвью существенно. Если два числа оказываются по разные стороны половины, прежнее объяснение удвоением разницы применять без изменения нельзя. Более того, симметричные относительно половины числа получают один и тот же следующий результат. Из 0,4 и 0,6 выйдет 0,8; дальнейшие последовательности совпадут. Следовательно, утверждение «любые разные начала всегда расходятся» уже опровергнуто внутри этой схемы. Усиление некоторых различий совместимо со сближением или совпадением других случаев. Такая проверка полезнее эффектного общего образа: она устанавливает, где работает конкретное рассуждение и какой контрпример не позволяет сделать из него универсальное обещание непредсказуемости.

Все результаты схемы остаются между нулём и единицей. Разница не может бесконечно расти как неограниченное число, хотя на определённых участках она усиливается. Такое сочетание расширения и ограничения требует аккуратного описания. Если показать только первые четыре шага, легко принять местное поведение за поведение навсегда. Если показать только предел диапазона, легко пропустить потерю точности внутри него. Мы сохраним обе стороны: конечную проверяемую таблицу и её область применимости. За пределом таблицы требуется дальнейший расчёт или отдельное доказательство.

Небольшой пример помогает увидеть вопрос, но не освобождает от работы, необходимой для более сильного вывода.

III. Срок входит в прогноз

Начальная ошибка, равная одной миллионной, при последовательном удвоении достигает 0,008192 после тринадцати шагов и 0,016384 после четырнадцати. Если допустимое расхождение равно одной сотой, эти два значения лежат по разные стороны допуска. Для выбранной пары выше ветви действительно совпадают до этого места; конечную проверку можно выполнить точно дробями. Но число четырнадцать не становится природной константой прогноза. Оно получено из заданной начальной разницы, выбранного правила и конкретного допуска. При иных условиях граница изменится. Здесь видно, почему срок нужно сообщать вместе с точностью: один ответ способен оставаться приемлемым раньше и перестать соответствовать запросу позже.

Нельзя считать эту пару полной оценкой ошибки измерения. Прибор мог оставить неизвестным целый интервал исходных значений, а мы сравнили лишь два. Для гарантии относительно интервала потребовалось бы проверить все допустимые значения либо использовать отдельную оценку. В нашей схеме изменение следующего результата не превышает удвоенной исходной разницы, даже если ветви различаются; это можно проверить по двум линейным участкам и их соединению. Такая верхняя граница не обещает, что разница действительно достигнет предела. Различаются демонстрация двух траекторий, оценка худшего случая и вероятностное описание набора случаев. Смешение этих задач создаёт больше уверенности, чем даёт расчёт.

Улучшение измерения может продлить полезный срок, но не обязано сделать его неограниченным. При последовательном усилении дополнительная точность постепенно расходуется. Это не аргумент против измерений: они позволяют получить ответ, который раньше был недоступен. Нужно лишь соотносить затраты с задачей. Если требуется решение на ближайший шаг, попытка построить совершенно точную дальнюю траекторию может быть избыточной. Если требуется безопасность сложного устройства, скромная средняя точность может оказаться недостаточной. Эта статья не предлагает универсальный бюджет наблюдения. Она показывает, какие условия нужно назвать, прежде чем рассуждать о полезности дополнительных данных или о пределе предсказания.

Некоторые вопросы остаются отвечаемыми при утрате точечного прогноза. В нашей схеме каждое значение остаётся в заданном диапазоне независимо от начала внутри этого диапазона. Это точное ограничение, хотя оно не сообщает следующий десяток цифр определённой траектории. Поэтому фраза «предсказание невозможно» требует указать, какое именно предсказание имеется в виду. Иногда недоступно положение с

узким допуском, но доступна граница или условие, при котором выход не возникнет. Иногда даже такая граница не обоснована. Различать эти случаи важно для решений: отсутствие одного вида знания не доказывает ни отсутствие всех закономерностей, ни достаточность любого более общего ответа.

IV. Хаос имеет условия определения

Термин «хаос» в математике используется в определённых формулировках, которые нельзя заменить бытовым впечатлением беспорядка. В прочитанном первичном тексте Ньюкомба и Эль-Лейти приводится условная теорема для непрерывного отображения интервала в себя. При указанном поведении нескольких итераций она устанавливает существование особого множества непериодических начальных точек и периодических точек разных периодов. Это утверждение о модели с предпосылками, а не о каждой наблюдаемой последовательности. Формулировка критерия сама по себе не проверяет конкретный прибор: нужно отдельно установить выполнение его условий. В статье важно сохранённое различие: математический критерий требует больше, чем несколько неровных чисел или выразительная картинка.

