

Стратегии управления динамической сложностью

Елена Князева

Профессор, Школа философии, hknyazeva@hse.ru

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 101000, Москва, ул. Мясницкая, 20

Аннотация

Новые знания из области «науки о сложности» меняют сложившиеся представления о процессах развития, сопровождающихся неопределенностью, неустойчивостью, неоднозначностью и хаотичностью. В новой парадигме элементы «хаотичности» сложных систем и процессов, указывающие на состояние кризиса, рассматриваются не как исключительно негативные и дискретные, а как источники созидательного потенциала и обогащенный «материал» для проектирования альтернативных картин будущего. К таким элементам относятся эмерджентность, самоорганизация структур и процессов, циклы прямой и обратной связи, аттракторы перемен, точки бифуркации и др. Умелое управление сложностью, основанное на нелинейном подходе и целостном мышлении, позволяет безболезненно проходить кризисы, развилки, турбулентности и выходить на желаемые траектории развития.

В статье рассматривается кейс компании Shell с уникальными технологиями сценарного планирования, отличающимися беспрецедентной глубиной и охватом сканирования внешней среды с многочисленными сложными взаимосвязями, недоступными для идентификации в линейной логике. Компания разработала Форсайт развития энергетики в расширенном контексте, включая социальные, экологические, экономические, технологические факторы, с горизонтами до 2050–2100 гг. Подобная стратегия является частью мейнстримного тренда на изменение культуры отношения к будущему — восприятие его не как объекта исследования, а как «партнера». В альянсе с другими крупными игроками Shell готовит мировую экономику к переходу на новую модель, в приоритете которой — не увеличение потребления, а сохранение ресурсов и освоение новых источников для развития.

Ключевые слова: форсайт; нелинейность; неопределенность; партисипационное будущее; синергия; сложная система; холизм; эмерджентность, сценарное планирование, альтернативные варианты будущего

Цитирование: Knyazeva H. (2020) Strategies of Dynamic Complexity Management. *Foresight and STI Governance*, vol. 14, no 4, pp. 34–45. DOI: 10.17323/2500-2597.2020.4.34.45

Strategies of Dynamic Complexity Management

Helena Knyazeva

Professor, School of Philosophy, hknayzeva@hse.ru

National Research University Higher School of Economics, 20, Myasnitskaya str., Moscow 10100, Russian Federation

Abstract

The modern theory of complex systems changes our view of historical processes, accompanied by uncertainties, instabilities and ambiguities. The knowledge of this theory allows us to master a system or holistic thinking, and to understand the laws of functioning and growth of not just structural, but dynamic complexity. Uncertainties and chaotic elements that indicate any state of crisis are not only negative factors that we should beware of and not without fear to worry about them. We can learn to manage them and use them in

the way of renewal of social systems, producing innovations. The strategic vision of complex systems evolution becomes an effective tool for decision making and scenarios planning based on our participatory activities with alternative futures. The article examines the case of Shell Corporation, which has been using scenario thinking technologies since the early 1970s, which has given it incredible competitive advantages and incentives for rapid growth and transformation into an international energy giant.

Keywords: foresight; non-linearity; uncertainty; participatory futures; synergy; complex system; holism; emergence; scenario planning; alternative futures

Citation: Knyazeva H. (2020) Strategies of Dynamic Complexity Management. *Foresight and STI Governance*, vol. 14, no 4, pp. 34–45. DOI: 10.17323/2500-2597.2020.4.34.45

Современная теория сложности, или наука о системах (*systems science, systemics*) [François, 1999], дает концептуальные основания для понимания природы сложных динамических систем, которые определяются несколькими характеристиками. Прежде всего, это большое число элементов. Так, человеческий организм состоит из 230 типов клеток, а головной мозг имеет 80–90 млрд нейронов. Другой ключевой фактор — сложность связей между элементами. Система с особо сложными взаимосвязями может отличаться большей сложностью при меньшем числе элементов в сравнении с иной системой. Пример коммуникации двух людей с разным мировоззрением демонстрирует, что отношения между ними часто сложнее, чем поведение толпы, где индивидуальность теряется. Следующий атрибут сложности — поведение системы, режимы ее функционирования, трансформации в процессе развития. Он позволяет рассматривать систему как динамически сложную, проявляющуюся в неповторяющихся паттернах, пластичности, способности к адаптации, обучению и изменению поведения для увеличения шансов на выживание и успешное функционирование [Godfrey-Smith, 1996; Mitchell, 2009]. Иными словами, сложные системы отличаются нетривиальностью поведения, эмерджентностью, непредсказуемостью, неопределенностью, способностью к самоорганизации, циклической причинностью, цепями обратной связи, способностью малых изменений порождать драматические последствия [Erdi, 2008; Bakshi, 2017; Deaton, 2018; Kok, 2018; Nandram, Bindlish, 2017]. Динамичность системы предполагает изменение во времени и переключение между разными режимами функционирования. Одним из основных феноменов, связанных с динамикой поведения сложных систем, является холизм, которому присущи следующие свойства:

- динамические взаимодействия, обеспечивающие целостность и интегрированность системы;
- синергия — возможность получить эволюционный выигрыш от правильного, резонансно организованного взаимодействия элементов или подсистем;
- неотделимость системы от ее окружения, петли прямой и обратной связи между нею и более крупными системами, а в пределе — мир-системой.

Помимо перечисленных признаков сложная социальная система характеризуется взаимосвязью нематериальных (ментальных, когнитивных и др.) и материальных (экономических и др.) компонентов.

Простая сложность или сложная простота

Сложность и простота, хаос и порядок воспринимаются как противоположности лишь в упрощенном, абстрактном представлении. В действительности они переплетены тонкими многочисленными связями. В природных и социальных системах нет совершенной простоты или исключительной сложности, как нет и чистого хаоса (дезорганизации) либо тотального порядка. Для них характерен динамический (или детерминированный) относительный хаос, сопряженный с определенной степенью порядка (организации). Турбулентное течение воспринимается как хаотическое, обладая при

этом тонкой невидимой упорядоченной структурой. Напротив, упорядоченность и симметрия сопровождаются малыми случайными отклонениями и девиациями. По мнению Арно Спайра (Arnaud Spire), абсолютно симметричная система бесплодна и лишена способности к развитию. Плодотворно то, что лишено симметрии и находится в состоянии, далеком от равновесия [Spire, 1999]. Для характеристики сочетания сложности (*complexity*) с простотой (*simplicity*), неопределенности с определенностью применяют такие неологизмы, как *simplexity* и *perplexity*.

Эдгар Морен (Edgar Morin) дает этимологическое разъяснение понятия сложности, указывая, что «сложное» (в переводе с латинского *complexus*) буквально означает «то, что соткано, сплетено вместе» [Morin, 2002]. Отсюда вытекает первый базисный аспект сложности — холизм, а именно соединение частей или элементов с появлением целостности, которая обретает новые эмерджентные качества, не наблюдаемые в ее частях по отдельности. Нобелевский лауреат по физике (1969) Мюррей Гелл-Манн (Murray Gell-Mann) в книге «Кварк и ягуар» (*The Quark and the Jaguar*) развивает парадоксальное видение, в котором сложность структур микромира и мира живой природы сопоставимы. Мир кварков — мельчайших компонентов, образующих элементарные частицы, в доказательство существования которых он внес личный вклад, имеет много общего с миром ягуара, блуждающего в поисках добычи. Два полюса мира — простое физическое и сложное биологическое — тесно взаимосвязаны. Кварк символизирует базисные физические законы, которые управляют Вселенной, а ягуар — проявления окружающего мира в сложных адаптивных системах. Таким образом, кварк и ягуар выражают два аспекта природы — «простой» и «сложный» [Gell-Mann, 1995].

