

## **Глава 2**

# **ПАРАДИГМА НЕЛИНЕЙНОСТИ И СРЕДА БЕЗОПАСНОСТИ XXI ВЕКА. НЕЛИНЕЙНАЯ ПРИРОДА ВОЙНЫ**

## **I. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ЛИНЕЙНОЙ И НЕЛИНЕЙНОЙ ПАРАДИГМ**

### **1. ДОМИНАНТНАЯ ПАРАДИГМА И ПАРАДИГМАЛЬНЫЙ СДВИГ**

#### **1.1. Доминантная парадигма и язык метафоры**

Крах биполярного мира и стремительное развитие процессов глобализации застали врасплох западную философскую и политическую мысль. Разворачивающаяся на наших глазах новая эпоха требует переосмысления фундаментальных идей, лежащих в основании современного западного общества, в очередной раз в своей истории стоящего перед необходимостью разработки новой парадигмы. Понятие «парадигма» имеет глубокие корни и разрабатывается западными философскими школами на протяжении тысячелетий. Еще для Платона познаваемый мир человека являлся аппроксимацией парадигмы — ясного однозначного образца, примера, относительно которого не может быть других суждений<sup>178</sup>.

---

<sup>178</sup> Rohmann, Chris. A World of Ideas. New York: Ballantine Books, 1993, p. 295.

Развитие данного понятия применительно к современному миру происходит в работах Томаса Куна, согласно которым развитие общества, научный прогресс происходит на основе «доминантных парадигм»<sup>179</sup>. Парадигма в данном случае трактуется как группа фундаментальных предположений, формирующих для научного сообщества картину мира. Это общая система взглядов, фрейм, определяющий правила, при помощи которых рассматривается объект исследования<sup>180</sup>. Парадигма обеспечивает базис, на котором выстраиваются все остальные построения и заключения. Это более широкое понятие, нежели концепция, ее нельзя свести к некоторой теории, модели и пр. Как подчеркивает Кун, парадигма не дает ответов и не есть сами знания, как таковые. Она дает обещание ответа, указывает путь, на котором можно обнаружить знания, обеспечивая «критерий для выбора проблем, которые (хотя парадигма и считает их доказанными), как предполагается, имеют решения»<sup>181</sup>. То есть парадигмы оформляют как представление и интерпретацию проблем, так и их решения.

Таким образом, сама природа парадигмы, ее желание дать полное, непротиворечивое видение описываемой реальности, делает возможным и даже необходимым использование языка метафор при формулировке ее положений. Метафора обычно есть парадоксальное утверждение. Если рассматривать ее дословно, согласно законам абстрактной рациональности (математической логики, таблиц истинности и пр.), она является ложью, но является правдой согласно правилам образной рациональности (то есть искусства)<sup>182</sup>. Метафоры отображаются через речевые паттерны и раздражают, пока являются новыми, однако со временем они входят в обиход, становятся обыденными и незаметными, такими как «крылья здания», «взвешивание своих возможностей» и пр. Важность метафоры, умения опериро-

<sup>179</sup> Kuhn, Thomas S. *The Copernican Revolution*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1957.

<sup>180</sup> Jablonsky, David. *Paradigm Lost? Transitions and the Search for a New World Order*. Carlisle Barracks, PA: Strategic Studies Institute (SSI), US Army War College, July 1995, p. 6. 12 January 2011. <http://www.carlisle.army.mil/ssi/pdf/PUB357.pdf>.

<sup>181</sup> Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*, p. 37.

<sup>182</sup> Beyerchen, Alan D. «Clausewitz, Nonlinearity and the Importance of Imagery,» in Alberts David S. and Thomas J. Czerwinski (eds.). *Complexity, Global Politics and National Security*. Washington: National Defense University, 1997, p. 74. 12 January 2012. <<http://www.clausewitz.com/readings/Beyerchen/BeyerschenNonlinearity2.pdf>>

вать ею понималась всегда. Аристотель писал: «Стать мастером метафоры — самое величайшее достижение человека». Это одна из тех вещей, которым невозможно выучиться. «Метафора — это одновременно «дар гения» и мастерство геометра, превосходно владеющего наукой пропорций». Он также утверждал, что метафора является таким безусловным индикатором власти, что не подходит для употребления рабами<sup>183</sup>.