В указанном хаотическом множестве последовательности могут неоднократно удаляться друг от друга и снова подходить близко. Непрерывное монотонное расхождение не является содержанием этого критерия. Периодические точки в той же постановке также не исчезают. Поэтому короткий повторяющийся участок ряда не доказывает, что система вообще лишена хаотического поведения, а неровный участок не доказывает обратного. Нужен вопрос о начальных условиях, параметрах и определении. Слова «система хаотична» без этих уточнений способны скрыть несколько разных утверждений. Одно касается наличия определённого множества состояний, другое — того, насколько типичен конкретный наблюдаемый случай для интересующей нас задачи.

Первичный пример исследователей — электронный генератор, в котором переключение по гистерезису соединяет участки движения. Для описания выбирается отображение возврата: последовательные пересечения определённого участка пространства состояний сопоставляются друг с другом. Авторы отдельно сообщают о расчёте и опыте с электронной схемой. Здесь показан конкретный способ исследования, а не общая метафора «всё возвращается». Результат опыта остаётся сообщённым авторами примером 1986 года. Перенос его объяснения на другое устройство требует сохранения параметров и проверки соответствия модели. Наличие теоретического критерия не заменяет такой проверки; отчёт об отдельном опыте не устанавливает поведение каждого возможного прибора.

Такая конкретность предохраняет от лишнего переноса. Мотивация авторов упоминает сердце, но статья прямо не исследует его подробно. Из электронного примера здесь не

выводится медицинская оценка. Аналогично человеческие отношения не становятся отображением возврата только потому, что в них встречаются повторы. Для такого математического утверждения нужно определить состояния, правило, измерения и область применимости. Отсутствие этих сведений не делает человека «хаотическим объектом» в техническом смысле. Оно оставляет описание недостаточно определённым. Уважение к границе предмета сохраняет и точность науки, и право человека не быть объяснённым чужой моделью без нужного основания.

V. Ошибка вычисления и ошибка модели

При численном расчёте к неизвестности начала добавляется округление. Если сохранить 0,100001 только до одного знака после запятой, оно превратится в 0,1. Для отображения выше новая вычисленная последовательность будет совпадать с первой. Это свойство записи, а не исчезновение физического различия в каком-либо объекте. Число на экране и состояние мира не являются одним событием. Чтобы оценивать результат, полезно различать исходную ошибку измерения, выбранную точность хранения и ошибку алгоритма. Тогда улучшение одного звена не будет незаметно объявлено устранением всех остальных. Даже точное вычисление отвечает только на тот вопрос, данные для которого действительно заданы.

Наши первые шаги допускают точный расчёт рациональными дробями. Это убирает округление из выбранного конечного примера, но не доказывает, что так можно полностью вычислить любой реальный процесс. Дроби здесь описывают авторски заданные числа. Измеренное значение может быть приближённым уже до начала расчёта. Если исходное предположение неверно, точная арифметика сохранит неверное предположение особенно аккуратно. Поэтому при проверке нужен отдельный вопрос к данным. Что было наблюдено? С какой погрешностью? Какая часть введена как условие учебной схемы? Эти вопросы отличают прозрачное объяснение от ситуации, где точность вычисления используется для придания ложной определённости неизвестному входу.

Ошибкой модели будет, например, применение нашего треугольного правила к очереди людей без основания. Даже если все действия с числами выполнены верно, выбранное правило может не описывать очередь. Требуются реальные сведения о поступлении, обслуживании, доступных ресурсах и условиях изменения процесса. Эффектная последовательность чисел не заменяет таких сведений. Для сравнения моделей нужен критерий, связанный с наблюдением, а не только с математической красотой. Можно сравнить их ответ на заранее поставленный вопрос, указать область, где они различаются, и найти доступное свидетельство. Если его нет, сильное утверждение остаётся предположением, а не превращается в знание благодаря сложности формулы.