Гелл-Манн ввел термин «плектика» (*plectics*) для обозначения новой трансдисциплинарной предметной области, изучающей феномены из разных областей сквозь призму интеграции простого и сложного. Рассматриваются цепочки взаимосвязей простых базисных законов, управляющих поведением материи со сложными явлениями в их разнообразии, индивидуальности и развитии [Gell-Mann, 1996]. Понятие «плектика» (в переводе с греческого «складывать») наглядно демонстрирует свойство сложных систем в том смысле, что целое выглядит более простым (один объект вместо многих элементов), образуя сложно сплетенную ткань. Ален Бертоз (Alain Berthoz) развивает концепцию простой сложности или сложной простоты — *symplexité* [Berthoz, 2009], основанную на принципах селекции и предвосхищении на основе вероятностных оценок. В этом отношении она близка к подходам построения сценариев будущего. Особую роль играет принцип осмысленности, поскольку смысл определяет выбор цели развития. Овладение механизмами простой сложности (*symplexité*) позволяет эффективно функционировать и развиваться, так как по своей природе она предполагает, что будущее не предопределено [Berthoz, 2009]. Большинство современных методов описания сложных систем, редуцируя слож-

ность, сводят ее к простому. Устанавливаются законы для «упорядочивания» многообразия и изменчивости, определяются повторяющиеся образцы поведения в разнообразии. Сложные нелинейные функции по возможности представляются в линейных категориях, а динамика процессов экстраполируется в будущее, исходя из текущего состояния или прошлого опыта. Основатель синергетики как дисциплины Герман Хакен (Hermann Haken) разработал эвристичную модель параметров порядка, циклической причинности и принципа подчинения [Haken, 1977]. Для сложной системы достаточно определить немногие параметры порядка, которые характеризуют поведение системы как целого в динамике и связаны циклической причинностью: порождаются поведением элементов или подсистем, но, возникнув, подчиняют себе это поведение. Однозначное, детерминированное поведение системы на определенных стадиях развития возникает в результате выбора траектории в точке бифуркации, где малые влияния, флуктуации на уровне элементов могут определить дальнейшее русло развития системы как целого [Prigogine, 1989, 1997]. На этом пути из хаоса возникает порядок, из разнообразия — единство, которые длятся до следующей точки бифуркации. Ход истории природы и общества имеет вид каскада бифуркаций, а следовательно, будущее является принципиально открытым и непредсказуемым. Модель структур-аттракторов, разработанная Сергеем Курдюмовым, описывает относительно устойчивые структурированные состояния, на которые могут выходить сложные системы в процессе эволюции [Князева, Курдюмов, 2001]. Определение аттракторов как возможных будущих состояний упрощает описание сложной системы. Спектр структур-аттракторов не произволен, а дискретен, определяется внутренними свойствами сложной системы. Следовательно, не все пути в будущее возможны, а знание спектра аттракторов снижает неопределенность, поскольку указывает, какие его варианты реалистичны и достижимы.

Самоорганизация динамической системы как основа сценарного планирования в компаниях

Для того чтобы система могла самоорганизоваться, вначале она должна подвергнуться дезорганизации, под влиянием как случайных факторов, так и осознанных воздействий [Ashby, 1958]. Необходимым условием самоорганизации выступает разнообразие элементов системы. Этот принцип применим и к деловой активности: чем больше диверсифицирована деятельность компании или национальной экономики, тем она устойчивее к потрясениям. Уменьшение разнообразия системы увеличивает риски распада. Соответственно фокус на узкой специализации повышает вероятность ухода компании с рынка в случае его радикального преобразования. Динамическая устойчивость предприятия как системы означает сохранение целостности и стабильности в развитии. Она достигается благодаря непрерывным практикам созидательного разрушения, сознательному отказу от старых рамок для обретения

новой устойчивой основы. Для характеристики этого качества сложных систем исследователи предложили такие определения, как: «подвижное равновесие» [von Bertalanffy, 1932], «порядок через шум» (*order from noise*) [Prigogine, 1997], «организующая случайность» [Atlan, 1979] и «множественное единство» (*unitas multiplex*) [Morin, 1977]. Кроме того, Морен ввел понятие «плюриверс», отражающее концептуальный сдвиг в представлениях о природе Вселенной — от образа единого, уникального и однообразного мира («универса»), к представлениям о множестве альтернативных **сценариев развития** («плюриверс»).

Перечисленные термины иллюстрируют в разных ракурсах идею о том, что доля хаоса, разнообразие элементов, процессы с определенной степенью свободы поддерживают жизнь компаний, секторов, рынков и экономик как сложных систем. Различают сложноставные системы (*complicated systems*) и комплексные системы (*complex systems*). К первым относятся: компьютеры, технические устройства, производственные системы (совокупность оборудования), созданные по заданным алгоритмам. Их организованность определена извне, а функционирование в целом предсказуемо. Второй тип включает биологические системы, экономические и социальные структуры, характеризующиеся динамической сложностью, непредсказуемостью эволюции. Самоорганизация порождает новые формы, типы упорядоченных процессов и структур. Случайность и элементы беспорядка, мерой которого выступает энтропия, умножают разнообразие. Нелинейные связи между элементами приводят к быстрому усложнению их организации. Для самоорганизации сложных систем существуют определенные условия.

- **Открытость.** Способность обмениваться веществом, энергией и информацией с внешней средой. Напротив, в закрытых системах усиливаются дезорганизация и энтропия.
- **Неравновесность.** Большинство процессов в сложных системах подчинено механизму гомеостаза — возвращения при незначительных отклонениях в исходное состояние равновесия. Это выглядит как самоорганизация на грани хаоса, при котором возрастает риск разрушения системы, но одновременно — возможность многократного усложнения, появления каскадов новых форм и содержаний.
- **Нелинейность связей между элементами.** В «линейном» представлении система ведет себя предсказуемо, имеет одновариантный ход событий, а ее перспективы прослеживаются путем экстраполяции. Однако в реальности она чаще всего проходит через состояния неустойчивости и точки бифуркации, вблизи которых даже незначительные события, отклонения и флуктуации могут определить дальнейший путь. Минувя такие «развилки», система совершает «выбор пути» из большого спектра возможных траекторий. Нелинейность также означает смену темпа эволюции системы (от быстрого роста к стагнации или спаду либо наоборот), подверженность различным режимам функционирования, чувствительность к флуктуациям в состояниях не-

устойчивости. В ней возможны эмерджентные явления — возникновение новых, ранее не наблюдавшихся сложно организованных структур.

Динамическая сложность и эмерджентность

Развитие и самоорганизация сложной системы связаны со свойством эмерджентности [Sartenaer, 2016]. С онтологической точки зрения под эмерджентностью понимают возникновение нового явления, а с эпистемологической — трудности познания и прогнозирования поведения сложной системы. Эмерджентность означает непредсказуемость процессов, происходящих в системе, например когда события, первоначально едва заметные, усиливаются до грандиозных масштабов и существенно влияют на ее будущее («черных лебедей» и т. п.) [Taleb, 2010]. Непредсказуемость обусловлена неожиданными поворотами траекторий развития системы или сменой режимов ее функционирования (от быстрого роста к спаду активности либо наоборот). В этом смысле эмерджентность предстает как недетерминированная случайность, основание для открытого будущего с сопутствующими трудностями его предвидения. Она имеет структурные и процессуальные аспекты, которые неразрывно связаны. Структурное измерение заключается в том, что вновь образованное целое обретает свойства, не наблюдавшиеся у отдельных элементов. В подобном случае говорят об эмерджентных свойствах системы, которые не выводимы из характеристик ее элементов. На динамическом уровне системы возникает новизна и проявляется эффект **холизма**, который встречается в правильно организованных коллективах топ-менеджеров, слаженном оркестре, сыгранной спортивной команде и др.