В последние несколько веков источником метафор и парадигм, применяемых в социальной, политической, военной сферах, становилась наука, роль которой тем самым не ограничивалась границами научного познания. Например, ньютоновская наука дает всеохватывающую парадигму, характеризующую всю современную западную культуру<sup>184</sup>. Это означает, что необходимо быть весьма осторожными при рассмотрении новых метафор и парадигм. «Важно понимать, что наши метафоры, как и цели, «поле соревнования и усилий». Результатом сформулированных идей, исследования мира, попыток контролировать события и достигать целей становится постоянное изменение самих событий. Мы должны быть осторожны, внедряя идеи и «картины мира» в основание мира, так как оно часто оказывается катастрофически хрупким и ломким или подвижным и деформирующимся, как лава»<sup>185</sup>. С другой стороны, искусственное торможение процессов развития общества и появления новых парадигм также недопустимо, и «тот, кто не применяет новые средства, должен ожидать новых бедствий — время является величайшим новатором»<sup>186</sup>.

<sup>183</sup> Fiumara, Gemma Corradi. *The Metaphoric Process: Connections between Language and Life*. London: Routledge, 1995, pp. 1–5.

<sup>184</sup> Schmitt, John F. «Command and (Out of Control): The Military Implications of Complexity Theory», in Alberts David S. and Thomas J. Czerwinski (eds.). *Complexity, Global Politics and National Security*. Washington, DC: National Defense University, June 1997, p. 99. 12 January 2012. <[http://www.dodccrp.org/publications/pdf/Alberts\\_Complexity\\_Global.pdf](http://www.dodccrp.org/publications/pdf/Alberts_Complexity_Global.pdf)>

<sup>185</sup> Saperstein, Alvin M. «Complexity, Chaos, and National Security Policy: Metaphors or Tools?» in Alberts, David S. and Thomas J. Czerwinski (eds.). *Complexity, Global Politics and National Security*. Washington, DC: National Defense University, June 1997, p. 48, 26. 12 January 2012. <[http://www.dodccrp.org/files/Alberts\\_Complexity\\_Global.pdf](http://www.dodccrp.org/files/Alberts_Complexity_Global.pdf)>

<sup>186</sup> Bacon, Francis (1561–1626). «XXIV. On Innovation», *Essays (1597)*. In Francis Bacon and Basil Montagu. *The Works of Francis Bacon, Lord Chancellor of England*. Vol. 1, Philadelphia: Parry and McMillan, 1852, p. 32. 12 January 2012. <<http://ebooks.adelaide.edu.au/b/bacon/francis/b12e/essay24.html>>.

С данной точки зрения, роль и значение метафоры заключается также в том, что она позволяет постигать и «схватывать» процессы, избегая соблазна поиска простоты и аналитической определенности там, где они недостижимы.

Таким образом, философская и политическая мысль Запада достаточно давно поняла необходимость осмысления факта кардинальных изменений, которые периодически происходят в западном обществе. Питер Друкер отмечал, что «каждые несколько сотен лет в западной истории происходят резкие трансформации, в которых общество перестраивает себя: свое видение мира, базисные ценности, социальную и политическую структуры, свое искусство, основные институты. Пятьдесят лет назад это был новый мир, и люди, родившиеся тогда, не могли даже вообразить мир, в котором жили их прадеды и родились их собственные родители»<sup>187</sup>.

## 1.2. Парадигмальный сдвиг

Томас Кун предлагает описывать такого рода изменения в терминах становления и развития доминантных парадигм. На начальном этапе существующая парадигма удовлетворительно описывает явления и процессы и не нуждается в каком-либо развитии или усовершенствовании. Ее сила и мощь достаточны, чтобы указывать пути, на которых получают свое объяснение наблюдаемые явления социальной жизни, науки и пр. До тех пор, пока ей это удастся, парадигма выглядит незыблемой, и наблюдаемые явления интерпретируются через развитие и артикуляцию новых теорий в рамках существующей парадигмы<sup>188</sup>.

Однако в результате развития, появления новых фактов, явлений доминантная парадигма начинает переполняться аномалиями, которые она не в состоянии ассимилировать. Как следствие, появляется необходимость в развитии нового видения, в рамках которого можно было бы объяснить наблюдаемые явления. Имеет место «парадигмальный сдвиг»<sup>189</sup>, симптомом которого становится появ-

---

<sup>187</sup> Drucker, Peter Ferdinand. *Post-Capitalist Society*. New York: HarperCollins Publishers, 1993, p. 1.

<sup>188</sup> Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*, p. 97.

<sup>189</sup> Rohmann, *World of Ideas*, p. 296.

