

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И
ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ»

На правах рукописи

НИКИТИНС ИЛЬЯ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО
ПЛАНИРОВАНИЯ БИЗНЕСА НА ОСНОВЕ ЭВОЛЮЦИОННО-
КОНТЕКСТНЫХ СЦЕНАРИЕВ**

Специальность: 5.2.6. - «Менеджмент»

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Научный руководитель:

Доктор экономических наук, профессор

Ефремов Виктор Степанович

Москва – 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЦЕНАРНОГО ПОДХОДА В ТЕОРИИ И ПРАКТИКЕ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ	12
1.1 Роль и место сценарного подхода в стратегическом процессе	12
1.2 Сценарий как инструмент преодоления стратегического парадокса	27
1.3 Принципы и логика сценарного анализа	39
2. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЦЕНАРНОГО ПОДХОДА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ.....	60
2.1 Стратегическое мышление, основанное на VUCA принципах	60
2.2 Недостатки прогнозирования будущего социально-экономических систем на основании прошлого опыта.....	72
2.3 Причинно-следственные петли социально-экономической динамики	84
3. КОНЦЕПЦИЯ И МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭВОЛЮЦИОННО-КОНТЕКСТНОГО СЦЕНАРНОГО АНАЛИЗА	95
3.1 Понятие и значение контекста ситуационной динамики для сценарного анализа	95
3.2 Возможности моделей машинного обучения для разработки эволюционно-контекстных сценариев бизнеса.....	106
3.3 Оценка качества эволюционно-контекстного сценарного анализа (на примере цен на нефть марки Brent и курса рубля по отношению к доллару США)	116
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	131
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	138
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	149

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Нестабильность, неопределённость, сложность и неоднозначность политических и социально-экономических условий, в которых в настоящее время приходится функционировать и развиваться бизнесу, предъявляют качественно новые требования к выбору подходов и методов решения задач стратегического целеполагания, позиционирования, планирования и регулирования. В современном мире уже нет той реальности, в которой оценки перспективных деловых решений могли опираться исключительно на накопленный опыт и здравый смысл, принцип рациональности действий представлялся исключительным фундаментом критериев их эффективности, а весь процесс разработки стратегии выстраивался как процесс составления конкретного плана конкретных действий со сроками, ресурсами и контролируруемыми результатами.

В окружении бизнеса в настоящее время возможны любые варианты развития событий, несмотря на существование регламентирующих их правил и ограничений, и недоучёт этой вариантности оборачивается огромными экономическими и репутационными потерями. Согласно исследованию McKinsey ежегодные потери от ошибок в бизнес-планировании, непредсказуемых явлений и политических решений приводят к потере 1,1 трлн долларов США в цепочках поставок по всему миру¹. Только из-за пандемии коронавируса в 2020 году в России закрылось 1,16 млн предприятий малого и среднего бизнеса, что в 2,3 раза больше, чем в 2019 году, а треть компаний потерпели убытки в размере 1,65 трлн рублей². Санкционная политика Запада и девальвация базовых принципов ВТО привели к огромным экономическим потерям не только у российских компаний, но и американских

¹ Исследование McKinsey // McKinsey. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/supply-chain-analytics-harness-uncertainty-with-smarter-bets#/> (дата обращения: 10.06.2025).

² Ушли в минус: сколько российский бизнес потерял в кризис // Сбербанк. [Электронный ресурс]. URL: https://www.sberbank.ru/ru/s_m_business/pro_business/poteri-rossijskogo-biznesa-ot-koronavirusa/ (дата обращения: 11.06.2025).

и западноевропейских. По некоторым данным потери экономики США от санкций против России составили уже 300 млрд долларов³, а Европейского Союза по самым скромным подсчётам 1,5 трлн долларов⁴.

Одной из основных причин возникновения ошибок в процессе стратегического планирования развития бизнеса является неполнота, нереалистичность и статичность той картины мира, которая используется для разработки опорных сценариев. Предложив подходы и методы сценарного планирования, исключающие вероятность подобных ошибок, процесс стратегического планирования можно вывести на качественно новый уровень. Если вооружить лиц, принимающих стратегические решения, знанием того, как могут развиваться условия бизнеса в зависимости от событий, происходивших не только в прошлом, но и происходящих в настоящем, то, концентрируя усилия на управлении этими событиями, можно будет и формировать требуемый стратегический контекст устойчивого бизнеса. Поэтому разработка соответствующих теоретико-методологических аспектов и методического обеспечения построения сценариев с подобными свойствами представляет не только теоретический интерес, а является весьма актуальной задачей с большой практической значимостью.

Степень разработанности исследуемой проблемы.

Изначально сценарный анализ, как и стратегическое планирование, предназначался для описания и исследования возможных вариантов будущего в военном деле. Для решения задач планирования бизнеса он был адаптирован только в 70-е годы прошлого века. Среди исследователей и экспертов, внесших существенный вклад в развитие этого сценарного подхода в этой области, наиболее заметными являются такие ученые как Г.Кан, П.Шумейкер, М.Годэ, А.Хаки, Д.Х.Мейсон, Д.Г.Симпсон, Д.Райт, П.Шварц, К.Ван Дер

³ Дмитриев: антироссийские санкции обошлись США в \$300 млрд. // Аргумента и Факты. [Электронный ресурс]. URL: <https://aif.ru/money/economy/dmitriev-antirossiyskie-sankcii-oboshlis-ssha-v-300-mlrd> (дата обращения: 17.06.2025).

⁴ В МИДе оценили потери ЕС из-за санкций в \$1,5 трлн. // РБК [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rbc.ru/economics/03/11/2023/6544d17c9a7947b4751d4640> (дата обращения: 11.06.2025).

Хейден, Дж.Рингланд, Р.Бредфилд, С.П.Шнаарс, А.А.Акаев и другие. В российском научном сегменте вопросам сценарного анализа посвящены работы таких ученых как В.А.Садовниченко, А.В.Коротаева, С.Ю.Малкова, Ю.В.Божевольнова, Г.Г.Малинецкого и других.

Изучение доступных работ, как на русском, так и на английском языках, имеющих отношение к теме сценарного анализа и планирования, порождает ряд серьёзных теоретико-методологических вопросов, среди которых приоритетные позиции занимают фундаментальные вопросы определения и полноты сценариев, их репрезентативности, правдоподобности, осуществимости в современных условиях, характеризующихся беспрецедентной степенью неопределенности, нестабильности, неоднозначности и сложности. Ответы на подобные вопросы помогут не только внести ясность в понятийный аппарат сценарного анализа и выйти на новый уровень качества и эффективности его методического обеспечения, но и позволят обеспечить новый уровень качества стратегических решений.

Объектом диссертационного исследования является процесс стратегического планирования, включающий решение задач целеполагания, прогнозирования, позиционирования и обоснования стратегий.

Предмет исследования – система используемых в процессе стратегического планирования принципов, подходов и методов построения и анализа сценариев.

Целью диссертационного исследования является разработка такого подхода и соответствующей ему системы принципов и методов сценарного анализа, которые бы позволили строить эффективный процесс стратегического планирования бизнеса даже в условиях нестабильности, неопределённости, сложности и неоднозначности его окружения как на макро, так и на микроуровне. В качестве рабочей гипотезы сформулировано предположение о том, что качество стратегического планирования можно существенно повысить, если при разработке сценариев развития условий бизнеса не просто принимать во внимание вероятность возникновения

определенных событий и опираться на регрессионные модели, а комплексно рассматривать эволюцию их контекста для генерации и распознавания возможных картин будущего бизнеса.

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие **задачи исследования:**

- Уточнить понятие сценария, исходя из его роли и места в современном стратегическом процессе;
- Доказать инструментальную роль сценарного подхода в разрешении главной проблемы стратегического планирования – стратегического парадокса;
- Сформулировать обоснованные принципы разработки сценариев в условиях нестабильности, неопределённости, сложности и неоднозначности стратегического контекста бизнеса;
- Доказать несостоятельность в современных условиях традиционных методов прогнозирования в обеспечении достоверной области определения сценариев;
- Обосновать необходимость учета наследственности и изменчивости социально-экономических тенденций при разработке сценариев ввиду ограниченности современных методов причинно-следственного анализа;
- Разработать концептуальные положения и методическое обеспечение эволюционно-контекстного подхода к сценарному анализу в процессе стратегического планирования.

Область исследования соответствует паспорту научной специальности 5.2.6 «Менеджмент».