В электронном исследовании авторы различают идеализированное условие непрерывности и аналоговую реализацию, где параметры нельзя удержать с бесконечной точностью. Это предел конкретного переноса между математической схемой и опытом. Из него нельзя вывести ни полное тождество модели и прибора, ни бесполезность моделирования. Содержательная проверка спрашивает, какие наблюдения согласуются с расчётом и какие требования остаются невыполненными. Мы не приписываем себе такую техническую проверку для их устройства. Но само различение полезно читателю: теоретическое утверждение, авторский отчёт об опыте и независимо воспроизведённый результат имеют разное основание и не заменяют друг друга.

VI. Вместо точки — распределение?

Если единственная будущая величина неизвестна, иногда имеет смысл рассматривать набор возможных величин. Однако список возможностей ещё не является распределением вероятностей. Нужно основание для веса каждого случая. Можно заранее условиться, что в учебной задаче начальные числа выбираются равномерно, но это не докажет равномерность данных реального прибора. При изменении начального распределения может измениться ответ. Поэтому статистическое описание тоже требует условий. Фраза «всё возможно» не равнозначна «всё одинаково вероятно». Ошибка здесь способна привести к практическому решению с придуманной уверенностью, хотя исходное ограничение знания никуда не исчезло и лишь получило числовое оформление.

Пуанкаре обсуждает перемешивание и ограничения вывода о распределении. В его примерах сохраняющиеся величины и вырожденные правила препятствуют простому обобщению. Электронная статья тоже различает математические способы описывать хаотическое поведение и указывает условия обсуждаемой меры. Эти тексты дают основание не склеивать точечный и статистический вопрос. Они не устанавливают сегодняшнюю вероятность конкретной погоды, результата разговора или финансового события. Для такого ответа потребовались бы другие данные и проверка. Здесь остаётся методическое различие: отсутствие надёжной отдельной траектории иногда совместимо с ограниченным распределением, но само по себе его не создаёт и не определяет численные веса.

Даже правильно заданное распределение не гарантирует отдельный исход. Если возможны два результата, вероятность одного не отменяет другого. Для решения бывает важен не только более частый случай, но и цена редкого. Это уже вопрос целей и допустимых последствий, который не следует автоматически из математического описания. Можно заранее обсудить резервный вариант, не обещая избежать любого ущерба. В нашей авторской повседневной задаче таким резервом будет другое время

или иной объём работы. Это практическое предложение, а не применение физических вероятностей к человеку. Его уместность зависит от согласия участников, доступных ресурсов и реальных ограничений.

Проверяемость статистического утверждения отличается от проверки одного числа. Нельзя отвергнуть добросовестную вероятностную оценку только потому, что один менее вероятный случай произошёл. Нельзя и защитить любую придуманную вероятность словами «это тоже было возможно». Требуется заранее выбранный способ оценки и подходящие наблюдения. Эта статья не задаёт универсальный стандарт статистической проверки. Она лишь оставляет место для необходимой работы вместо немедленного вывода о качестве прогноза по одному удобному событию. Читателю полезно спросить, какое свидетельство изменило бы оценку и кто имеет доступ к такому свидетельству. Если ответа нет, числовая уверенность требует пересмотра.

VII. Три разных вопроса о будущем

Детерминированность означает определённость дальнейшего движения в рамках соответствующего правила и начального состояния. Предсказуемость касается того, какой ответ способен получить наблюдатель при доступных данных, способе расчёта и требовании к точности. Фатализм утверждает иной тезис: результат якобы не зависит от того, что происходит и делается. Эти понятия нельзя подставлять друг вместо друга. В нашей схеме изменение начала меняет последовательность именно потому, что правило учитывает начало. Наличие правила не делает условия несущественными. Для человеческого действия это различение не решает весь спор о свободе, но препятствует ошибке, будто объяснение причин само объявляет обсуждение и решения лишними.

Необратимость событий — ещё один вопрос. В прочитанной работе Лебовица различаются свойства микроскопического описания и макроскопическое направление при определённых условиях. Хаос немногочисленной системы сам по себе не является объяснением термодинамической стрелы времени. Поэтому растущую ошибку прогноза нельзя назвать энтропией личной жизни. Она описывает отношение наших сведений к ответу, а физическая энтропия требует своей постановки. Эта граница будет центральной в отдельной статье UW. Здесь достаточно не превращать все ограничения будущего в один закон. Предсказание, статистика, направление физических процессов и переживание неопределённости имеют разные предметы и разные основания.