ление новых «революционных наук»<sup>190</sup>. Старая парадигма разъедается новым мышлением, наступает переходный период, характерной чертой которого становится нестабильность. В конце концов, новая парадигма занимает свое место, обеспечивая новое видение мира (*Weltanschauung*) и способность исследовать новые возможности и горизонты<sup>191</sup>. Однако, как отмечает Кун, старая парадигма не уступает без боя, и «парадигма объявляется несостоятельной, только когда альтернативный кандидат оказывается в состоянии занять ее место»<sup>192</sup>. Это достаточно болезненный процесс, особенно когда социальная структура, источники власти, институты обучения и профессиональные карьеры основаны на положениях старой парадигмы<sup>193</sup>.

В качестве примера, иллюстрирующего описанный выше процесс смены доминантной парадигмы, можно привести средневековую Европу, которая оформлялась тщательно отработанной системой взглядов, соединяющей теологию с природными явлениями и различными аспектами социального бытия. В ее основе лежала геоцентричная птолемеяевская система — точная, обозреваемая и неправильная. Однако на протяжении столетий именно она определяла вселенную европейского человека и его место в нем<sup>194</sup>. К началу XVI века все большее число астрономов стали признавать, что птолемеяевская система является неудовлетворительной, что, в конечном счете, привело к разработке Коперником новой<sup>195</sup>. Галилео Галилей, благодаря своей гениальности и преимуществу в технологии (телескоп), нашел аргументы в поддержку гелиоцентричной вселенной, тем самым бросив вызов тысячелетней догме католицизма и безвозвратно изменив отношения между человеком, наукой, религией и природой<sup>196</sup>.

---

<sup>190</sup> Rohmann, *World of Ideas*, p. 296.

<sup>191</sup> Jablonsky, *Paradigm Lost?*

<sup>192</sup> Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*, p. 77, 145.

<sup>193</sup> Rohmann, *World of Ideas*, p. 296.

<sup>194</sup> Rohmann, *World of Ideas*, p. 296.

<sup>195</sup> Kuhn, Thomas S. *The Copernican Revolution*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1957, pp. 135–143.

<sup>196</sup> Sorbel, Dava. *Galileo's Daughter: A Historical Memoir of Science, Faith and Love*. New York: Walker and Company, 1999, pp. 50–53.

## 2. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ЛИНЕЙНОЙ И НЕЛИНЕЙНОЙ ПАРАДИГМ

### 2.1. Линейная парадигма

До последнего времени доминантной парадигмой западного мира являлась ньютоновская или линейная парадигма. В своей основе она придерживается механистического видения мира — подход, глубоко укорененный в сознании и мышлении западного человека. Как пишет Ален Байерхен (*Alan Beyerchen*), один из авторитетных исследователей, работающий в сфере применения метафоры нелинейности к проблемам национальной безопасности и военного строительства: «Коннотация линейности все еще играет большую роль в нашем мышлении, особенно в механике, успех которой без колебаний пытаются копировать многие социальные научные дисциплины. Линейность предлагает структурную стабильность и делает акцент на равновесии. Она легитимирует простые экстраполяции известного развития, масштабирование и разделение на части. Она обещает предсказуемость и, следовательно, контроль — действительно, очень мощная притягательность»<sup>197</sup>.

Свойства линейности включают пропорциональность, аддитивность, масштабируемость, редукционизм<sup>198</sup>. Пропорциональность приводит к тому, что для линейных систем малое входное воздействие приводит к малому выходному отклику, большое воздействие — к большому. Аддитивность обеспечивает легитимность ли-

---

<sup>197</sup> Beyerchen, Clausewitz, Nonlinearity and the Importance of Imagery, pp. 73–74.

<sup>198</sup> Принцип пропорциональности означает, что если  $F$  — функция или оператор,  $a$  — константа,  $x$  — входы системы, которые, в свою очередь, могут быть переменными или функциями, то  $F(ax) = aF(x)$ . Принцип аддитивности говорит о том, что не имеет значения — воздействовать на входы системы  $x_1$  и  $x_2$  одновременно, с получением некоторого результирующего эффекта на выходе системы, или делать это с разделением по времени, когда на выходе системы суммируются эффекты от каждого входного воздействия в отдельности, то есть  $F(x_1 + x_2) = F(x_1) + F(x_2)$ . Если данные условия не выполняются, то система является нелинейной. Если система может быть адекватно описана при помощи операций суммирования, вычитания, умножения на константу, интегрирования и дифференцирования по времени, она является линейной. Если требуется применять операцию перемножения переменных, возведение в степень или извлечение корней из переменных, интегрирование и дифференцирование по переменным, отличным от времени, то система является нелинейной.