Направления исследования в соответствии с научной специальностью:

- Управление экономическими системами, принципы, формы и методы его осуществления. Теория и методология управления изменениями в экономических системах (п.4);

- Разработка теории и методов принятия решений в экономических и социальных системах. Системы искусственного интеллекта для поддержки принятия управленческих решений (п.5);
- Стратегический менеджмент, методы и формы его осуществления. Бизнес-модели организации. Корпоративные стратегии. Стратегические ресурсы и организационные способности фирмы. (п.14);
- Управление данными в организации. Применение методов искусственного интеллекта и «больших данных» в менеджменте (п.27).

Теоретико-методологическую основу исследования составили научные труды отечественных и зарубежных ученых, развивающих положения теории и практики применения сценарного анализа в рамках процесса разработки и принятия стратегических решений в социально-экономических системах.

В ходе исследования применялись как **научные**, так и **специальные методы**. Среди научных методов использовались: методы формализации, индукции, дедукции, синтеза, анализа. Среди специальных методов применялись: экономико-математическое моделирование, машинное обучение, сценарный анализ, модели рекуррентных нейронных сетей.

Информационную базу исследования составили научные труды российских и зарубежных ученых; нормативные правовые акты Российской Федерации; материалы официальных сайтов Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации, ЦБ Российской Федерации, Министерства финансов Российской Федерации, Федеральной резервной системы США; отчеты ведущих международных аналитических и консалтинговых агентств; материалы научных конференций и семинаров; публикации в периодических изданиях и сети Интернет; результаты исследований и расчетов, выполненных лично диссертантом.

Научная новизна диссертационного исследования состоит в обосновании необходимости и возможности создания такого методического

аппарата сценарного анализа и планирования, который бы учитывал одновременно и эволюцию области планирования, и её текущий контекст.

На защиту выносятся следующие положения:

1) Уточнено понятие «сценария», как альтернативных вариантов развития событий в будущем, разрабатываемых для обеспечения качества стратегии путем снижения степени её неопределенности, основанных на: 1) анализе их эволюции на рассматриваемом горизонте их истории и планирования; 2) интерпретации их современного контекста; 3) установлении взаимозависимости определенных событий, отражающих вектор изменения внешней среды. (стр.18)

2) Обоснована инструментальная роль стратегических сценариев в преодолении стратегического парадокса — необходимостью принимать обязательства на будущее, о котором мало что известно. Утверждается, что с помощью стратегических сценариев можно и необходимо анализировать и эволюцию событий, и их контекст, а затем на этой основе определять адекватные стратегические намерения (§ 1.2).

3) Предложены принципы разработки сценариев в условиях нестабильности, неопределённости, сложности и неоднозначности стратегического контекста бизнеса. Показано, что при разработке сценариев в таких условиях должны быть органично увязаны между собой и история процесса, как предтеча будущих событий, и влияние на эту историю текущего стратегического контекста бизнеса, в рамках которого проектируются события (§ 1.3; 2.1).

4) Определены необходимость и возможность учета наследственности и изменчивости социально-экономических тенденций при разработке стратегических сценариев. Концепция разработки сценариев на основе имплементации принципа «наше будущее определяется действием факторов в настоящем» предполагает: 1) деление всех параметров картины будущего на зависимые и независимые переменные; 2) понимание причинно-следственных связей между независимыми и зависимыми переменными; 3)

наблюдаемость независимых и изменяемость зависимых переменных. В стабильных условиях с предсказуемой социально-экономической динамикой подобные факторные модели реальности позволяли получать весьма точные прогнозы и строить реалистичные сценарии. В современных условиях эта концепция не является безупречной. То, что раньше казалось следствием, сегодня вполне может оказаться причиной. (§ 2.3)

5) Разработано методическое обеспечение эволюционно-контекстного подхода к проведению сценарного анализа и планирования. Показано, как модели искусственных нейронных сетей могут быть обучены для адекватного распознавания как простого ситуационного контекста типа предшествующих событий, так и сложного, в котором важна динамика всего множества фоновых факторов и обстоятельств событий. Это позволяет обозначить ряд возможных сценариев будущего, что существенно повышает качество разрабатываемых стратегий. (§ 3.3)

Практическая значимость полученных результатов заключается в том, что разработанный метод представляется универсальным и может использоваться различными организациями в процессе стратегического планирования. Эволюционно-контекстный сценарный анализ при помощи искусственных нейронных сетей с долгой краткосрочной памятью способствует повышению качества разрабатываемой стратегии. Разработанный метод делает стратегию более устойчивой к изменениям, внешним шокам, которые присутствуют в современных условиях ведения бизнеса в России. Особый интерес это представляет в контексте разрабатываемых в нашей стране, например, стратегий (программ) развития малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации на период до 2030 года (распоряжение Правительства РФ от 2 июня 2016 г. № 1083-р)⁵ или стратегий социально-экономического развития субъектов Российской

⁵ Распоряжение Правительства РФ от 2 июня 2016 г. № 1083-р. [Электронный ресурс]. URL: <http://static.government.ru/media/files/jFDd9wbAbApXgEiHNaXHveytq7hfPO96.pdf> (дата обращения: 10.06.2025).

Федерации (Федеральный закон от 28.06.2014 № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации»)⁶.

Теоретическая значимость диссертационного исследования заключается в том, что разработанный эволюционно-контекстный подход и соответствующая ему система принципов и методов сценарного обеспечения процесса стратегического планирования бизнеса в новых условиях вносят вклад в развитие ряда научных областей, таких как теория стратегического менеджмента, теория принятия управленческих решений, эконометрика. Совершенствование методологии стратегического планирования бизнеса на основе эволюционно-контекстных сценариев дополняет инструментарий стратегического анализа путем интегрирования эволюционной динамики факторов, характеризующих контекст деловой среды, а также расширяет совокупность методов прогнозирования, включая анализ нелинейных трендов и контекстуальной динамики при разработке сценариев.

Апробация результатов работы. Апробация результатов исследования на различных этапах проходила посредством публикаций статей в научных журналах, участием и выступлением с научными докладами на международных конференциях и всероссийских научных и научно-практических конференциях, а также на научных семинарах РУДН. Среди них: международная научная конференция «Новые тенденции и проблемы в теории и практике управления». Москва, РУДН, 2019 г.; студенческая научная конференция «Менеджер VS. Искусственный интеллект: вместо или вместе? Москва, РУДН, 2020 г.; XXIX Всероссийские чтения студентов, аспирантов, молодых ученых с международным участием «XXI век: гуманитарные и социально-экономические науки» г. Тула, 15-16.04.2020; научно-практическая конференция «Мировые тенденции и перспективы развития инновационной экономики». on-line (видеоконференция в MS Teams), 2021 г.; «Евразийский

⁶ Федеральный закон "О стратегическом планировании в Российской Федерации" от 28.06.2014 № 172-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: <http://static.government.ru/media/files/jFDd9wbAbApXgEiHNaXHveytq7hfPO96.pdf> (дата обращения: 10.06.2025).

аналитический форум», Москва, РУДН, 09.11.2021 г.; международный форум «Экономика развивающихся рынков», Москва, РУДН, 17-18.11.2021 г.; шестая международная конференция «Управление бизнесом в цифровой экономике», Санкт-Петербург, СпбГУ, 23-24.03.23 г. Результаты диссертационной работы включены в Отчет о научно-исследовательской работе кафедры менеджмента экономического факультета РУДН.

По теме диссертации опубликовано 8 работ общим объемом 4,5 п.л., включая: 5 работ, опубликованных в рецензируемых изданиях Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации.

Структура и объем работы. Диссертационное исследование состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованных источников, приложений. Общий объем диссертации составляет 170 страниц машинописного текста, в работе приведено 44 иллюстрации, в том числе 38 рисунков и 6 таблиц.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЦЕНАРНОГО ПОДХОДА В ТЕОРИИ И ПРАКТИКЕ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

1.1 Роль и место сценарного подхода в стратегическом процессе

За время своего существования концепция сценарного подхода в процессе стратегического планирования претерпевала неоднократные изменения, что позволило некоторым авторам даже назвать многообразие представленных в этой области идей «методологическим хаосом»⁷. Действительно, в научной литературе отражены многочисленные, и порой противоречивые определения, характеристики, методологические представления о сценарном подходе.

Ряд исследователей, в том числе, например М.Годе, А.Хаки, Д.Х.Мейсон, Д.Г.Симпсон, Д.Райт, полагают, что понятие сценария и методы сценарного планирования не могут быть определены чётко.

Д.Х.Мейсон утверждает, что термин «сценарий» стал столь же нечетким, как и термин «стратегия»⁸. Д.Г.Симпсон указывает на то, что этот термин выявляет «все виды расплывчатых и слабо определенных концепций»⁹, вследствие чего, по мнению А. Хаки, сценарии есть не что иное как отражение методологической путаницы¹⁰. С.Миллетт также называет «путаницу в определениях и методах сценариев» основной проблемой данного подхода¹¹.