Согласно иерархическому принципу любая система является элементом другой, более обширной и высокоорганизованной системы, также обладающей эмерджентными свойствами. Подъем по иерархии умножает эмерджентность. По степени сложности более высокоорганизованные уровни не могут опускаться до нижележащих. Но эмерджентность дает и обратный эффект: возникающая целостная структура трансформирует элементы таким образом, что они начинают проявлять прежде не присущие им свойства. В этом смысле часть может быть не менее сложной, чем вся система. Интеграция новых элементов преобразует систему на разных уровнях ее организации, и результат трансформации не предопределен. Характер изменений в системе обусловлен внутренними и внешними факторами, петлями прямых и обратных связей, соединяющими рассматриваемый уровень организации с вышестоящими и нижележащими слоями. Взаимную активность системы и среды, согласованное и взаимообусловленное возникновение новых качеств обоих субъектов называют «динамической коэмерджентностью» [Thompson, 2007].

Управление динамической сложностью

Новые научные знания о системах обогащают представление о возможностях управления динамическими сложными процессами и позволяют компаниям эффективно применять *сценарное планирование* для гибкого пересмотра стратегий развития, их адаптации к меняющемуся контексту и тем самым расширять свои перспективы. Этот процесс получил название стратегического рефрейминга [Wilkinson, 2014; Ramirez, Wilkinson, 2016]. Питер Сенге (Peter Senge) рекомендует компаниям и организациям осваивать принципы системного мышления как «пятью дисциплину» [Senge, 2006], не вписывающуюся в классическую дисциплинарную матрицу и выходящую на междисциплинарный уровень. Объединение научных дисциплин влечет за собой становление новой культуры мышления [de Rosnay, 1975] и позволяет обозначить ключевые концептуальные трансформации. Способам управления динамической сложностью посвящены многочисленные работы [Gharajedaghi, 2011; Gonzalez, 2013; Hodgson, 2020; Jackson, 2006, 2019; Keatin, Katina, 2019; Nijs, 2015; Robinson, 2005]. Приведем наиболее релевантные, на наш взгляд, положения, которые могут служить действенными основами для стратегий управления.

Новое восприятие хаоса. По-прежнему широко распространено представление о хаосе как нежелательном элементе, связанном с высокой неопределенностью и неконтролируемостью¹. Классическая наука со времен Ньютона и Галилея рассматривала случайность как форму незнания. Считалось, что при глубоком исследовании любого сложного явления случайность исчезает и можно получить его детерминистическое описание. Согласно недавним исследованиям случайность, вариативность и изменчивость глубоко вплетены в реальность как объективные свойства эволюционных процессов [Mainzer, 2007a,b]. Разнообразие нередко достигается путем случайной комбинации элементов с уникальными характеристиками. Его поддержание считается необходимым условием сбалансированного развития любой системы. Определенную долю хаоса можно рассматривать как механизм самоорганизации и самодостраивания сложных систем, что позволит выйти на относительно простые структуры-аттракторы, тренды развития и соединить разные элементы или подсистемы в единое целое. Это дает возможность адаптироваться к меняющимся условиям окружающей среды, генерировать энергию для преодоления кризисов и находить выход из эволюционных тупиков. Синхронизируются темпы развития элементов и подструктур внутри сложной структуры, возникают новые эволюционные целостности. Элементы хаоса служат механизмом обновления сложных структур и организаций, источником инноваций.

Внешняя организация vs спонтанность. В определенных случаях система, компания и организация, складывающиеся самостоятельно и спонтанно, функци-

¹ В качестве меры хаоса, дезорганизации процессов в сложной системе часто рассматривают энтропию. Однако энтропийный подход имеет ограничения. Рост сложных структур, структурализация системы, как правило, сопровождаются возникновением порядка, организации на макроуровне и поддержанием процессов диссипации, рассеяния, дезорганизации на микроуровне.

онируют лучше и стабильнее, чем структуры, выстроенные внешними усилиями. В последние десятилетия становится востребованной управленческая модель, рассматривающая компании и организации как сложные системы, в которых стимулируются процессы самоорганизации, обеспечения синергии и разнообразия для выхода на оптимальные траектории развития.

Линейность vs нелинейность. Жесткий детерминизм основан на убеждении в линейном характере развития. Новые научные открытия опровергают подобную установку, указывая что мир организован в виде сложных систем, которым свойственно множество путей эволюции, отвечающих их внутренней природе. Если удастся выявить ограниченный набор возможных путей развития и создать для них математическую модель, возникает основа для *сценарного планирования*. Кроме того, развитие сложных систем не может быть однонаправленно прогрессивным, а подчиняется циклам. Быстрый рост и динамичное развитие перемежаются стадиями спада и стагнации, иногда деградации, упрощения.

Баланс энтропии с внешним управлением. Устойчивое развитие сложных систем не обеспечивается исключительно внешним управлением. Его необходимо балансировать с внутренним самоуправлением, самоорганизацией, спонтанностью и разнообразием. При нарушении баланса в любую сторону, например при доминировании исключительно стихийных, рыночных механизмов либо, напротив, контроля со стороны государства, возрастают риски неустойчивости и кризисов. Важно учитывать, что долю внутренней свободы и разнообразия (элементов хаоса) необходимо регулировать в зависимости от стадии эволюции. В период кризиса она должна возрастать, что будет способствовать выходу компании как сложной системы на новые траектории развития. В силу нелинейности поведения сложных систем на траектории их эволюции неизбежно возникают экстремальные точки — сингулярности, или, другими словами, кризисы. В подобном контексте кризис воспринимается как естественная составляющая «жизни» в сложных системах. Компаниям свойственно время от времени проходить через такие периоды, сопровождаемые усилением турбулентности, хаотических движений, проявлением иррациональных феноменов и процессов в социальном и культурном плане. Осознание этих неизбежностей позволяет превентивно учитывать их в стратегиях и воспользоваться возможностями для создания новых форм, структур, разного рода инноваций.

Целостное мышление. Наука о системах подчеркивает важность холистического, или системного видения — умения замечать целое за частями, распознавать как контекст ближайшего окружения, так и отдаленно развернутые конфигурации ситуаций, действовать на локальном уровне, исходя из глобального видения. Целостное представление и охват вплетаются в новую рациональность, становятся интеллектуальной и жизненной необходимостью. Все это недоступно для фрагментарного восприятия и мышления. Любые информационные факты обретают смысл, только будучи помещенными в определенный контекст [Morin, 1999].

Не менее значимый аспект *холизма* — понимание способов построения динамически устойчивых целостных структур. Правильная интеграция частей в целое приводит к тому, что все элементы начинают коэволюционировать (взаимно согласованно и гармонично развиваться), что приводит к ускорению прогресса обретающих целостных структур.