нейного редукционизма, — практики разделения большой и сложной проблемы на ряд относительно небольших и менее сложных задач, через решение которых и суперпозицию полученных результатов находится решение исходной проблемы<sup>199</sup>. Масштабируемость является следствием пропорциональности и позволяет распространять результаты, полученные для системы одного масштаба, на системы другого путем пропорционального изменения входных и, соответственно, получаемых выходных воздействий. Если система является линейной, то обладание лишь частичной информацией о ее структуре и функциях чаще всего позволяет «вычислить» свойства и функции системы в целом.

Линейность пронизывает все стороны жизни западного общества. Метафорой линейной парадигмы могут служить механические часы — тонко настроенный механизм, работающий ровно и точно, тикающий предсказуемо, измеримо и надежно. Когда дела идут хорошо, то все «идет как часы», если организация хорошо работает, то о ней говорят, как о «хорошо смазанной машине», когда стремятся подчеркнуть малость и незначительность явления, структуры, работника говорят: «это всего лишь винтик в машине», и т. д. и т. п.

Ньютоновская парадигма линейности оказалась такой ясной и простой, что была просто неотразима. Она навязывала регулярность и масштабируемость там, где ее не было. Для объяснения явлений, мироздания в целом, она упрощала и линеаризировала процессы, идеализируя социальную и объективную реальность. Получающееся видение социальной реальности оказывалось мощным, технологичным и... узким. Как отмечает Ян Стюарт, за такой результат приходится платить соответствующую цену, заключающуюся в ограничении видения рассматриваемых процессов, так как воображение и мышление оказывались фундаментально линейными. «Мы оказались в состоянии получить аналитические уравнения, которые обеспечивают предсказание, но только при непременном требовании, что системе не позволяется слишком быстро меняться во времени.

<sup>199</sup> Czerwinski, Thomas. Coping with the Bounds: A Neo-Clausewitzian Primer. Washington, DC: Department of Defense Command and Control Research Program (CCRP) Publication Series, 3rd Edition Revised, 2008. 12 January 2011. <[http://www.dodccrp.org/files/Czerwinski\\_Coping.pdf](http://www.dodccrp.org/files/Czerwinski_Coping.pdf)>, pp. 7–25.



Мы искусственно требуем, чтобы наши системы были стабильными в максвелловском смысле, и затем удивляемся проявлениям неустойчивости, с которой сталкиваемся в реальном мире»<sup>200</sup>.

Однако реальная мощь линейности проявляется в способности создавать технологии — от парового колеса до кремниевых чипов и биотехнологий. Технология возможна только при неявном допущении линейности, без которой невозможно обеспечить повторяемость результатов, масштабируемость, переносимость — свойства, являющиеся базисом любой технологии. Технологическое развитие, таким образом, изначально является линейным или умеренно нелинейным процессом<sup>201</sup>. Главная неадекватность линейной парадигмы оказалась связана с неспособностью учитывать взаимодействия, так как она концентрируется на рассмотрении элементов, агентов рассматриваемых процессов, пренебрегая или абстрагируясь от взаимодействий. В большинстве случаев именно взаимодействия между агентами системы приводят к появлению нелинейности и необходимости разработки новой, нелинейной парадигмы.

## 2.2 Нелинейная парадигма

Ограниченность линейной парадигмы и необходимость поиска новых подходов была осознана достаточно недавно. Обзор книг по физике показывает, что только две из девятнадцати публикаций между 1910–1949 годами рассматривают нелинейные колебания, причем одна из них утверждает, что нелинейное поведение происходит «только на случайной основе», а другая относит их к важной теме, но говорит, что «мы не углубляемся в какие-либо детали»<sup>202</sup>. Нелинейность относится к большому классу терминов, образующихся через противопоставление или отрицание основного понятия. Можно упомянуть аperiodичность, асимметричность, неравновесность, также относящиеся к данному классу. Подобный подход к формированию терминологии демонстрирует глубинные отношения между

---

<sup>200</sup> Stewart, Ian. Does God Play Dice? The Mathematics of Chaos. Oxford and New York: Basil Blackwell, 1989, p. 83.

<sup>201</sup> Czerwinski, Coping with the Bounds, pp. 25–35.

<sup>202</sup> Cohen Jack and Stewart Ian. The Collapse of Chaos: Discovering Simplicity in a Complex World. New York: Penguin Books, 1994, p. 23.



понятиями «линейность» и «нелинейность», уходящие корнями в европейскую философию и культуру, истоки которых можно обнаружить еще у Аристотеля и других древнегреческих философов<sup>203</sup>. Невяное допущение линейности, которая выступает в качестве нормы, пронизывает весь западный мир<sup>204</sup>.