Первым, кто дал определение понятию «сценарий», по всей видимости был Г.Кан. Согласно его утверждению «сценарии — это потенциальные

⁷ Bradfield, R. M., Wright, G., Burt, G., Cairns, G., & van der Heijden, K. The origins and evolution of scenario techniques in long range planning. *Futures*, 2005, vol. 37, no. 8, pp. 795–812.

⁸ Mason, D. H. Scenario-based planning: decision models for the learning organisation. *Planning Review*, March/April, 1994, pp. 7–12.

⁹ Simpson, D. G. Key lessons for adopting scenario planning in diversified companies. *Planning Review*, 1992, vol. 20, no. 3, pp. 10–48.

¹⁰ Khakee A. Scenario construction for urban planning. *International Journal of Management Science*, 1991, 19 (5), pp. 459–469.

¹¹ Millett, S. The future of scenarios: challenges and opportunities. *Strategy and Leadership*, 2003, 31 (2), pp. 16–24.

последовательности событий, подготовленные для выявления случайных процессов и связанных с ними проблем принятия решений». Сценарии показывают, как некоторые гипотетические события будут формироваться, а также какие есть возможности для смены направления или наоборот – для поддержания хода этих событий¹². На наш взгляд, данное определение учитывает только эволюционный аспект определенных событий. Вместе с тем, очевидно, что для планирования этого далеко недостаточно, поскольку то, что было в прошлом, совсем необязательно произойдет и в будущем. Экстраполировать определённую последовательность данных на будущее без привязки к контексту, в котором они эволюционируют, представляется ошибочным.

Так по мнению М.Портера, сценарий представляет собой «внутренне непротиворечивый взгляд на то, чем может обернуться будущее»¹³. П.Шварц предлагает считать сценарий «неким инструментом для упорядочивания представлений об альтернативных будущих условиях, в которых решение может быть верным образом реализовано»¹⁴. Данные определения также вызывают больше вопросов, нежели дают конкретные ответы на то, что из себя представляет сценарий. В частности, в определении М.Портера вообще отсутствует суть, непонятным остается, чей взгляд и на основе чего делается вывод о том, каким будет будущее. П.Шварц также не поясняет, инструментом чего является сценарий, более того, на наш взгляд, сценарий — это элемент сценарного планирования, которое в свою очередь является инструментом стратегического планирования.

Основатель теории игр Дж. Фон Нейман дает следующее определение: «сценарий — это последовательность эпизодов, которые упорядочены во времени и логическим образом связаны друг с другом причинно-

¹² Kahn, H., Wiener, A. J. The Year 2000: A Framework for Speculation on the Next Thirty-Three Years. New York: The Macmillan Co., 1967. 431 p.

¹³ Porter, M. Competitive Advantage. New York: Free Press, 1985, 558 p.

¹⁴ Schwartz, P. The art of long view: Planning for the future in an uncertain world. England: Wiley, 1998. 288 p.

следственными связями»¹⁵. Действительно, сценарии описывают определенные события, происходящие на горизонте какого-то времени, они действительно имеют причинно-следственную связь, однако, в современных условиях достаточно трудно определить, что в совокупности факторов, определяющих динамику происходящих событий, является причиной, а что следствием. Так, например, трудно однозначно судить, что считать причиной, а что следствием в паре мировых цен на нефть и ставкой ФРС США.

Л.Фейи и Р.М.Рэндалл утверждают, что сценарии представляют из себя «проекции потенциального будущего». Они являются особой комбинацией вероятных предположений и событий в отношении будущего. Однако, они отмечают, что под сценариями не стоит подразумевать некие прогнозы о будущих явлениях, это в большей степени только мнение о будущем, которое выстраивается, исходя из логических предположений¹⁶. Данное определение выглядит достаточно противоречивым и парадоксальным, так как сценарии называются проекциями, но не прогнозом. Если это проекция прошлого на будущее, то это указывает на то, что они предлагают экстраполировать имеющиеся данные, не учитывая при этом контекст и предполагая явный детерминизм будущего, что по своей сути и является прогнозом.

Сценарий, по мнению Дж.Джонсона, К.Скоулза и Р.Уиттингтона, является детальной и надежной оценкой того, как может развиваться бизнес-среда компании в перспективе, опираясь на доступную информацию относительно степени влияния основных факторов неопределенности на деятельность компании¹⁷. В данном определении проявляется другая крайность, здесь учитывается контекст, то есть идентификация факторов, вызывающих неопределенность и их оценка, однако, игнорируется

¹⁵ Neumann, J. von. Zur Theorie der Gesellschaftsspiele. Mathematische Annalen, 1928, 100, pp. 295–320.

¹⁶ Fahey, L., Randall, R. M. Learning from the Future. Competitive Foresight Scenarios. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1998. pp. 81–108

¹⁷ Johnson, G., Scholes, K., Whittington, R. Podstawy strategii. Warszawa: PWE, 2010. 50 p.

исторический аспект процесса, т.е. эволюция событий, которая привела к современному контексту.

Немецкие исследователи А.Хайнеке и М.Швагер считают, что «сценарии — это альтернативные, правдоподобные и непротиворечивые картины будущего, состоящие из логически соответствующих предпосылок и описания путей развития возможных вариантов будущего, построенных на настоящей ситуации». Они также отмечают, что сценарии не являются прогнозами, так как в них не учитываются степень вероятности наступления того или иного события¹⁸. Редкое определение, в котором отдаленно прослеживается и эволюционный, и контекстный аспекты сценариев. Однако, есть недопонимание, как определять «картину будущего». Если под «картинами будущего» подразумевается последовательность событий, начинающаяся в настоящем и заканчивающаяся в какой-то момент в будущем, то сценарий — это последовательность событий в развитии, опосредованная историей и контекстом, у неё должно быть начало и конец. Просто говорить о будущем нельзя, так как в этом случае исчезает горизонт планирования.

Таким образом, сценарий не включает ни прогнозирования, ни предсказания, не является видением, то есть желаемым будущим, а представляет собой форму исследования, которая может быть использована для выявления будущих возможностей¹⁹. Другими словами, это обоснованные истории о том, как контекст может разворачиваться с течением времени, и эти истории состоят из следующего:

- Анализ эволюции определенных событий на некотором горизонте времени;
- Интерпретация текущих событий и их распространение на вероятное будущее;

¹⁸ Heinecke, A. and Schwager, M. Die szenario-technik als instrument der strategischen planung. Braunschweig, Germany, 1995. pp. 31–49

¹⁹ Burt, G., Wright, G., Bradfield, R., Cairns, G., & Van der Heijden, K. The Role of Scenario Planning in Exploring the Environment in View of the Limitations of PEST and Its Derivatives. International Studies of Management & Organization, 2006, 36(3), pp. 50–76.

- Описание альтернативных и возможных будущих событий, и конечных состояний на горизонте года и более в зависимости от рассмотренных предположений относительно того, что может произойти;
- Внутренне согласованные отчеты о том, как разворачиваются альтернативные картины будущего²⁰.

По мнению автора, наиболее удачно показать отличительные черты сценария от прогноза и видения получилось у М.Линдгрена и Х.Бандхольда. (Таблица 1.1)

Таблица 1.1 – Различия между сценарием, прогнозом и видением²¹

<i>Сценарий</i>	<i>Прогноз</i>	<i>Видение</i>
Будущее представляется возможным	Будущее кажется вероятным	Будущее является желаемым
Основан на неопределенности	Строится на определенных связях	Основано на ценности
Отражает риски	Скрывает риски	Скрывает риски

Первая и, возможно, самая важная характеристика сценариев заключается в том, что они являются гипотетическими, т.е. предположениями о том, что может произойти в будущем. Но, поскольку будущее неизвестно, никакой сценарий, который бы мы ни разработали, не будет разворачиваться так, как это сначала предполагалось. Сценарий надо скорее представлять, как черновик или набросок гипотетического будущего. Цель же его разработки

²⁰ Lindgren, M., Bandhold, H. Scenario Planning: The Link between Future and Strategy. Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2003. 179 p.

²¹ Lindgren, M., Bandhold, H. Scenario Planning: The Link between Future and Strategy. Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2003. 179 p.

состоит в том, чтобы выделить «точки разветвления» будущего и подчеркнуть, какие факторы определяют одно направление, а какие другое. Сценарии, пожалуй, наиболее полезны для оценки альтернативных образов различных возможных картин будущего.

Особый взгляд на сущность сценария предложила С.Грюв. Она считает, что сценарии могут быть лучше поняты в ретроспективе, в обратном направлении от уже поставленной цели. Этот процесс представляет собой как бы развертывание всего арсенала возможных современных вариантов действий с целью достижения целей в будущем²².