Малые резонансные воздействия. Наиболее релевантный способ управления динамической сложностью — применять к ней малые, но правильно организованные «мягкие действия» (*soft management*), способные произвести необходимый резонанс в правильное время и в правильном месте. Следует учитывать нелинейный характер связей между усилиями и эффектами. Значительные усилия могут оказаться безрезультатными, и напротив: малые и незначительные, но правильно организованные меры имеют потенциал высокой эффективности. Здесь работает так называемое правило «рычага» [Senge, 2006] или «эфемеризации» [Fuller, 1997], которое формулируется следующим образом: «незначительным можно вызвать значительное, но не всегда большим можно достичь и малого» и выражает нелинейный характер связей между управляющими воздействиями и их результатами. Значительные ресурсные затраты в управлении компаниями как сложными динамическими системами еще не гарантируют пропорциональный результат. Вместе с тем правильное и мягкое воздействие, примененное в определенной точке в подходящее время, может «раскачать» систему, пробудить ее дремлющий потенциал. Таким образом, решающую роль играют скорее не энергия и интенсивность действия, а его топология и «архитектура». Существуют определенные «конфигурации ситуаций» в компании и других социальных средах, где исключительно эффективными оказываются незначительные, но адресные стимулирующие меры. Знания из науки о сложных системах позволяют действовать предельно эффективно, в разы сокращать ресурсы, генерировать посредством резонансных воздействий желаемые и, что не менее важно, реализуемые процессы. Подобные действия приобретают синергетическую силу.

Нестабильность как ресурс. По мнению Ильи Пригожина, направление, по которому пойдет развитие после прохождения точки бифуркации, заранее не предопределено. Эта идея развивается в работе с метафорическим названием «Кость еще не брошена» (*To Die is not Cast*) [Prigogine, 2000]. Во времена турбулентности решающую роль играют правильно выстроенные стратегии. Обыгрывая эйнштейновскую метафору «игральной кости», Пригожин демонстрирует степень вмешательства случайности в процессы эволюции и возможность ее преобразования в целенаправленность. Если с позиции Альберта Эйнштейна все процессы в мире можно воспринимать как детерминистические, сведя вероятностное описание к безальтернативному, то, по убеждению Пригожина, случайность онтологически глубоко укоренена в мире. Развиваясь, сложные системы на разных уровнях организации мира проходят через фазы неустойчивости и бифуркаций, когда совершается выбор дальнейшего пути развития из широко-

го веера возможностей и альтернатив. Отсюда следует, что будущее в принципе не является предсказуемым, а носит открытый характер. Новые знания не оставляют фундамента для фаталистических убеждений, следовательно, фактор «судьбы» остается предметом индивидуального восприятия, но не научно доказанным феноменом. Жизнестойкость сложных систем определяется по их способности проходить бифуркации и извлекать новые возможности. Восприятие нестабильности и случайности как актива повышает готовность к освоению возникающего нового потенциала и повороту эволюции в предпочтительном направлении. Ряд ученых считают, что сам ход времени становится нелинейным и наделен точками бифуркации [Дириу, 2010], открывая возможность выбора будущего. Оперировав состояниями неустойчивости вблизи точек бифуркаций, можно определять дальнейший путь развития. При прохождении развилки среда становится чувствительной к коллективным и индивидуальным действиям, способным привести к становлению новых социальных, культурных, технологических и других паттернов порядка. На новом витке науки о сложных системах возникает стратегическая ориентация, основанная на таких установках, как:

- будущим можно управлять;
- будущее зависит от сегодняшнего выбора;
- текущие действия имеют значение для реализации предпочтительного образа будущего.

Конструирование предпочтительного будущего

Ведущие эксперты придерживаются конструктивистского подхода к познанию мира, выражая убеждение, что внешняя среда не является чем-то абсолютно независимым от наших действий [Le Moigne, 1994; Morin, 1999; Prigogine, 2000]. Среда создается и преобразуется при участии человека, переконструируется в интерактивном взаимодействии между объективной данностью и продуктом сознательного творчества, или проективного действия. Правило объективности, остающееся неизменным стандартом научного исследования, дополняется призмой проективности, т. е. намечаются разные направления развития событий, проводится интерпретация, оценивается вероятность реализации.

Конструктивистская эпистемология предполагает не только открытия и познания, но также изобретения и созидания. Согласно конструктивистскому подходу восприятие будущего исключительно как объекта познания выглядит непродуктивным. Гораздо эффективнее выстраивать партнерские отношения с ним. Конструировать сценарии будущего означает делать выбор, а следовательно, «со-изобретать» жизнь. Практики конструктивизма сегодня активно развиваются и обретают статус мейнстримных, охватывая различные социокультурные, социально-психологические, коммуникативные, психотерапевтические, управленческие инструменты, меры по усилению безопасности, принятию эффективных решений в условиях неопределенности, построению сценариев развития.

Конструктивизм в современном понимании означает не только сознательное конструирование реальности, включая социальные порядок и организацию в соответствии с ценностными предпочтениями индивидуального и коллективного субъектов, но и креативность общественных институтов, введение и распространение социальных инноваций, управление рисками развития, прохождение кризисов и последующий выход на желаемые траектории. Исходя из такого понимания сложных систем, в состоянии их неустойчивости при определении возможных путей развития решающую роль играют сознательные установки и ценностные предпочтения.

Неустойчивость может проявиться в двух типах стадий: бифуркации (ветвление траекторий) или экстремума (кульминации) развития сложной структуры. В обоих случаях система становится чувствительной к малым флуктуациям на микроуровне. Поэтому даже незначительное воздействие может вывести ее на один из возможных путей эволюции, к одному из спектра аттракторов. Резонансное возбуждение желаемых сложных структур позволяет сократить длительный и зигзагообразный путь эволюции к переходу на качественно новый уровень. Определив параметры порядка сложных систем, можно смоделировать, рассчитать или качественно определить для них возможные структуры-аттракторы и посредством малых, но топологически правильно организованных (резонансных) воздействий выводить процесс развития на желаемые траектории. К тому же появляется возможность активно вмешиваться в процесс конструирования сложных структур из относительно простых элементов в ходе их коэволюции — совместного сбалансированного развития. Один из принципов эволюционного холизма — топологически оптимальное соединение подсистем в усложняющиеся устойчиво эволюционирующие целостности с тем, чтобы произвести необходимый резонанс, ускорить прогресс образовавшейся единой сложной структуры и достичь предпочтительного будущего. В итоге новая интегрированная система приобретает более высокий темп развития, чем самая динамичная структура до объединения. Преимущество совместного развития — в экономии ресурсов всех видов. Помимо этого сложные системы не только обладают определенной глубиной памяти, но и способны «притягивать» будущее за счет аттракторов, заложенных во внутренних свойствах этих систем. Появляется возможность конструктивно использовать «притяжение будущего» при попадании в сферу действия определенного аттрактора.

Инструменты управления динамической сложностью

Достижение синергии. Синергия — результат эффекта холизма, когда возникающее целое становится больше суммы частей. Однако произвольные связи между любыми элементами невозможны. Следовательно, синергия является результатом удачно свершившейся самоорганизации. Этот феномен — логичное проявление эволюционного холизма, рассматриваемое

в качестве фундаментальной парадигмы XXI века [Laszlo, 2012, p. 80].

В социальном плане синергия проявляется в становлении целостности и кооперации, когда $1 + 1 > 2$, а также в холистической индивидуализации, при которой целое не подавляет и нивелирует индивидуальность, а дает ей «расцвести». В особых формах социального холизма эгоистические действия индивида парадоксальным образом усиливают социальный альтруизм и работают на коллективные интересы [Mandeville, 1997; Ruth, 1961; Luhmann, 1987].