Под постньютоновской или нелинейной парадигмой подразумевается систематизация природных, общественных явлений и процессов в качестве нелинейного феномена<sup>205</sup>. Нелинейные системы демонстрируют отсутствие пропорциональности и аддитивности, когда малые воздействия на входе системы могут приводить к большим откликам на выходах, а невозможность абстрагирования от взаимодействий не позволяет применить методы линейного редукционизма, позволяющие осуществить декомпозицию системы на ряд подсистем меньшего масштаба<sup>206</sup>.

При исследовании нелинейной системы недостаточно думать о ней только в терминах частей или аспектов, вычленяемых заранее, через анализ и комбинирование которых получают характеристики системы в целом, то есть «целое оказывается больше, нежели сумма составляющих его частей»<sup>207</sup>, количественно неэквивалентно своим частями и даже качественно не распознаваемо в составляющих компонентах. Результаты не должны предполагаться в качестве повторяемых, то есть попытки повторить один и тот же эксперимент наталкиваются на невозможность обеспечить его повторение. Нелинейная динамика, приводящая к произвольной чувствительности к малейшим изменениям в начальных условиях, делает невозможным какое-либо повторение или предсказание результатов эксперимента — краеугольный принцип классических естественных наук. Если

<sup>203</sup> Beyerchen Alan D. «Nonlinear Science and the Unfolding of a New Intellectual Vision,» *Comparative Studies*, Vol. 6, 1988–89, pp. 26–29.

<sup>204</sup> Beyerchen Alan D. «Clausewitz, Nonlinearity and the Unpredictability of War,» *International Security*, Vol. 17, No. 3, Winter 1992, pp. 59–90. 12 January 2012. <<http://www.clausewitz.com/readings/Beyerchen/CWZandNonlinearity.htm>>

<sup>205</sup> Czerwinski, *Coping with the Bounds*, pp. 7–25.

<sup>206</sup> Beyerchen, *Clausewitz, Nonlinearity and the Unpredictability of War*.

<sup>207</sup> Gell-Mann Murray. «The Simple and the Complex», in Alberts David S. and Czerwinski Thomas J. (eds.). *Complexity, Global Politics, and National Security*. Washington, D. C.: National Defense University Press, June 1997, pp. 3–28. 12 January 2012. <[http://www.dodccrp.org/files/Alberts\\_Complexity\\_Global.pdf](http://www.dodccrp.org/files/Alberts_Complexity_Global.pdf)>

вы знаете что-то о нелинейной системе, вы не можете знать о ней чего-то большего, не можете изменять масштаб и экстраполировать результаты. Невозможность предсказания делает бессмысленным планирование и управление в привычном смысле слова<sup>208</sup>. Как отмечает Бейерчен: «Коннотация нелинейности включает в себе смесь угрозы и возможности. Нелинейность может генерировать нестабильность, разрывы, синергизмы и непредсказуемость. Но она также отдает должное гибкости, адаптивности, динамическим изменениям, инновации и оперативности. Вот почему имеется серьезный метафорический потенциал в образах и идеях, эмануруемых новыми науками»<sup>209</sup>.

Одним из первых, кто столкнулся с необходимостью анализа нелинейных систем, был Эдвард Лоренц<sup>210</sup>, занимавшийся разработкой компьютерной модели для предсказания погоды на основе достаточно простой системы нелинейных дифференциальных уравнений. При определенных параметрах модель оказывалась чувствительной к параметрам на входе, незначительное изменение которых приводило к совершенно разным состояниям системы. Явление получило название «эффекта бабочки», когда взмах крыльев бабочки в одной точке земного шара может приводить к шторму в противоположной<sup>211</sup>.

### 2.3. Этапы развития линейной и нелинейной парадигм

Попытки проследить этапы развития линейной и нелинейной парадигм приводят к началу эпохи Просвещения. Идея, что последующие феномены физического мира могут быть точно и полно предсказаны на основе ранних состояний, впервые была высказана иезуитским священником Роджером Басковичем (*Roger Bascovich*) в 1750 году<sup>212</sup>. Хотя дальнейшее развитие данного направления при-

---

<sup>208</sup> Czerwinski, *Coping with the Bounds*, pp. 7–25.

<sup>209</sup> Beyerchen, Clausewitz, *Nonlinearity and the Importance of Imagery*, p. 74.

<sup>210</sup> Lorenz, Edward N. «Deterministic Nonperiodic Flow», in *Journal of the Atmospheric Sciences*, Vol. 20, No. 2, 1963, pp. 130–41. 12 January 2012. <<http://tnt.phys.uniroma1.it/twiki/pub/TNTgroup/AngeloVulpiani/lorenz.pdf>>

<sup>211</sup> Gleick, James. *Chaos: Making a New Science*. New York: Penguin Books, 1987.