Если это визуализировать, то мы получим «перевернутую сценарную воронку». (Рисунок 1.1)

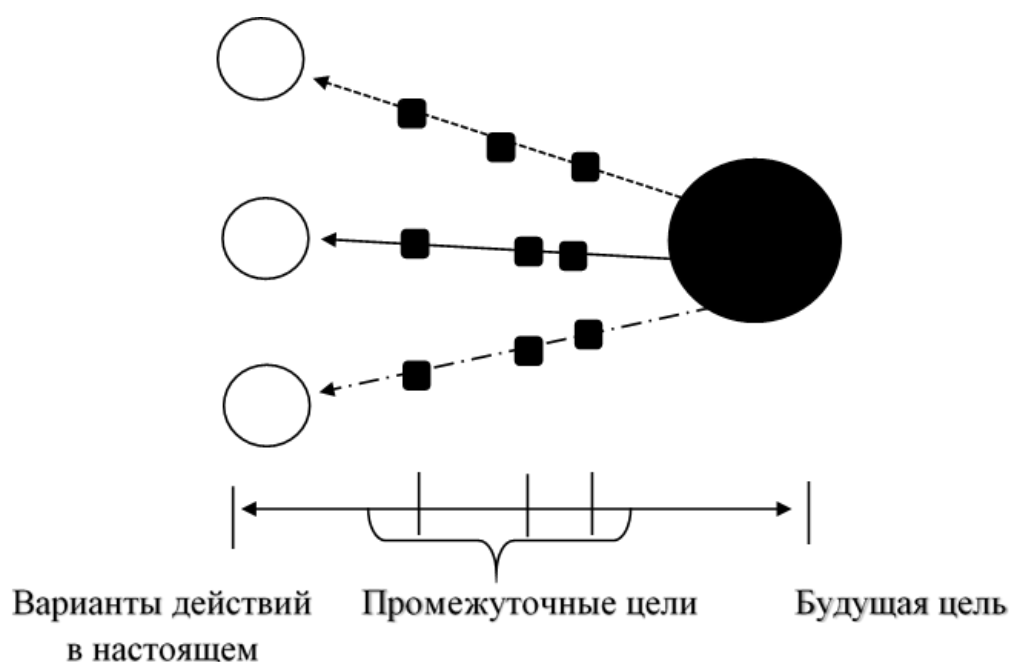


Рисунок 1.1 – Ретроспективная воронка сценариев²³

²² Greeuw, S. C. H. et al. Cloudy Crystal Balls: An assessment of recent European and global Scenario studies and Models. Copenhagen: European Environment Agency (Environmental issues series 17), 2000. 116 p.

²³ Greeuw, S. C. H. et al. Cloudy Crystal Balls: An assessment of recent European and global Scenario studies and Models. Copenhagen: European Environment Agency (Environmental issues series 17), 2000. 116 p.

«Реализация цели разбивается на множество отдельных шагов и промежуточных целей, которые, в свою очередь, определяют сроки, в которые должны быть выполнены конкретные задачи»²⁴.

Недостатком такого подхода видится тот факт, что ряд неопределенностей будет игнорироваться. При таком подходе, сценарий, по сути, сопоставляется со стратегией, то есть представляет собой план действий по достижению поставленной цели и игнорируется, что будущее не основывается на наших желаниях и целях, оно не зависит от них. Можно наметить ориентир и пойти от обратного, как и предлагает С.Грюв, но мы не можем игнорировать степень неопределенности деловой среды, усиливающуюся с течением времени.

Подходы разных авторов к определению понятия «сценарий» отражают различные способы идентификации возможных вариантов будущего, но, к сожалению, все они игнорируют ряд принципиальных аспектов.

Для устранения этого упущения в науке, мы предлагаем под сценариями понимать альтернативные варианты развития событий в будущем, разрабатываемые для обеспечения качества стратегии путем снижения степени её неопределенности, основанные на: 1) анализе их эволюции на рассматриваемом горизонте их истории и планирования; 2) интерпретации их современного контекста; 3) установлении взаимозависимости определенных событий, отражающих вектор изменения внешней среды. Такие сценарии правильно будет называть эволюционно-контекстными.

Другим дискуссионным вопросом сценарного подхода остается вопрос о числе вариантов сценариев, которые необходимо разработать, чтобы максимально снизить неопределенность будущего.

Так Г.Рингланд описал опыт использования двух, трех и четырех сценариев в Royal Dutch Shell. Два сценария вылились в две очень разные и достоверные сюжетные линии. Это не обязательно было одно желаемое

²⁴ Zwick, M.M. Risiko - und Technikakzeptanz. Berlin, Heidelberg: Springer, 1997. 203 p.

будущее и одно нежелательное. Три сценария привели к убеждению, что один из них является прогнозируемым или предпочтительным вариантом. Четыре сценария привели к расхождению во взглядах на будущее²⁵. Согласно анализу Г.Рингланда, кажется, что наиболее предпочтительным является наличие 4 сценариев.

А.Де Геус отдавал предпочтение двум сценариям. Он указывал на то, что использование трех сценариев может привести к выбору «среднего варианта» в качестве компромисса между крайностями, представленными двумя другими. Напротив, два сценария стимулируют лиц, принимающих решения, выбирать между двумя вероятными вариантами будущего²⁶.

Нам представляется, что сценариев должно быть 4 и более. Можно согласиться с Г.Рингландом в том, что четыре сценария приводят к расхождению во взглядах на будущее, что, собственно, и указывает, что разработка сценариев осуществляется верно. В таком случае рассматриваются действительно разные варианты будущего, способствующие избеганию группового мышления. Трех сценариев мало из-за проблемы, описанной А.Де Геусом, что использование трех сценариев может привести к выбору «среднего варианта» в качестве компромисса между крайностями, представленными двумя другими. Два сценария представляются двумя крайностями, не способными снизить степень неопределенности будущего должным образом. П.Дюранс и М.Годэ рекомендуют разрабатывать сценарии на основе четырех-шести фундаментальных гипотез, потому что в противном случае количество возможных комбинаций будет огромным²⁷.

Стоит обратить внимание на весьма распространенную фундаментальную ошибку: во многих исследованиях предлагается выделять 3 возможных сценария и классифицировать их как оптимистичный,

²⁵ Ringland, G. Scenario planning; Managing for the future. Chichester, England: John Wiley & Sons, Ltd., 1998. 422 p.

²⁶ De Geus, A. The living company. Boston: Harvard Business School Press, 1997. 215 p.

²⁷ Durance, P., Godet, M. Scenario building: uses and abuses. Technological Forecasting and Social Change, 2010, 77, pp. 1488–1492.

реалистичный, пессимистичный. Такой подход отстаивает, в частности, П.Шваб²⁸. Ошибочность такого подхода заключается в том, что, по сути, речь идет о разных состояниях одной и той же цепочки событий, а не различных картинах будущего. Это не 3 сценария, это 3 вариации одного сценария.

На наш взгляд, прав П.Шумейкер, заявляющий, что сценарии должны быть «архетипическими». Иными словами, они должны описывать в целом разные варианты будущего, а не вариации на одну тему²⁹.

В свою очередь, наличие трех сценариев выглядит сомнительным, о чем говорит М.Годэ, который отмечает, что по мере того, как мы смотрим в будущее, количество возможных путей его развития экспоненциально растет.³⁰

В этой связи интересным представляется рассмотрение так называемой «модели воронки», зарекомендовавшей себя как средство иллюстрации неопределенности и множественности будущего и возможности его предвосхищения с помощью сценариев. (Рисунок 1.2)

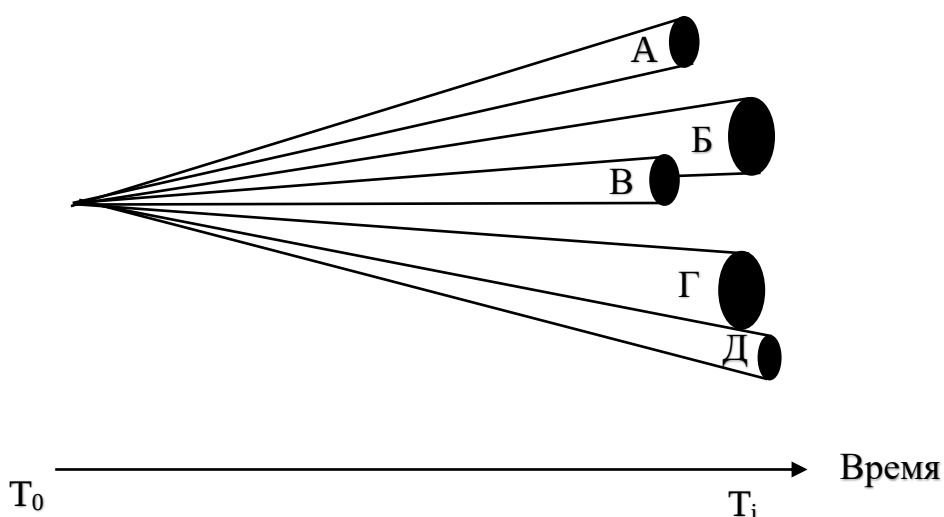


Рисунок 1.2 - Воронкообразный диапазон возможного развития отдельных факторов³¹

²⁸ Schwab, P., Cerutti, F., von Reibnitz, U.H. Foresight – using scenarios to shape the future of agricultural research. Foresight, 2003, 5, pp. 55–61.