Синергия проявляется в самореференциальном круге человеческого действия: «Я делаю, что ты хочешь, когда ты делаешь, что я хочу» [Luhmann, 1987]. В ее социальном и этическом смысле раскрывается «тайна» сборки субъектов в социальной среде, когда разделение труда или работа команды (*teamwork*) дает неоспоримое преимущество какой-либо социальной группе (либо государству) и выдвигает ее на ведущие рыночные, политические или геостратегические позиции. В оптимальных, правильно собранных социальных конструкциях с высокой синергией уровень агрессии, как правило, сводится к минимуму, а интенсивность сотрудничества достигает максимума. Подобные структуры характеризуются более высоким уровнем доверия и внутреннего разнообразия, децентрализацией и степенью ответственности. В предпочтительной модели общества, построенного на принципах самоорганизации, каждый индивид вносит вклад в коллективное поведение, которое действует как параметр порядка. В итоге срабатывают механизмы синергии, вовлекая в этот процесс все большее количество людей. В качестве основы такой модели целесообразно использовать принцип ответственности, широкую формулировку которого предложил Ганс Йонас (Hans Jonas) [Jonas, 1984]. В соответствии с этим принципом продолжительность существования самоорганизующегося общества зависит от того, насколько каждый член способен поступать так, как если бы он в рамках своей собственной деятельности нес ответственность за целое [Nakem, 1995].

Холистическое и креативное мышление как основа устойчивых позиций в будущем. К наиболее востребованным способностям все чаще относят креативность, создание «мягких» инноваций, визуализацию, нарративность, целостное мышление. Сегодня на фоне постоянных бифуркаций совершается переход от экстенсивной модели, базирующейся на ценностях потребления, к интенсивной, которая делает ставку на сплоченность, коммуникацию и осознанность [Laszlo, 2012]. Говорят также о наступлении концептуального века [Pink, 2005], идущего на смену информационному, когда происходит радикальный сдвиг акцентов, пересмотр ценностей — от доминирования в обществе чисто аналитического, линейного мышления к нелинейному, визуальному, образному. Особую значимость приобретают такие когнитивные навыки, как целостное видение, интуиция, эмоциональный интеллект и др. Компании с подобным кадровым потенциалом получают конкурентные преимущества. Становятся все более востребованными не просто профессиональ-

ные исполнительские функции, а навыки конструирования и дизайна. Помимо умения аккумулировать информацию ценится способность к ее критическому осмыслению через призму целостного мышления. Для обоснования собственных позиций одних объективных аргументов недостаточно, важно представить кейс из личного опыта. Серьезность отношения к выполняемой работе необходимо сочетать с игровым подходом [Pink, 2005]. Навыки владения высокими технологиями (*high tech*) постепенно уступают место способностям к концептуализации (*high concept*), проникновению в эстетические тонкости, погружению в нарративные сюжеты, адаптивности и толерантности к этическим нормам других культур (*high touch talents*). Понимание сложных систем позволяет гибко адаптироваться к переменам, проходить периоды турбулентности, точки бифуркации с позитивным настроем и готовностью воспользоваться открывшимися возможностями, чтобы повернуть вектор развития в новое русло. Крупные компании осваивают компетенции и знания о сложных системах, задают тренд для среднего и малого предпринимательства, применяя соответствующие инструменты в работе с усложняющимся и вариативным контекстом через **сценарное планирование**.

Практики сценарного планирования

В последние годы, по разным оценкам, для 65% компаний сценарное планирование [Wilkinson, Kupers, 2013] — успешно освоенная практика, которая обновляется и обогащается новыми подходами, позволяющими работать с динамической сложностью, охватывать несколько уровней задач, одновременно учитывая глобальный и локальный контексты со сложными, многослойными конфигурациями. Сценарное планирование предполагает нелинейный, всеохватывающий охват возможных перспектив и эффективное «сотрудничество» с будущим. Тенденция к выходу за пределы линейного мышления прослеживается почти во всех динамично развивающихся компаниях, так как линейному мышлению свойственны когнитивные искажения: акцент на знакомых процессах, пренебрежение слабыми сигналами, способными развернуть доминирующие тенденции и положить начало новому вектору развития. Ключевым становится понимание, что сложная система чувствительна к слабым сигналам в состоянии неустойчивости двух типов: при приближении к точке бифуркации, за которой следует разветвление возможных траекторий развития, либо в кульминационном состоянии — максимального роста или спада. При прохождении критической точки (сингулярности) режим меняется: рост сменяется падением или, напротив, за спадом следуют подъем, восстановление.

Выделяют пять позиций в восприятии будущего: ретроактивная (ориентирована на прошлое), инактивная (фокус на текущем), преактивная (предсказания будущего), про-активная, подразумевающая «создание» будущего, и интерактивная, предполагающая коллективное «сотрудничество» с ним [Ramírez, Wilkinson,

2016]. В настоящее время происходит сдвиг в этих установках — от проактивности к интерактивности. Предсказание будущего затруднительно из-за сложности и запутанности экономических и социальных процессов. Поэтому наиболее релевантным оказывается конструктивистский подход, основанный на тщательной работе с трендами. Принимаются во внимание слабые сигналы, возможно, превосходящие появление новых русел развития (*new strong trends*). Сценарное планирование осуществляется путем многочисленных итераций вероятностных прогнозов, подготавливаемых с привлечением глубоких экспертных знаний.

Кейс Всемирного совета по устойчивому развитию бизнеса (WBCSD)

Проецирование положений теории сложных систем на производственные процессы прослеживается на примере масштабного проекта WBCSD Vision 2050, реализуемого Всемирным советом по устойчивому развитию бизнеса (World Business Council for Sustainable Development, WBCSD) [WBCSD, 2010]. Эта ассоциация объединяет около 200 ведущих компаний из 36 стран и из 22 секторов промышленности. Цель проекта — разработать комплекс действий, которые компаниям необходимо предпринять совместными усилиями для выхода к 2050 г. на качественно новую модель развития.

Меры определялись посредством сценарного планирования с применением знаний из теории сложных систем. Подготовлен стратегический документ «Видение 2050: новая повестка для бизнеса» (Vision 2050: The New Agenda for Business) [WBCSD, 2010], в составлении которого принимали участие 29 ведущих международных компаний из 14 отраслей. В рамках проекта сценарии комбинировались с выбором предпочтительного образа будущего, ретроспективным анализом и моделированием, что позволило построить дорожную карту с обозначением временных рамок принятия решений в крупных компаниях. При проведении исследования и подготовке документа возникли проблемы экспертизы, обусловленные по-прежнему распространенным линейным подходом к восприятию реальности. Они стали барьерами для синтеза разных методов и расширения фокуса на целостный охват глобальных, региональных и отраслевых контекстов и их трактовку. Данные ограничения удалось преодолеть с помощью метода ретроспективного анализа, который позволил мысленно проделать путь в обратном направлении: от желаемой ситуации в 2050 г. до настоящего. Как результат — были намечены 40 мер, которые необходимо принять для достижения нового уровня развития, и свыше 350 временных отметок, определяющих дорожную карту их реализации.