<sup>212</sup> Наиболее читаемой и цитируемой работой Басковича является его «*Philosophiae Naturalis Theoria Reducta ad Unicam Legem Virium in Natura Existentium*» (Теория

нято связывать с именем Исаака Ньютона, сам Ньютон так и не смог решить задачу построения целостной теории мироздания. Работая над первым изданием «Математические начала натуральной философии», появившимся на свет в 1687 году, Ньютон столкнулся с трудностями, пытаясь перейти от проблемы гравитационного взаимодействия двух тел к взаимодействию нескольких тел, которую он так и не решил<sup>213</sup>. В очередной раз он вернулся к данной задаче уже в 1694 г., пытаясь описать динамику движения Луны вокруг Земли, которая, в свою очередь, движется вокруг Солнца (динамику взаимодействия трех тел)<sup>214</sup>. Для объяснения стабильности солнечной системы Ньютон был вынужден ввести в качестве «поправочного параметра» божественную корректировку<sup>215</sup>. Ретроспективно трудности Ньютона, связанные с нерегулярностью движения Луны, являются объяснимыми. Как теперь известно, проблема взаимодействия трех тел не имеет общего аналитического решения<sup>216</sup>.

Человеком, которому удалось придать ньютоновской картине мира законченный вид, стал Лаплас, «убравший все известные ошибки и объяснив все известные аномалии в ньютоновской космологии и физике»<sup>217</sup>, что позволило ему сделать вывод, что Вселенная является строго детерминистской в духе Босковича. Всеобъемлющую механистическую картину мира, по Лапласу, можно найти в работе «Философское эссе по вероятности» (*Essai philosophique sur les probabilités*) 1814 года, являющуюся введением к работе «Аналитическая теория вероятности» (*Théorie analytique des probabilités*)<sup>218</sup>. Лаплас писал: «Разум, который сможет в одно мгновение постичь

---

натуральной философии, сведенной к закону действий, существующих в природе) 1758 года (см. Barrow John D. *Theory of Everything: the Quest for Ultimate Explanation*. New York: Fawcett Columbine, 1991, p. 54).

<sup>213</sup> Westfal Richard S. *Newton, never at rest. A biography of Isaac Newton*. Cambridge: Cambridge University Press, 1980, p. 430.

<sup>214</sup> Ibid, p. 540.

<sup>215</sup> Ibid, pp. 777–778.

<sup>216</sup> Ibid, pp. 543; Lorenz, Edward N. *The Essence of Chaos*. Seattle: University of Washington Press, 1993, p. 214.

<sup>217</sup> Harre, Rom. «Laplace, Pierre Simon de,» in Edwards Paul (ed.) *The Encyclopedia of Philosophy*, New York: Macmillan and the Free Press, 1967, Vol. 4, p. 392.

<sup>218</sup> Newman, James R. «Commentary on Pierre Simon de Laplace,» *The World of Mathematics: A Small Library of the Literature of Mathematics from A'h-mose the Scribe to Albert Einstein*. Redmond, WA: Tempus, 1988 (ed.) of 1956 original, Vol. 2, p. 1296.

все силы, которыми оживляется природа и соответственную ситуацию сущностей, которые создают ее, — разум, достаточно безграничный, чтобы быть в состоянии рассмотреть эти данные для анализа, охватить одной и той же формулой как движения величайших тел Вселенной, так и мельчайшего атома; для него не останется ничего неопределенного и будущее, как и прошлое, будет открыто для его глаз»<sup>219</sup>.

В лапласовском понимании Вселенная, вплоть до мельчайших деталей и частей, строго описывается количественными, предсказуемыми математическими законами — подход, ярко демонстрируемый так называемым «демоном Лапласа». Если предположить существование демона, обладающего необходимой мощностью разума, чтобы схватить в один момент времени все явления Вселенной, то для такого существа не останется ничего неясного и непредсказуемого как в прошлом, так и в будущем. Математические законы, лежащие в основе мироздания, не оставляют какого-либо места для случая или неопределенности<sup>220</sup>. Строго детерминистское понимание мира воспринималось большинством ученых того времени в качестве безусловной истины. «Лапласовский детерминизм», утверждающий возможность долговременного и строгого предсказания всех рассматриваемых процессов, считался неоспоримым научным фактом.