²⁹ Shoemaker, P. J. H. Scenario planning: A tool for strategic thinking. Sloan Management Review, 1995, 37 (2), pp. 25–40.

³⁰ Godet, M. From forecasting to 'La Prospective': A new way of looking at futures. Journal of Forecasting, 1982, 1 (3), pp. 293–301.

³¹ Kosow, H., Gaßner, R. Methods of Future and Scenario Analysis: Overview, Assessment, and Selection Criteria. 2008. 133 p.

Основная идея этой модели заключается в том, что чем дальше мы смотрим с настоящего момента в будущее, тем больше увеличивается количество возможных вариантов развития событий. Таким образом, возникает расширяющееся пространство возможных сценариев, а не просто единственное возможное будущее.

Если смотреть из настоящего в будущее, диапазон возможных изменений со стороны отдельных аспектов или факторов - в данном случае факторов от «А» до «Д», становится все больше. Образно говоря, «воронка» различных характеристик открывается для каждого индивидуально наблюдаемого аспекта будущего, на что указывают растущие сечения с течением времени.

Взятые вместе, все эти индивидуальные «воронки факторов» образуют общее пространство совместных возможных вариантов будущего для всех этих аспектов. В области сценарных методов принято говорить о «размахе» сценарной воронки (Рисунок 1.3).

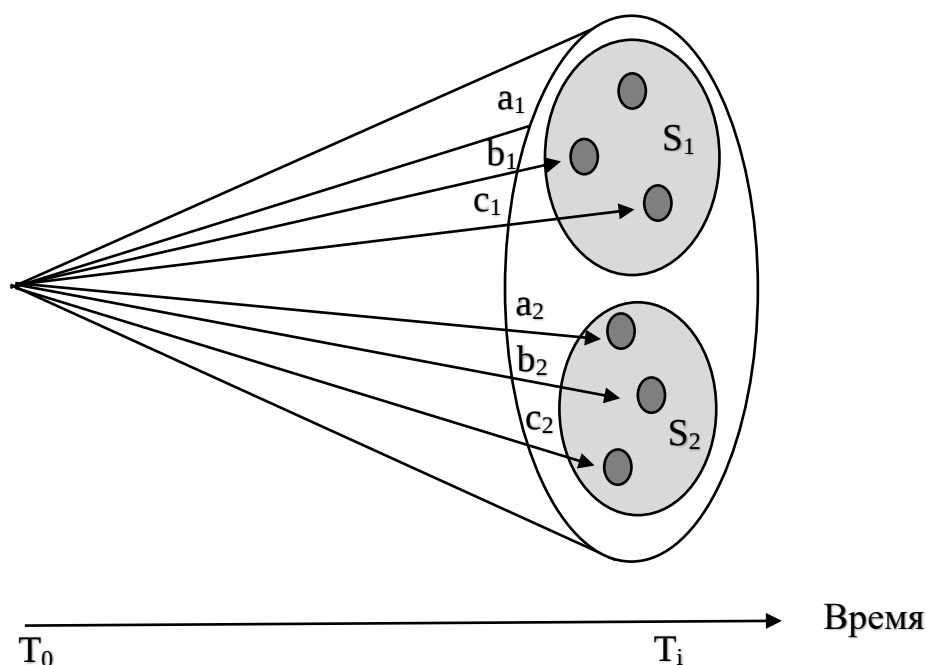


Рисунок 1.3 - Воронка сценариев³²

³² Kosow, H., Gaßner, R. Methods of Future and Scenario Analysis: Overview, Assessment, and Selection Criteria. 2008. 133 p.

Эта перспектива бесконечно расширяющегося пространства возможных будущих вариантов является основной отличительной характеристикой сценарных методов стратегического планирования.

Внешние границы воронки символизируют диапазон будущих разработок, которые не рассматриваются, например, потому, что эти разработки считаются невозможными. В области методологии сценария для наблюдения выбирается конкретный будущий момент времени на этой воронке сценария (сечение в момент времени T_i). Затем используются различные сценарии - здесь S_1 и S_2 - для изображения пространства, в котором могут разворачиваться возможные события. С этой целью для каждого сценария выбираются вероятные значения развития событий для ряда факторов, которые впоследствии трансформируются в более крупные сценарии. На рисунке 1.3 эти события отмечены, как a_1 , b_1 , c_1 для сценария S_1 , и a_2 , b_2 и c_2 для сценария S_2 .

В англоязычной литературе понятия сценарного планирования и сценарного анализа отождествляются, по сути, их считают синонимами. Также встречаются такие термины, как «сценарное мышление», «сценарные техники», «сценарный подход». Зарубежные ученые не разделяют данные понятия, зачастую, излагая свои идеи, используют 2–3 термина для описания одного и того же инструмента.

Так по мнению Г.Рингланда, сценарное планирование — это «та часть стратегического планирования, которая относится к инструментам и технологиям для управления неопределенностями будущего»³³. Действительно, сценарное планирование выступает инструментом стратегического планирования, однако, «управлять неопределенностью» невозможно, ее при помощи сценарного планирования можно только снизить.

П.Шварц определяет сценарное планирование как «принятие решений сегодня с пониманием того, чем они могут обернуться. Сценарное

³³ Ringland, G. Scenario planning; Managing for the future. Chichester, England: John Wiley & Sons, Ltd., 1998. 422 p.

планирование — это инструмент для упорядочивания представлений об альтернативных будущих средах, в которых могут быть реализованы решения»³⁴. Можно согласиться с мнением П.Шварца, что сценарное планирование является инструментом упорядочивания неких взглядов на альтернативные возможные варианты будущего, однако, само по себе оно не выступает в качестве способа принятия решений.

П.Шумейкер под сценарным планированием подразумевает «дисциплинированный метод для представления возможных вариантов будущего, который компании применяют к большому кругу вопросов»³⁵. У П.Шумейкера получилось достаточное общее представление, не отражающее сути данного инструмента, его назначения, взаимосвязи со стратегическим планированием.

Г.Петерсон с соавторами считает, что сценарное планирование лучше всего подходит для систем, которым присуща большая неопределенность, которую невозможно контролировать, тогда как в других случаях подходящими ответами могут быть оптимальный контроль, хеджирование или адаптивное управление (Рисунок 1.4)³⁶.

³⁴ Schwartz, P. The art of long view: Planning for the future in an uncertain world. England: Wiley, 1998. 288 p.

³⁵ Shoemaker, P. J. H. Scenario planning: A tool for strategic thinking. Sloan Management Review, 1995, 37 (2), pp. 25-40.

³⁶ Peterson, G.D., Cumming, G.S., Carpenter, S.R. Scenario planning: a tool for conservation in an uncertain world. Conserv. Biol., 2003, 17, pp. 358–366.

Рисунок 1.4 – Матрица Неопределенность / Управляемость³⁷

М.Линдгрэн и Х.Бандхольд попытались сопоставить и показать характерные различия традиционного и сценарного планирования. (Таблица 1.2)

Таблица 1.2 - Сопоставление методов традиционного и сценарного планирования³⁸

Характеристика	Традиционное планирование	Сценарное планирование
Переменные величины	Количественные, объективные, известные	Качественные, необязательно количественные, субъективные, известные или скрытые
Объяснение	Прошлое объясняет настоящее	Будущее является смыслом существования настоящего
Картина будущего	Детерминирована	Неопределенная

³⁷ Peterson, G.D., Cumming, G.S., Carpenter, S.R. Scenario planning: a tool for conservation in an uncertain world. Conserv. Biol., 2003, 17, pp. 358–366.

³⁸ Lindgren, M., Bandhold, H. Scenario Planning: The Link between Future and Strategy. Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2003. 179 p.

Как мы видим, есть некоторые существенные различия между сценарным планированием, где центральным звеном являются сценарии, и традиционным стратегическим планированием, одним из инструментов которого являются прогнозы. Прогнозы представляются очень полезным инструментом в предсказуемых средах, где есть незначительные колебания в отрасли. Однако, когда горизонт становится неопределенным, эта концепция становится проблематичной. В прогнозах не учитываются уникальные события. Вместо этого они основаны на исторических и настоящих данных, чтобы предсказать будущее. Иногда в прогнозах стараются включать неопределенности при анализе будущего, создавая верхнюю, нижнюю и среднюю границы, которые называются прогнозами наихудшего, среднего и лучшего случая. Тем не менее, этот метод не всегда отражает будущее³⁹.