Трудность прогноза также не доказывает принципиальную случайность события. Причина может состоять в неполных данных, в неподходящей модели, в вычислении или в специальных свойствах динамики. Чтобы утверждать иной источник случайности, нужно отдельное основание. Обратная ошибка — обещать точный прогноз только потому, что принято детерминистическое описание. Между этими крайностями остаётся

широкая область частичного знания: диапазон, условие, ближайший шаг или вероятностная оценка с ограничениями. Их полезность следует оценивать по задаче. Читателю не требуется выбирать между всеведением и полным отказом от наблюдения лишь потому, что дальний точечный ответ оказался недоступным.

Встреча с неопределённостью может переживаться по-разному, но переживание не служит измерением хаоса в математическом смысле. Неуверенность в ответе другого человека не даёт нам уравнения его движения. Его молчание допускает разные обстоятельства, включая недоступность времени или желания отвечать. Лучше сохранить этот предел, чем объяснить неизвестное особой чувствительностью к начальным условиям. Для UW различие помогает удерживать самостоятельность другого участника: в план можно включить собственные действия и доступные договорённости, а чужое решение оставить чужим. Это современное авторское применение, которое не доказывает результативность упражнения и не разрешает читать мотивы без сведений.

VIII. План с условием пересмотра

Возьмём собственный пример: подготовить текст к совместному обсуждению. Известны доступное время и готовые фрагменты; неизвестны момент ответа и возможный объём замечаний. Можно назначить ближайший шаг, который не требует неизвестного ответа: проверить один фрагмент или сформулировать вопрос. Это не победа над хаосом и не вывод из теоремы. Это ограниченное решение при разделённых условиях. Если участник подтвердит другое время, план изменится по новому факту. Если ответа нет, отсутствие не превращается автоматически в отказ, согласие или скрытую причину. Так пересмотр сохраняет различие между наблюдением и нашей интерпретацией.

Полезно указать, какое событие вызовет пересмотр. Например, появление замечаний меняет содержание работы, а подтверждённая недоступность времени меняет срок. Эти основания различаются; одно не доказывает другого. Можно также установить собственный момент повторной оценки, сохраняя право не ждать бесконечно. Тогда план остаётся договорённостью или собственным намерением с условиями, а не предсказанием чужого поведения. Ясность нужна обеим сторонам: если действие затрагивает другого участника, важно сообщить ему существенные условия и спросить о возможности участия. Точная схема собственной работы не создаёт права распоряжаться чужим временем или считать его согласие заранее известным.

Резервный вариант тоже должен быть реальным. Уменьшение задачи, перенос срока или отказ от части работы бывают доступными, но не каждому и не всегда. Предложение «просто предусмотрите запас» может скрыть отсутствие денег, здоровья, помощи или безопасных условий. Поэтому практика UW не требует безупречного контроля и не

оценивает достоинство человека по точности плана. Она помогает назвать существующее ограничение и выбрать действие, которое не зависит от выдуманной уверенности. Иногда честный результат — признать, что доступного решения пока нет, и сформулировать, какая информация или помощь действительно могла бы изменить ситуацию.

Точное знание правила бывает недостаточным для точного знания будущего, но это не делает все будущие вопросы одинаково закрытыми. Мы можем отличать траекторию от диапазона, арифметику от измерения, математический критерий от впечатления и собственный план от чужого решения. Каждое различие уменьшает число лишних обещаний и делает доступный ответ понятнее. В направлении UW «Мир и сознание» уважение к неопределённости соединяется с действием через условия и пересмотр. Оно не требует объявлять мир бессмысленным либо заранее решённым. Возможность исправить своё объяснение остаётся практической ценностью даже там, где окончательный прогноз недоступен.

Что это значит на практике

Выберите одну собственную задачу на ближайшее время, не требующую предсказывать чужие мотивы. Запишите желаемый результат, срок и допустимое различие между планом и фактом. Если точность не имеет смысла выражать числом, опишите критерий словами: какой результат вы действительно сможете признать выполненным?

Разделите условия на известные, неизвестные и реально ограниченные. Для каждого известного укажите наблюдение или договорённость; для неизвестного сохраните вопрос. Не назначайте вероятности только ради заполнения таблицы. Если действие другого человека существенно, отметьте необходимость его ответа и согласия, а не подменяйте их прогнозом.

Назовите ближайший доступный шаг и одно основание пересмотра: новый ответ, изменение условий или заранее выбранное время оценки. Проверьте, способен ли шаг принести новое сведение либо завершить самостоятельную часть задачи. Не обещайте себе контроля над внешним исходом. При отсутствии ресурса допустимо уменьшить объём или пока отказаться от изменения.