Однако уже Максвелл в конце XIX века показал ограниченность такого подхода:

«Когда состояние вещей является таковым, что бесконечно малое изменение настоящего состояния будет только бесконечно малым образом изменять состояние в некоторое будущее время, состояние системы как в покое, так и в движении, считается стабильным; но если бесконечно малое изменение в настоящем состоянии может приводить к конечной разнице в состоянии системы в конечное время, состояние системы считается нестабильным. Это очевидно, что существование нестабильного состояния делает невозможным предсказание будущих событий, если наше знание текущего состояния

<sup>219</sup> Laplace, Pierre Simon de. «Concerning Probability,» in Newman, James R. (ed.). *The World of Mathematics*. New York: Simon and Schuster, 1956, Vol. 2, pp. 1325–1333.

<sup>220</sup> Porter, Theodore M., *The Rise of Statistical Thinking: 1820–1900*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1986, p. 72.

является только приблизительным и неточным <...> это является метафизической доктриной, что из одних и тех же предыдущих состояний следуют те же следствия. Никто не может отрицать это. Но это не может быть применимо к нашему миру, в котором одни и те же предыдущие состояния никогда не совпадают и даже не происходят дважды. <...> Физическая аксиома, которая имеет некоторые схожие аспекты, может выглядеть следующим образом: «Схожие предыдущие состояния ведут к схожим последствиям». Но здесь мы переходим от одинаковости к схожести, от абсолютной точности к более или менее грубому приближению<sup>221</sup>.

Первый человек, который понял, что проблема трех тел включает нестабильное, аperiodическое поведение, был Пуанкаре. В эссе 1890 года он показал, что гравитационная система, включающая три тела, масса одного из которых качественно меньше двух остальных, демонстрирует непредсказуемое и сложное поведение<sup>222</sup>. Данное «хаотическое» поведение является фундаментальной характеристикой системы, и его невозможно исключить или уменьшить через сбор большей информации, применение более строгого математического аппарата и пр.<sup>223</sup> Рассуждая о возможности ситуации, когда малое входное воздействие приводит к большим и заметным эффектам, Пуанкаре в 1903 году писал:

«Очень малая причина, ускользающая от нашего внимания, определяет значительный эффект, который мы не можем видеть, и поэтому мы говорим, что эффект является случайным. Если мы точно знаем законы природы и состояние Вселенной в начальный момент времени, мы можем точно предсказать состояние той же Вселенной в последующий момент времени. Но даже если предположить, что все законы природы не являются секретом для нас, мы только приблизительно можем знать начальное состояние. Если это позволяет нам предсказать будущее состояние с тем же приближением, что требуем все мы, мы можем говорить, что явление является

<sup>221</sup> Maxwell, James Clerk, «Science and Free Will,» in Campbell Lewis and Garnett William, with a new preface and appendix by Kargon Robert H. The Life of James Clerk Maxwell [1882]. New York: Johnson Reprint Corporation, 1969, pp. 440–442.

<sup>222</sup> Stewart, Does God Play Dice, pp. 70–72.

<sup>223</sup> Crutchfield J. P., J. D. Farmer, N. H. Packard, and R. S. Shaw, «Chaos,» *Scientific American*, Vol. 255, No. 6, December 1986, pp. 46–57.

предсказуемым, что оно управляется законом. Но это не всегда так, и может случиться, что малое различие в начальных условиях приводит к очень большим изменениям в конечном явлении. Небольшая ошибка в предыдущем может приводить к громадной ошибке в последующем. Предсказание становится невозможным, и мы имеем случайное явление»<sup>224</sup>.

Один из первых экспериментов, показавших что хаос и нелинейность являются как математической, так и физической реальностью, был проведен Альбертом Либхабером (*Albert Libchaber*) и Жан Море (*Jean Maurer*) в середине 70-х годов XX века со сверхтекучим гелием<sup>225</sup>. Ученые были вынуждены признать, что нелинейность и хаос являются неотъемлемой частью большого числа физических явлений, включая процессы в биологии и экологии<sup>226</sup>. В 1986 году сэр Джеймс Лайтхил (*James Lighthill*), ставший позже президентом Международного союза чистой и прикладной математики, сделал необычное заявление: он извинился от имени своих коллег за то, что «в течение трех веков образованная публика вводилась в заблуждение апологией детерминизма, основанного на системе Ньютона, тогда как можно считать доказанным, по крайней мере с 1960 года, что этот детерминизм является ошибочной позицией»<sup>227</sup>.

Эндрю Иличински (*Andrew Ilichinski*) в работе, посвященной анализу нелинейных аспектов наземного боя, приводит сравнительные таблицы метафор, используемых в линейной и нелинейной парадигмах (Таблица 2)<sup>228</sup>, а также некоторые из принципов, лежащих в основе формирования линейной и нелинейной парадигм (Таблица 3)<sup>229</sup>.