Еще одно существенное различие заключается в том, что прогнозы ограничивают способность компаний адаптироваться к изменениям окружающей среды. Сценарное планирование, с другой стороны, подготавливает компании к изменениям в окружающей среде и, таким образом, повышает их гибкость⁴⁰. Кроме того, прогнозы сводят все виды информации в простую обобщенную форму. Это очень хорошо для операционных целей, но недостаточно для разработки стратегии. Напротив, сценарии предоставляют аналитикам обширную и подробную информацию. Это, в свою очередь, увеличивает шансы на принятие правильных решений⁴¹.

С другой стороны, с позицией М.Линдгрена и Х.Банхольда можно легко не согласиться, так как и традиционное (не очень понятно, что под этим имеется в виду) планирование оперирует не только количественными и не только известными переменными, но и скрытыми. Например, описание

³⁹ Van der Heijden, K. Scenarios - The art of strategic conversation. 2nd ed. West Sussex, England: John Wiley & sons ltd, 2005. 384 p.

⁴⁰ Wiltbank, R. et al. What to do next? The case for non-predictive strategy. *Strategic management journal*, 2006, 27, pp. 981–998.

⁴¹ Van der Heijden, K. Scenarios - The art of strategic conversation. 2nd ed. West Sussex, England: John Wiley & sons ltd, 2005. 384 p.

динамики целевой переменной моделью авторегрессии есть ничто иное, как учет скрытых неизвестных параметров.

В русскоязычной литературе встречаются работы, где различают понятия сценарного планирования и сценарного анализа. Так, например, в работе Т.В.Лаевой сценарное планирование характеризуется как один из основных способов долгосрочного планирования, а сценарный анализ определяется как основной инструмент непосредственно сценарного планирования. Сценарный анализ позволяет выработать множество подробных предположений о будущих событиях, наступление которых с прогнозируемой вероятностью может способствовать достижению желаемого или планируемого конечного состояния⁴².

Нам представляется, что такое определение в большей степени подошло бы термину «стратегия», но никак не сценарному анализу или сценарному планированию, так как альтернативные картины будущего складываются, не основываясь на наших планах, на наших желаемых конечных состояниях.

Считаем все же, что не следует разграничивать понятия сценарного планирования и сценарного анализа, чтобы не создавать предпосылок для еще большего «методологического хаоса» в этой области, и, считая их тождественными, определять как специфический инструмент стратегического планирования, элементами которого выступают сценарии, позволяющие обозначить возможные состояния будущего контекста, в котором может быть реализована разрабатываемая стратегия, позволяющий минимизировать её уязвимость к различного рода неопределенности и максимизировать адаптационные возможности.

Таким образом, причины использовать сценарный подход в процессе разработки стратегии возникают, как только контексту принятия решений становится присуща значительная неопределенность. В отсутствие неопределенности разработка сценариев не имеет смысла, а стратегию можно

⁴² Лаева, Т.В. Сценарный анализ как основа стратегического планирования в организации. Менеджмент в России и за рубежом, 2006, №2. - С. 56–63.

разрабатывать с помощью классических инструментов позиционирования, целеполагания и планирования. Вопрос заключается в том, насколько это будет эффективно в современной так называемой VUCA-реальности⁴³. Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо понять какие возможности открывает сценарный подход в стратегическом процессе по преодолению стратегического парадокса.

1.2 Сценарий как инструмент преодоления стратегического парадокса

Стратегический парадокс всегда был и остаётся своеобразным «проклятием» процесса стратегического планирования. Процесс стратегического планирования предполагается начинать с видения, с представления объекта планирования в некотором будущем, к которому необходимо спроектировать траекторию развития объекта управления из его текущего состояния. Однако, неопределенность будущего делает само такое видение весьма условным и неоднозначным, не говоря уже о представлении путей продвижения к нему. (Рисунок 1.5)

⁴³ VUCA - это аббревиатура, описывающая современную бизнес-среду как среду, характеризующуюся нестабильностью (Volatility), неопределенностью (Uncertainty), сложностью (Complexity) и неоднозначностью (Ambiguity) состояния и развития. Этот термин отражает динамично меняющийся и сложный мир, где традиционные подходы к управлению и планированию могут быть неэффективными.

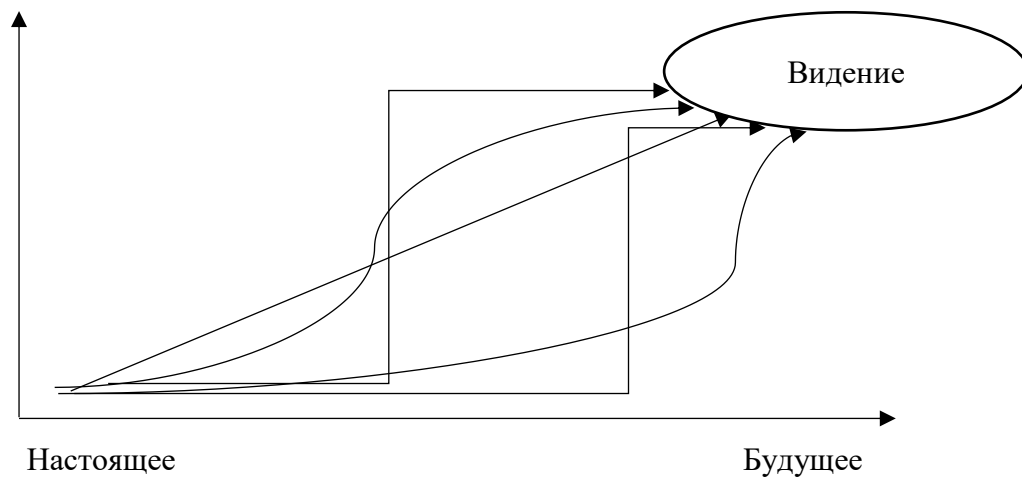


Рисунок 1.5 – Схема стратегического процесса⁴⁴

Сегодня на практике стратегии чаще всего строятся на основе предположения о том, что будущее среды, в которой находится объект планирования, так или иначе детерминировано, а значит и предсказуемо, хотя, на самом деле это вовсе не так. Разработанные в рамках такого подхода стратегии, как правило, исключают возможность их адаптации при условии, что будущее оказывается иным, нежели представлялось ранее. Это приводит к стратегическому парадоксу, который заключается в том, что стремление к выдающимся результатам, несет в себе зародыш сокрушительного поражения.

Другими словами, действия, увеличивающие вероятность успеха бизнеса, могут в той же степени привести к банкротству. Примеров подобного развития событий в реальной жизни очень много. Достаточно вспомнить истории таких компьютерных брендов как Wang и Sinclair, которые в 70-80-е годы прошлого века занимали безусловное доминирующее положение на рынке офисных ЭВМ и домашних программируемых вычислительных консолей. Видимо уверенность в том, что именно те технологические решения, которые были в основе их компьютеров и являются доминирующим трендом развития не позволили им спроектировать сценарии именно того будущего, к которому следует готовиться. К концу 80-х годов их место на рынке было занято другими.

⁴⁴ Минцберг, Г., Куинн, Дж. Б., Гошал, С. Стратегический процесс; пер. с англ. СПб: Питер, 2001. - 688 с.

Чтобы лучше понять это, рассмотрим два компонента стратегии:

- **Приверженность.** Успешная стратегия требует полной приверженности, чтобы получить максимальную отдачу в будущем.
- **Неопределенность.** Поскольку будущее непредсказуемо, трудно определить, какие обязательства, взятые на себя бизнесом сегодня, в итоге окупятся. Поэтому полная самоотдача, но неправильно выбранный путь, приведут к неудаче.

Самые успешные компании сегодня — это те, что смогли правильно сформулировать цель своего развития, определить и реализовать верный способ продвижения к ней. Компании, терпящие неудачу, как правило, демонстрируют радикальное непонимание изменений, происходящих в контексте их существования, в их бизнес-окружении.

И в этом проявляется стратегический парадокс — у компании есть видение, есть стремление (или приверженность) к нему, но отсутствует критическое отношение к тому, насколько это стремление целесообразно, какой успех оно гарантирует в будущем в контексте складывающихся тенденций.