После выбранного срока сравните факт с критерием и отдельно рассмотрите данные, модель и исполнение. Не превращайте один промах в доказательство бесполезности всех планов. Практика является оригинальным предложением UW, не научно установленным способом устранять тревогу или гарантировать результат. Сохраняются ограничения, безопасность, право на отказ и возможность признать неизвестное.

Ключевая цитата

> *ничто не было бы неопределённым*

Пьер-Симон Лаплас, «Философский опыт о вероятностях», глава II. Собственный перевод полной грамматической части предложения по Траскотту и Эмори, 1902. Условия воображаемого интеллекта — знание сил и положений и способность анализа; человеческое знание прямо отделено от идеала.

Связи между традициями

Вопрос	Две опоры	Механизм сопоставления	Сохраняемая граница
Закон или исходные данные?	Лаплас, II, идеальный интеллект; Пуанкаре, I.IV.II, с. 397–399	Различить правило и точность начала	Идеал не является доступной технологией
Что означает расхождение?	Пуанкаре, I.IV.II и IV; Ньюкомб и Эль-Лейти, §§ 2 и 4.1	Различить усиление ошибки и критерий хаоса	Не всякая пара расходится монотонно
Откуда берётся вероятность?	Лаплас, II, примеры сведений; Ньюкомб и Эль-Лейти, §§ 4.1 и 6	Различить возможные состояния и отдельную последовательность	Не доказательство фундаментальной случайности
Точка или распределение?	Пуанкаре, I.IV.VI; Ньюкомб и Эль-Лейти, § 6	Изменить вопрос, сохранив условия меры	Не произвольная равномерность и не сегодняшний прогноз
Хаос или стрела времени?	Ньюкомб и Эль-Лейти, §§ 2 и 5; Лебовиц, с. 32 и 38	Различить динамику и макроскопическое направление	Не духовная энтропия и не личная судьба
Как пересмотреть план?	Пуанкаре, I.IV.VIII–IX; Лаплас, II, человеческое расстояние до идеала	Уточнить условия, сведения и критерий	Оригинальное применение UW без обещания пользы

Первоисточники

1. Анри Пуанкаре. *Science and Method*, книга I, глава IV «Chance», I–X, с. 395–412, в *The Foundations of Science*. Авторизованный перевод Джорджа Брюса Холстеда, Science Press, 1913. Первичный текст. Исторические примеры не устанавливают современный срок прогноза погоды.

2. Пьер-Симон Лаплас. *A Philosophical Essay on Probabilities*. Перевод Фредерика Уилсона Траскотта и Фредерика Линкольна Эмори с шестого французского издания, 1902. Первичный текст, I–II и начало III. Французский оригинал здесь не используется; условный интеллект не рассматривается как доступная технология.

3. Robert W. Newcomb, Nevine El-Leithy. *Chaos Generation Using Binary Hysteresis*. Circuits, Systems, and Signal Processing 5, № 3, 1986, с. 321–341. Первичная статья, §§ 1–2, 4.1, 5–6. Конкретный электронный пример; медицинская мотивация не является исследованием здоровья.

4. Joel L. Lebowitz. *Boltzmann's Entropy and Time's Arrow*. Physics Today 46, сентябрь 1993, с. 32–38. Первичная статья. Статистическая механика с определёнными условиями; хаос сам по себе не объясняет термодинамическую необратимость.

Теги

хаос, предсказуемость, начальные условия, чувствительность, измерение, точность, прогноз, срок прогноза, детерминизм, случайность, вероятность, распределение, Пуанкаре, Лаплас, Ньюкомб, Эль-Лейти, Лебовиц, гистерезис, отображение, траектория, ошибка, модель, вычисление, пересмотр, Мир и сознание, United Wisdom, самостоятельность, условия

Про авторов

Andrey Zarinsh — автор и основатель проекта United Wisdom. Исследует темы внутренней трансформации, единства традиций, межкультурного диалога и современной духовной дисциплины. Instagram: @andrey.zarinsh.

Maria Evilkut — соавтор United Wisdom. Помимо исследовательской работы, она стремится проверять эти идеи на практике и наблюдать, как принципы единства и взаимопонимания работают в реальной жизни между людьми и культурами. Instagram: @ilkutki.