<sup>224</sup> Poincaré, Henri. *Science and Method*. Trans. Maitland Francis, New York: Dover, 1952, pp. 67–68.

<sup>225</sup> Mukerjee, Madhusree. «Profile: Albert Libchaber-Seeing the World in a Snowflake,» *Scientific American*, March 1996, p. 42.

<sup>226</sup> Bai-lin, Hao (ed.). *Chaos*. Singapore: World Scientific, 1984, pp. 67–71.

<sup>227</sup> Цит. по И. Пригожин, «Философия неустойчивости», *Вопросы философии*, No. 6, 1991, стр. 46–57.

<sup>228</sup> Ilichinski, Andrew. *Land Warfare and Complexity. Part II: An Assessment of the Applicability of Nonlinear Dynamic and Complex Systems Theory to the Study of Land Warfare*. Alexandria, VA: Center for Naval Analyses, Research Memorandum CRM-68, July 1996, p. 53. 12 January 2011. <http://www.cna.org/isaac/lwpart2.pdf>.

<sup>229</sup> *Ibid*, p. 54.

**Таблица 2. Сравнительная таблица  
метафор линейной и нелинейной парадигм**

Линейные метафоры	Нелинейные метафоры
Аналитический	Синтетический
Базисные элементы являются «квантами»	Базисные элементы являются «паттернами»
Поведение является условным и узнаваемым	Поведение является внезапным и часто неожиданным
Существующий	Становящийся
Точность часового механизма	Неограниченное (открытое) раз- вертывание
Закрытая система	Открытая система
Сложность порождает сложность	Сложность порождает простоту
Детерминистический	Детерминистически хаотический
Равновесие	Состояние, далекое от равновесия/ непрерывная новизна
Индивидуалистический	Коллективный
Линейный	Нелинейный
Линейная причинность	Обратная связь/циклическая причин- ность
Механистическая динамика	Эволюционная динамика
Военная «операция»	Военная «эволюция»
Бой как столкновение между ньютоновскими «бильярдными шарами»	Бой как самоорганизующаяся эко- логия живых «флюидов»
Порядок	Неотъемлемый, врожденный бес- порядок
Предсказуемый	Непредсказуемый
Количественный	Качественный
Редукционистский	Холистический
Решение	Процесс и адаптация
Стабильность	«Кромка хаоса»
«Сверху-вниз»	«Снизу-вверх» и «сверху-вниз»



**Таблица 3. Сравнительная таблица принципов  
линейной и нелинейной парадигм**

Контекст	Линейный	Нелинейный
Сложное поведение	Сложное поведение требует сложных моделей	Простые модели часто бывают достаточными для описания сложных систем
Паттерны поведения	Каждый качественно раз- личный паттерн поведения требует различного урав- нения	Качественно различные паттерны могут описывать- ся теми же самыми основ- ными уравнениями
Описание поведения	Каждый качественно раз- личный тип требует нового уравнения или множества уравнений	Одно уравнение является гаванью (harbors) множе- ства качественно различных паттернов поведения
Эффекты малых возмущений	Малое возмущение индуци- рует малые изменения	Малые возмущения могут привести к большим по- следствиям
Как понимать систему	Система может быть понята через свои простые компо- ненты и их анализ	Система может быть понята через взаимодействия меж- ду ее компонентами: смот- ри на всю систему
Источник беспорядка	Беспорядок, в основном, яв- ляется результатом непред- сказуемых сил вне системы	Беспорядок может возник- нуть на основе самооргани- зации внутри системы
Природа наблюдаемого порядка	Порядок, раз установлен- ный, является всеобъем- лющим и проявляется как локально, так и глобально.	Система может проявлять себя локально беспорядоч- но, но обладать глобальным порядком
«Цель»	Цель заключается в разра- ботке «уравнений», описы- вающих поведение, опреде- ляемых изолированным эф- фектом одной переменной во времени	Цель заключается в пони- мании того, каким образом система как единое целое реагирует на различные контексты, без доминиро- вания какой-либо одной переменной
Тип «решений»	Цель заключается в поиске «оптимального» решения	Не существует оптимального решения того, как система в целом реагирует на различ- ные контексты, без домини- рования какой-либо одной переменной

Предсказуемость	Предполагая, что «корректная» модель может быть построена, а начальные условия точно установлены, все можно предсказать и контролировать	Долгосрочное предсказание может быть недостижимым даже в принципе; поведение может быть предсказуемым только для короткого промежутка времени
Природа причинного потока	Причинность течет «снизу-вверх»	Причинность течет как «снизу-вверх», так и «сверху-вниз»