Возникает резонный вопрос, можно ли строить стратегии, которые будут относительно удачными в разных обстоятельствах? Ответ утвердителен. Так, когда мы создаем стратегию, которая может работать умеренно хорошо при различных сценариях будущего, в итоге, чаще всего, приводит к посредственным результатам. Это может показаться безопасным подходом, но на самом деле это не так, потому что посредственные результаты неизбежно проигрывают со временем по закону конкурентного исключения. Просто она проигрывает медленнее, чем плохие результаты, которые казались хорошими при другом контексте.

Самые успешные фирмы часто имеют больше общего с провалившимися организациями, чем с теми, которым удалось просто выжить. Фактически, те самые черты, которые мы привыкли считать определяющими факторами успеха, также являются составляющими провала. Другими

словами, для разных компаний одна и та же стратегия может оказаться и успешной, и провальной. Например, стратегия развития собственной операционной системы для iPhone (iOS) оказалась успешной, а аналогичные стратегии для Nokia и Ericsson – провальными. Таким образом, получается, что противоположностью успеха является не провал, а посредственность.

Поскольку посредственность нежелательна, необходимо искать возможности снижения неопределенности, чтобы не потерпеть неудачу или крах в случае, если выбранная стратегия не оправдает себя. Другими словами, чтобы разрешить стратегический парадокс, от нас требуется новый подход по разработке стратегий в условиях неопределенности.

Никто не может точно утверждать, что обладает значимой способностью предвидеть будущее с такой степенью детализации, которая необходима для принятия однозначно успешных стратегических обязательств. Предсказания в виде точечных оценок выдают фундаментальное непонимание того, чем на самом деле является будущее. Будущее — это диапазон возможных исходов, а не конкретный набор обстоятельств, которые неизбежно сбудутся. Прогноз будущего с точки зрения сегодняшнего дня должен описывать каждое из событий, которые могут произойти, и связанные с ними вероятности. К сожалению, нет возможности сравнить наше вероятностное описание будущего с истинными вероятностями на сегодняшний день.

Однако, создание различных вариантов по одному измерению с субъективными вероятностями концептуально является той же деятельностью, что и прогнозирование. Это не заставляет нас исследовать концептуально различные вариации, которыми может обернуться будущее. (Рисунок 1.6)

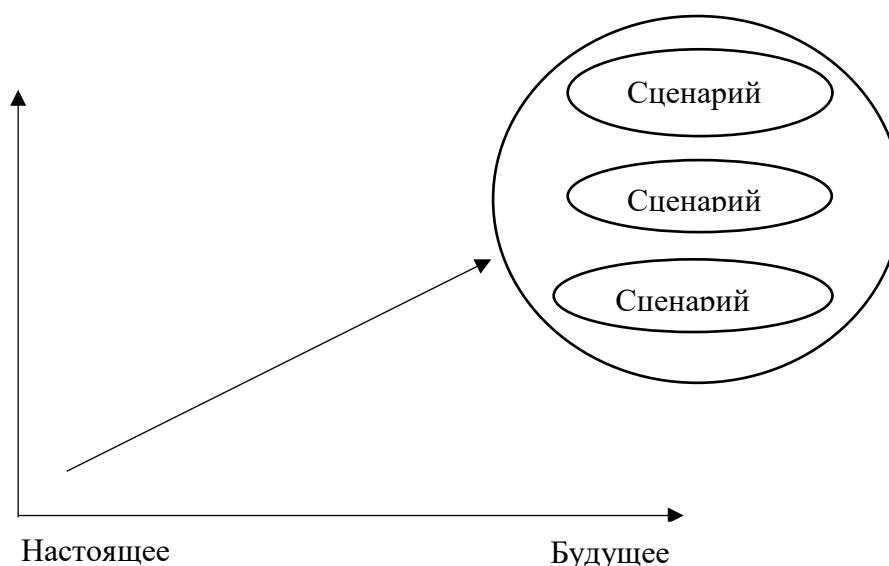


Рисунок 1.6 – Различные варианты развития будущего по одному измерению согласно К.Ван Дер Хейдену⁴⁵

Другими словами, картина будущего в целом ясна, однако могут быть небольшие отклонения. Согласно рационалистической парадигме стратегического планирования, мир должен стоять на месте, пока разрабатывается план, а затем придерживаться намеченного курса, пока этот план реализуется⁴⁶. Очевидно, что мир не стоит на месте, VUCA-реальность не позволяет считать контекст будущего детерминированным.

В 1965 году И.Ансофф писал, что «горизонтом планирования фирмы является период, на который фирма способна строить прогнозы с точностью, плюс-минус 20 процентов»⁴⁷. В то время мало кто ставил это утверждение И.Ансоффа под сомнение, поскольку условия развития бизнеса представлялись скорее детерминированными, чем неопределенными. На самом деле, период индустриального развития ведущих стран мира ещё не закончился, рынки росли, в мировой финансовой системе доминировал «золотой стандарт», означающий отсутствие волатильности финансовых инструментов бизнеса. Сегодня же данное предположение уже не

⁴⁵ Van der Heijden, K. Scenarios - The art of strategic conversation. 2nd ed. West Sussex, England: John Wiley & sons ltd, 2005. 384 p.

⁴⁶ Mintzberg, H. The Fall and Rise of Strategic Planning. Harvard Business Review, 1994, 72, pp. 107-114.

⁴⁷ Ansoff, H. I. Corporate Strategy: An Analytic Approach to Business Policy for Growth and Expansion. New York: McGraw-Hill, 1965. 44 p.

представляется таким однозначным, так как сложно представить, каким образом фирма может определенно знать, на какой период времени она способна строить прогнозы с заданной точностью в условиях постиндустриализма, гиперконкуренции и смены технологических укладов. Прогнозирование или просто предвидение разрывов развития, таких как технологические инновации или повышение цен, практически невозможно⁴⁸. В этом вновь проявляется стратегический парадокс, без решения которого сложно представить себе стратегию развития.

Чрезмерная формализация и ужесточение процесса планирования, сосредоточенность на процедурах, неспособность заметить конфликты интересов различных групп в компании, медленная реакция на изменения в окружающей среде — все это способствовало широкой критике рационалистической парадигмы школы планирования и созданию так называемой эволюционной школы стратегического менеджмента. Представители этого течения придерживались мнения, что каждое предприятие обладает способностью учиться и совершенствоваться, а стратегия является выражением согласия между участниками процесса⁴⁹.

Эволюционная школа подчеркивает сложную природу организационного поведения, выходящую за рамки рационалистического мышления. Данная парадигма нашла поддержку в области «теории сложности». Согласно этой теории, при изучении любой ситуации с участием множества независимых агентов общее поведение системы может стать фундаментально неопределенным и эмерджентным. Стратегия — это не что иное, как взгляд на такое эмерджентное поведение. Выигрышная стратегия может быть сформулирована только в ретроспективе, интерпретируя поведение как наиболее подходящее в эволюционном процессе бизнес-среды.

⁴⁸ Mintzberg, H. The Fall and Rise of Strategic Planning. Harvard Business Review, 1994, 72, pp. 107-114.

⁴⁹ Kafel, T., Ziębicki, B. Dynamics of the evolution of the strategic management concept: From the planning school to the neostrategic approach. Journal of Entrepreneurship, Management and Innovation, 2021, 17(2), pp. 7–28.

В данном контексте эволюция относится к эмерджентным свойствам систем, которые обладают избирательной и передаваемой памятью успешных стратегий. Раскрытие может происходить самостоятельно или навязываться извне, но оно гарантирует, что выживают те стратегии, которые лучше всего подходят для этого. Согласно этой школе мысли, стратегия — это процесс случайных экспериментов и отсеивания неудачных. Проблема этой теории заключается в том, что, как и большинство других эволюционных теорий, она не обладает достаточной предсказательной силой. Большинство менеджеров считают, что у них есть возможность влиять на ситуацию, и поэтому стратегическое мышление представляется эффективным⁵⁰. Очевидно, что это не так, отдельный бизнес не может в одиночку влиять на контекст будущего. Более того, мы считаем недопустимым воспринимать стратегию в качестве процесса «случайных экспериментов».

С точки зрения Г.Минцберга, успешные стратегии скорее возникают в беспорядочном процессе. Он предложил сделать акцент на стратегическом мышлении вместо стратегического планирования. Стратегическое мышление направлено на синтез вместо анализа и включает в себя интуицию, творчество и обучение. Таким образом, оно позволяет успешным стратегиям «появляться в любое время и в любом месте организации, как правило, в ходе беспорядочных процессов неформального обучения, которые обязательно должны осуществляться людьми на разных уровнях, глубоко вовлеченными в решение конкретных вопросов»⁵¹.

Таким образом, рассмотрев различные парадигмы стратегического менеджмента, можно выделить четыре основных аспекта, определяющих рамки процесса формирования стратегии:

1. Множественность вариантов. Необходимо рассматривать различные варианты стратегии, чтобы учесть турбулентность окружающей

⁵⁰ Van der Heijden, K. Scenarios - The art of strategic conversation. 2nd ed. West Sussex, England: John Wiley & sons ltd, 2005. 384 p.