Комбинация сценариев позволила переосмыслить текущую ситуацию и традиционную экономическую модель роста, ориентированную на потребление. Вначале идентифицировались типовые линейные проекции глобальных мегатрендов на 2050 г., затем выявлялись нестыковки с реальными возможностями ресурсов планеты по обеспечению подобного развития. Таким образом, существующие представления о пер-

спективах роста, барьерах и рисках были откорректированы согласно реальному положению дел. В результате определены девять направлений, предполагающих параллельную реализацию, и новые «системные» решения, основанные на межсекторальном сотрудничестве, такие как переход к новой модели экономики без отходов, дизайна с замкнутым циклом для повторного использования материалов и упрощение перехода городов на сбалансированное развитие.

Стратегия WBCSD Vision 2050 выдвигает на первый план подходы и инструменты действий, адекватные усложняющемуся миру и позволяющие избежать трудностей путем комбинирования разных решений, привлечения широкого спектра участников и расширения охвата всевозможных перспектив.

Ценными уроками рассматриваемого кейса стали привлечение экспертов с различными точками зрения и работа с широким набором интерпретационных рамок для составления правдоподобных сценариев. Это позволило выявить ошибочность существовавших убеждений в линейном характере внешних перемен и возможностях сохранения непрерывного линейного роста [Wilkinson et al., 2013].

Составление сценариев, базирующихся на интуитивной логике, позволяет не только лучше оценить реальный эволюционный потенциал сверхсложного мира, но и выработать стратегии по адаптации к нему для достижения предпочтительного будущего. При этом осуществляется одновременно работа с тремя типами сложных систем [Spangenberg, 2020]:

- *ментальная модель (воспринимаемая реальность)* — отвечает за познание реальности и построение на этой основе рекомендаций;
- *компьютерная модель (виртуальная реальность)* — придает количественные измерения предположениям, порожденным ментальной моделью;
- *сверхсложное устройство мира (объективная реальность)* — нарушает конструкцию первых двух систем, демонстрируя неожиданное поведение.

Для составления действенных сценарных рекомендаций необходимо, чтобы все три типа систем имели сопоставимый уровень сложности. Если это условие не выполняется, возникают смешение и путаница понятий вероятности, неопределенности и незнания, а получившиеся в результате сценарии и основанные на них рекомендации будут ошибочными и введут в заблуждение или, в лучшем случае, окажутся бесполезными для принятия решений. Таким образом, обеспечение адекватного соответствия ментальных моделей, используемых разработчиками сценариев, стратегий и дорожных карт, нелинейному развитию мира — ключевой фактор успеха в работе с будущим [Spangenberg, 2020].

Уроки Shell

Многие компании — члены WBCSD использовали «Видение 2050» для разработки своих корпоративных стратегий. Среди них — компания Shell, обладающая уникальным опытом построения сценариев для сохранения конкурентоспособности и проектирования будущего, насчитывающим свыше 50 лет. Shell воспри-

нимает будущее не как объект исследования, а как «партинера», с которым ведется «взаимодействие» в партисипативном формате [Ramírez, Wilkinson, 2016].

Путь Shell к успеху начинался с конца 1960-х гг. со статуса аутсайдера энергетической отрасли [Laudicina, 2012] и поиска решений по прорыву на новый уровень. Компания одной из первых обратила внимание на разработки ведущих исследовательских организаций RAND и Института Хадсона (Hudson Institute), в частности на метод сценарного планирования [Jefferson, 2012]. Правильный выбор стратегического инструментария и его последовательная реализация позволили пройти с минимальными потерями глобальные потрясения и кризисы (ценовые колебания и коллапсы нефтяных рынков, вызванные геополитическими событиями в 1973, 1979, 1986 и 1991 гг.) и идентифицировать новые возможности.

Опираясь на знания из области сложных систем, Shell наложила эту концептуальную сетку на построение сценариев, что позволило осознать и интерпретировать слабые сигналы, выявить критические неопределенности и нелинейные повороты в бизнес-циклах. Пьер Вак (Pierre Wack) — основоположник сценарных практик Shell — сформулировал ключевые шаги по составлению сценариев [Wilkinson, Kupers, 2013]:

- выявление важнейших тенденций с последующей классификацией на предсказуемые и непредсказуемые;
- идентификация источников неопределенности, оказывающих наибольшее влияние на ход событий;
- формулирование набора возможных сюжетов и их исходов с углубленным анализом любых сценариев, правдоподобность которых не может быть опровергнута логическими рассуждениями;
- итеративное уточнение сценариев с фокусом на слабых сигналах и джокерах.

Подходы и акценты при реализации этих принципов не всегда были одинаковыми. На начальных этапах в 1970-х гг. построение сценариев основывалось на многократном итеративном осмыслении образов будущего (*re-perception and seeing of the future*) — создании интерпретационных рамок, предшествующих принятию решения. Успех сценарного планирования был предопределен тем, что сценарии изначально встраивались во все организационные процессы: разработку стратегий, управление рисками, стимулирование инноваций, развитие культуры лидерства [Wilkinson, Kupers, 2013]. В последнее десятилетие основной установкой в этой деятельности стали «сеяние» и «культивирование» будущего (*seeding the future*) — подбор инструментов для поддержки принятия решений с вовлечением широкого круга специалистов из разных областей. Сценарные сюжеты соотносятся с количественными моделями и увязываются с другими корпоративными процессами, включая разработку инновационных стратегий [Wilkinson et al., 2013]. Построение сценариев в Shell имеет ряд особенностей: они носят незавершенный характер с «открытым концом» (*open stories*), проходят многократные итерации в дискуссиях [Bentnam, 2014], чувствительны к слабым сигналам. Этот процесс со-

провождается уникальными методиками подготовки персонала.

Нелинейный подход позволил безошибочно спрогнозировать падение цен на нефть в начале 1980-х гг. и выработать эффективные контрмеры. После энергетического кризиса 1973 г. компания разработала сценарий «Бум и спад» (Boom & Bust), который открывал возможность «энергичного восстановления, содержащего семена собственного разрушения» [Wack, 1985]. Shell проявила редкую в то время степень гибкости. Не пытаясь спрогнозировать момент завершения общего кризиса и начала подъема, компания предпочла разработать комплекс превентивных мер. Восстановление цен на нефть после кризиса 1973 г. произошло очень быстро и получило название «эффект разжимающейся пружины». Экономика некоторых стран, включая США, выросла на 11–12% за 18 месяцев, что выглядело как моментальное формирование с нуля экономики размером с британскую. Такой отскок не говорит о выдающихся достижениях, а всего лишь отражает глубину «вмятины», которую получила мировая экономика в 1973–1975 гг. Основой быстрого нелинейного роста стал механизм положительной обратной связи, когда начальное увеличение экономических показателей способствовало дальнейшему ускорению их прироста. В теории сложных систем подобные процессы называются режимами с обострением, при которых рост происходит не по экспоненте, а еще быстрее — по гиперболическому закону. Впрочем, подобные неожиданности — не редкость для бизнес-циклов [Wack, 1985].

Теория сложности указывает на необходимость обращать внимание на предвестников радикальных перемен. Когда некоторая величина начинает меняться так, что циклы становятся все более короткими, а амплитуда изменений все больше, это предвещает поворотный пункт — кризис, смену режима развития. Такого рода процессы происходили в экономике в 1950-х гг., когда наблюдались фазы все большей амплитуды и сокращающейся длительности. Со стороны состояние системы пока еще выглядит прежним, однако ее раскочка свидетельствует о нарастающей неустойчивости и скором наступлении переломного момента в развитии.

Примечателен подход Shell к решению проблемы ментальных моделей — преодолению невосприимчивости лиц, принимающих решения, к информации, содержащейся в сценариях. Недостаточно просто составить картину неопределенностей, сформировать спектр возможных траекторий развития и представить модельные расчеты. Эти результаты не будут осознаны, если их не адаптировать к ментальным моделям адресатов [Wack, 1985]. Как следствие, возникает необходимость подготовки ментальной «почвы» для «посева» нелинейных знаний. Чтобы сценарии учитывались в принятии решений, они должны преобразовать внутренние паттерны восприятия реальности с учетом персональных когнитивных особенностей. Shell разработала феноменологический подход, связанный с исследованием восприятия реальности сквозь призму личного опыта. Процесс сценарного планирования дополняется критически важным блоком — работой с индивидуальными

особенностями перцептивного, ментального и практического опыта реципиентов методами нарративности, подразумевающими формирование реалистичных сюжетов будущего с привязкой к персональному опыту и стратегическому видению траекторий. Это позволяет критически переосмысливать сложившиеся представления об образах будущего и основанные на них стратегии [Cornelius et al., 2005]. Подобный подход оказался более действенным в плане изменения восприятия, чем простой сравнительный анализ сценариев и работа с цифровыми данными.

Еще один метод — «глубокое слушание» (*deep listening*) лиц, принимающих решения, при котором проводятся структурированные интервью. Метод позволяет выявлять ключевые проблемы респондентов, выбирать приемы для последующей адаптации восприятия.

Ряд эксклюзивных инструментов Shell позволили создать уникальный корпоративный климат с правильными конструктами, стимулирующий свободу обсуждений и принятие будущего «с открытым концом» [Wilkinson, Kupers, 2013]. В их основе лежит подход, при котором компания рассматривается как живой организм, чье развитие может быть заблокировано или, напротив, стимулироваться средой обитания. Среда, созданная Shell, благоприятствует быстрому формированию навыков улавливания слабых сигналов, конструированию новых трендов и развитию культуры синергичных дискуссий.

Заслуживает внимания проблема, заключающаяся в том, что внешний мир (объективная реальность) всегда остается более сложным и непредсказуемым, чем попытки адаптировать к работе с ним ментальные и компьютерные модели (системы воспринимаемой и виртуальной реальности). Элемент неопределенности и неожиданности в процессах объективной реальности присутствует неизменно и, кроме того, весьма значителен. Поэтому, несмотря на колоссальную многолетнюю практику сценариев, даже Shell не всегда удается вовремя уловить изменения во внешнем мире. По меньшей мере три решающих события не предполагались в глобальных прогнозных моделях, составленных Shell, а именно: финансовый кризис 2008 г., бум добычи сланцевого газа в США и решение Германии после ядерной катастрофы на Фукусиме ускорить переход на возобновляемые источники энергии [Wilkinson, Kupers, 2013]. И тем не менее даже из этих ситуаций Shell удалось выйти с относительно небольшими потерями благодаря своевременной продуманной политике реагирования.

В настоящее время корпорация Shell разрабатывает сценарии не только до 2050 г., но и до конца текущего столетия. Опираясь на новейшие продвижения в раз-

витии эволюционного, холистического, системного и сетевого подходов, а также на знание широкого культурного контекста для эффективного ведения бизнеса, компания создает сценарии не только для энергетического рынка, но и для экономики, геополитики, экологии, ресурсосбережения. Сегодня наблюдается усиление геополитического противостояния на разных уровнях и рост давления на нефтяные компании, обусловленный необходимостью решения экологических и социальных проблем. Принимая во внимание существующие и возникающие вызовы, Shell стремится сделать бизнес более гибким и клиенто-ориентированным, быстро реагирующим на происходящие в мире социальные и культурные изменения, дружественным по отношению к природе.

Заключение

Результативность практик стратегического Форсайта и сценарного планирования обусловлена их ориентацией на достижения науки о сложных системах (*system science*). Представители этой дисциплины демонстрируют разную степень оптимизма в отношении будущего. Их позиция строится на двух ключевых аргументах. Индивид, располагающий соответствующими компетенциями, способен осознанно влиять на выбор путей дальнейшего развития в периоды неустойчивости при прохождении точек бифуркации. Флуктуации, незначительные изменения (применительно к истории — действия отдельных лиц) могут стать существенными и повернуть ход событий в новое русло. Степень оптимистичности в отношении будущего может различаться у разных ученых, но вряд ли стоит сомневаться в том, что в его созидании можно принимать активное участие. Специалисты описывают такую модель будущего четырьмя основными характеристиками: возможное (*possible*), вероятное (*probable*), предпочитаемое (*preferable*) и партисипативно формируемое (*participatory*) будущее, или, обобщенно, *4P futures*. Аналитики Shell указывают на необходимость в корне изменить отношение к будущему. Составление сценариев — попытка не предсказать будущее, а «сотрудничать» с ним. Будущее можно «схватить» только через совместное действие, через партисипационную активность, через переживание правдоподобного сценария как персональной истории, встроенной в глобальный контекст. Варианты перспективного развития можно просчитать, и выбор пути к наиболее благоприятному образу будущего, конструирование трендов в соответствии с гуманитарными ценностями — ответственность каждого члена общества.

Библиография

- Ashby W.R. (1958) Requisite variety and its implications for the control of complex systems // *Cybernetica*. Vol. 1. № 2. P. 83–99.
 Atlan H. (1979) *Entre le cristal et la fumée. Essai sur l'organisation du vivant*. Paris: Editions du Seuil.
 Bakshi V. (2017) *Forward-looking Manager in a VUCA World*. Los Angeles: SAGE.
 Bentnam J. (2014) The scenario approach to possible futures for oil and natural gas // *Energy Policy*. Vol. 64. P. 87–92. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.08.019>, дата обращения 29.08.2020.
 Berthoz A. (2009) *La Simplicité*. Paris: Odile Jacob.

- Cornelius P., van der Putte A., Romani M. (2005) Three Decades of Scenario Planning in Shell // *California Management Review*. Vol. 48. № 1. P. 92–110. Режим доступа: <https://doi.org/10.2307%2F41166329>, дата обращения 29.08.2020.
- de Rosnay J. (1975) *Le Macroscopie. Vers une vision globale*. Paris: Éditions du Seuil.
- Deaton A.V. (2018) *VUCA Tools for a VUCA World: Developing Leaders and Teams for Sustainable Results*. Glenn Allen, VA: DaVinci Resources.
- Dupuy J.-P. (2010) *Le future bifurque-t-il? Vers une nouvelle science de la future // Bifurcations. Les sciences sociales face aux ruptures et à l'événement / Eds. M. Bessin, C. Bidart, M. Grossetti*. Paris: Éditions La Découverte. P. 373–386.
- Erdi P. (2008) *Complexity Explained*. Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer.
- François C. (1999) *Systemics and Cybernetics in a Historical Perspective // Systems Research and Behavioral Science*. Vol. 16. P. 203–219. Режим доступа: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1743\(199905/06\)16:3<203::AID-SRES210>3.0.CO;2-1](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1743(199905/06)16:3<203::AID-SRES210>3.0.CO;2-1), дата обращения 29.08.2020.
- Fuller R.B. (1997) *Synergetics: Explorations in the Geometry of Thinking*. New York: Macmillan.
- Gell-Mann M. (1995) *The Quark and the Jaguar. Adventures in the Simple and the Complex*. London: Abacus.
- Gell-Mann M. (1996) *Let's Call It Plectics // Complexity*. Vol. 1. № 5. P. 96.
- Gharajedaghi J. (2011) *Systems Thinking. Managing Chaos and Complexity: A Platform for Designing Business Architecture*. Burlington, MA: Morgan Kaufmann.
- Godfrey-Smith P. (1996) *Complexity and the Function of Mind in Nature*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gonzalez W.J. (2013) *The Sciences of Design as Sciences of Complexity: The Dynamic Trait // New Challenges to Philosophy of Science. The Philosophy of Science in a European Perspective / Eds. H. Andersen, D. Dieks, W.J. Gonzalez, Th. Uebel, G. Wheeler*. Vol. 4. Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer. P. 299–311.
- Haken H. (1977) *Synergetics. An Introduction*. Berlin: Springer.
- Haken H. (1995) *Erfolgsgeheimnisse der Natur. Synergetik: Die Lehre vom Zusammenwirken*. Berlin: DVA. ISBN 9783548342207.
- Hodgson A. (2020) *Systems Thinking for a Turbulent World: A Search for New Perspectives*. New York: Routledge.
- Jackson M.C. (2006) *Creative Holism: A Critical Systems Approach to Complex Problem Situations // Systems Research and Behavioral Science*. Vol. 23. № 5. P. 647–657. Режим доступа: <https://doi.org/10.1002/sres.799>, дата обращения 29.08.2020.
- Jackson M.C. (2019) *Critical Systems Thinking and the Management of Complexity: Responsible Leadership for a Complex World*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Jefferson M. (2012) *Shell scenarios: What really happened in the 1970s and what may be learned for current world prospects // Technological Forecasting and Social Change*. Vol. 79. № 1. P. 186–197. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2011.08.007>, дата обращения 29.08.2020.
- Jonas H. (1984) *The Imperative of Responsibility: In Search of an Ethics for the Technological Age*. Chicago: University of Chicago Press.
- Keating C.B., Katina P.F. (2019) *Complex System Governance: Concept, Utility, and Challenges // Systems Research and Behavioral Science*. Vol. 36. № 5. P. 687–705. Режим доступа: <https://doi.org/10.1002/sres.2621>, дата обращения 29.08.2020.
- Knyazeva H., Kurdyumov S.P. (2001) *Nonlinear Synthesis and Co-evolution of Complex Systems // World Futures*. Vol. 57. P. 239–261. DOI: 10.1080/02604027.2001.9972831.
- Kok J. (2018) *Leading in a VUCA World*. Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer.
- Laszlo E. (2012) *The Chaos Point. The World at the Crossroads*. London: Piatkus.
- Laudicina P.A. (2012) *Beating the Global Odds: Successful Decision-making in a Confused and Troubled World*. New York: Wiley.
- Le Moigne J.-L. (1994) *Le constructivisme*. Vol. 1. Paris: ESF éditeur.
- Luhmann N. (1987) *Soziale Systeme. Grundriß einer allgemeinen Theorie*. Frankfurt: Suhrkamp.
- Mainzer K. (2007a) *Der kreative Zufall: wie das Neue in die Welt kommt*. München: C.H. Beck.
- Mainzer K. (2007b) *Thinking in Complexity: The Computational Dynamics of Matter, Mind, and Mankind (5th ed.)*. Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer.
- Mandeville B. (1997) *The Fable of the Bees, and Other Writings*. Indianapolis, IN: Hackett Pub.
- Mitchell M. (2009) *Complexity. A Guided Tour*. Oxford, New York: Oxford University Press.
- Morin E. (1977) *La methode. La nature de la nature*. Paris: Editions du Seuil.
- Morin E. (1999) *Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur*. Paris: UNESCO.
- Morin E. (2002) *Le complexus, ce qui est tissé ensemble // La Complexité, vertiges et promesses / Ed. R. Benkirane*. Paris: Le Pommier. P. 5–35.
- Nandram S.S., Bindlish P.K. (eds.) (2017) *Managing VUCA through Integrative Self-management*. Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer.
- Nijs D.E.L.W. (2015) *Introduction: Coping with Growing Complexity in Society // World Futures*. Vol. 71. № 1. P. 1–7. DOI: 10.1080/02604027.2015.1087223.
- Pink D. (2005) *A Whole New Mind: Moving from the Information Age to the Conceptual Age*. New York: Riverhead Books.
- Prigogine I. (1989) *The Philosophy of Instability // Futures*. Vol. 21. № 4. P. 396–400. Режим доступа: [https://doi.org/10.1016/S0016-3287\(89\)80009-6](https://doi.org/10.1016/S0016-3287(89)80009-6), дата обращения 29.08.2020.
- Prigogine I. (1997) *The End of Certainty — Time's Flow and the Laws of Nature*. New York: The Free Press.
- Prigogine I. (2000) *The Die is not Cast // Futures. Bulletin of the World Futures Studies Federation*. Vol. 25. № 4. P. 17–19.
- Ramirez R., Wilkinson A. (2016) *Strategic Reframing: The Oxford Scenario Planning Approach*. Oxford: Oxford University Press.
- Robinson K. (2005) *Towards a Metaphysics of Complexity // Interchange*. Vol. 36. P. 159–177. Режим доступа: <https://doi.org/10.1007/s10780-005-2352-0>, дата обращения 29.08.2020.
- Ruth B. (1961) *Patterns of Culture*. Boston: Houghton Mifflin.
- Sartenaer O. (2016) *Sixteen Years Later: Making Sense of Emergence (Again) // Journal for General Philosophy of Science*. Vol. 47. № 1. P. 79–103. Режим доступа: <https://doi.org/10.1007/s10838-015-9312-x>, дата обращения 29.08.2020.
- Senge P.M. (2006) *The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization*. New York: Doubleday/Currency.
- Spangenberg J. (2020) *System Complexity and Scenario Analysis*. Paper presented at the Ninth Biennial Conference of the International Society for Ecological Economics “Ecological Sustainability and Human Well-Being”, December 15–18, New Delhi, India. Режим доступа: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.543.4782&rep=rep1&type=pdf>, дата обращения 13.09.2020.
- Spire A. (1999) *La pensée — Prigogine, suivi de trois entretiens avec Gilles Cohen-Tannoudji, Daniel Bensaïch et Edgar Morin*. Paris: Desclée de Brouer.
- Taleb N.N. (2010) *The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable (2nd ed.)*. New York: Random House.
- Thompson E. (2007) *Mind in Life. Biology, Phenomenology and the Sciences of Mind*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- von Bertalanffy L. (1932) *Theoretische Biologie*. Vol. 1. Berlin: Gebrüder Borntraeger.
- Wack P. (1985) *Scenarios: Shooting the Rapids // Harvard Business Review*. November–December Issue. P. 139–150.
- WBSCD (2010) *Vision 2050: The New Agenda for Business*. Geneva: World Business Council for Sustainable Development.
- Wilkinson A. (2014) *The Essence of Scenarios: Learning from the Shell Experience*. Amsterdam: Amsterdam University Press.
- Wilkinson A., Kupers R. (2013) *Living in the Futures // Harvard Business Review*. Vol. 91. № 5. P. 118–127.
- Wilkinson A., Kupers R., Mangalagu D. (2013) *How Plausibility-based Scenario Practices are Grappling with Complexity to Appreciate and Address 21st Century Challenges // Technological Forecasting & Social Change*. Vol. 80. № 4. P. 699–710. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.10.031>, дата обращения 29.08.2020.