⁵¹ Mintzberg, H. The Fall and Rise of Strategic Planning. Harvard Business Review, 1994, 72, pp. 107-114.

среды и подготовить компанию к разнообразию возможных будущих событий. То есть, реалии таковы, что в долгосрочной перспективе будущий контекст среды, в которой будет оперировать компания, неизвестен. (Рисунок 1.7)

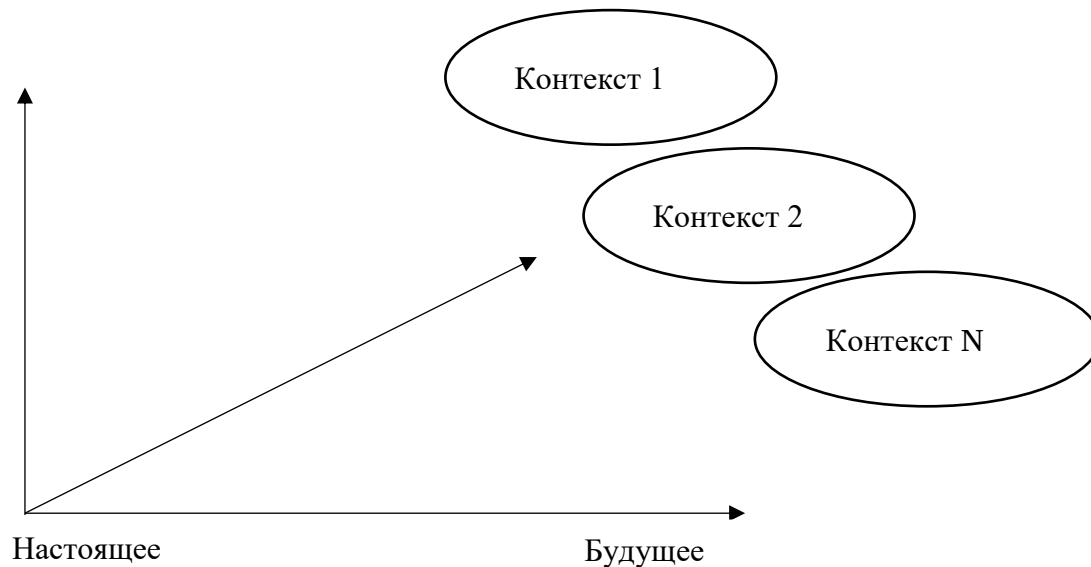


Рисунок 1.7 – Многочисленные варианты контекста будущей среды⁵²

В современном VUCA-мире представляется практически невозможным идентифицировать контекст бизнеса в долгосрочной перспективе. Поэтому существует необходимость создания инструментов, позволяющих идентифицировать как можно больше возможных контекстов будущего, с целью адаптации стратегии под каждый возможный вариант.

2. Множественные перспективы. Интегративная система разработки стратегии должна учитывать точки зрения и информацию от различных заинтересованных сторон, чтобы поставить под сомнение существующие предположения и преодолеть инерцию.

3. Систематический, основанный на инструментах процесс. Интегративная структура разработки стратегии должна основываться на четком процессе, для которого определены конкретные инструменты разработки стратегии, чтобы можно было легко и быстро применять их на практике.

⁵² Составлено автором

4. Гибкость. Система разработки стратегии должна быть адаптируемой к различным условиям окружающей среды, чтобы облегчить ее применение.

Для того чтобы соответствовать этим требованиям, в процессе разработки стратегии нельзя фокусироваться только на одном «лучшем» варианте стратегии, а необходимо рассматривать множество вариантов⁵³. Кроме того, менеджерам необходимо расширять кругозор и ставить под сомнение существующие предположения, касательно закономерности определенных событий⁵⁴. То есть принцип причинно-следственной связи в современных условиях является неоднозначным, так как затруднительно ответить, что является причиной, а что следствием.

Интеграция сценарного подхода в стратегическое планирование способна заложить основу для интегративной концепции создания стратегии⁵⁵. Именно сценарии помогают сформулировать вариации контекста будущей среды бизнеса в условиях растущей степени неопределенности, учитывая эволюцию событий в прошлом.

Степень, в которой мы можем делать «полезные» заявления о будущем, варьируется от случая к случаю. В этом контексте К.Ван Дер Хейден выделил 3 категории неопределенности и для каждой из них предложил наиболее эффективный инструмент борьбы с ней. (Рисунок 1.8)

⁵³ Grant, R. M. Strategic Planning in a Turbulent Environment: Evidence from the Oil Majors. *Strategic Management Journal*, 2003, 24, pp. 491–517.

⁵⁴ Hodgkinson, G. P. Cognitive inertia in a turbulent market: the case of UK residential estate agents. *Journal of Management Studies*, 1997, 34, pp. 921–945.

⁵⁵ Birkinshaw, J., Hamel, G., Mol, M.J. Management Innovation. *Academy of Management Review*, 2008, 33, pp. 825–845.

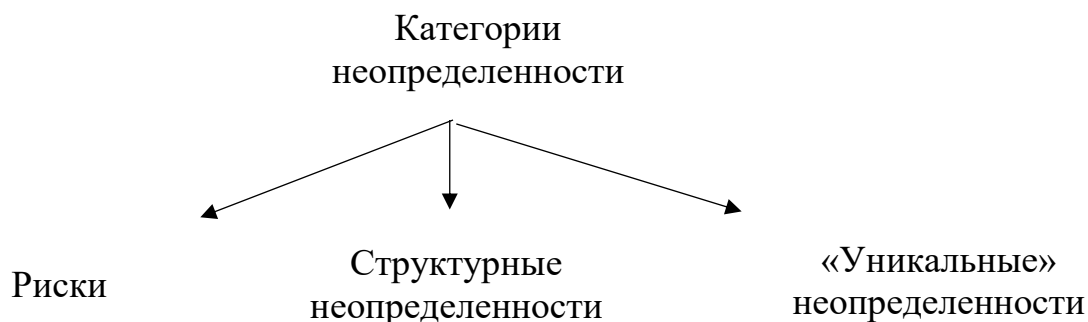


Рисунок 1.8 – Категории неопределенности по К.Ван Дер Хейдену⁵⁶

К первой категории он относит риски. Под рисками понимается ситуация, когда существует достаточно исторических прецедентов в виде аналогичных событий, чтобы мы могли оценить вероятности исходов различных событий. Для борьбы с такой категорией неопределенности подойдет прогнозирование, так как прогнозы основаны непосредственно на исторических показателях и их последующей экстраполяции.

Риск рассчитывается на основе вероятностей. Они определяются на основе исторических показателей, которые, как предполагается, сохранятся в будущем. На этой основе могут быть сделаны прогнозы в качестве исходных данных для разработки стратегии бизнеса.

Структурная неопределенность имеет место быть в том случае, когда событие достаточно уникально, чтобы лишить нас возможности восприятия вероятности. Возможность события может быть представлена посредством причинно-следственной цепочки рассуждений, но у нас нет доказательств, позволяющих судить о том, насколько вероятным оно может быть. Эффективным инструментом снижения структурной неопределенности как раз и является сценарное планирование. Однако, стоит отметить, что сценарии не устраняют неопределенность и не обеспечивают вероятность. Они помогают судить о степени надежности стратегических решений с учетом диапазона неопределенности.

⁵⁶ Van der Heijden, K. Scenarios - The art of strategic conversation. 2nd ed. West Sussex, England: John Wiley & sons ltd, 2005. 384 p.

Здесь неопределенность выражается в многочисленных интерпретациях, которые можно дать событиям. На основе этих различных интерпретаций будут возникать различные варианты будущего. В таких ситуациях исследователь оказывается, как правило на совершенно новой и неизведанной территории, без какой-либо основы для оценки вероятности.

Планирование на основе сценариев принимает структурную неопределенность с ее множественными интерпретациями и, следовательно, множественным будущим. Оно может помочь менеджерам овладеть ситуацией, разработав более точное суждение о том, что может означать текущая ситуация. Для этого необходимо проработать, как каждая из возможных интерпретаций приведет к изменениям в будущей бизнес-среде. Очевидно, что это не может устранить неопределенность ситуации, но может уменьшить ее и помочь менеджерам прийти к разумному суждению о степени надежности конкретного решения в диапазоне неопределенности. На наш взгляд, это позволяет отчасти решить стратегический парадокс, при помощи повышения адаптации к возможным состояниям деловой среды.

Также К.Ван Дер Хейден выделил «уникальную» неопределенность, подразумевая под этим такой контекст будущего, когда мы не можем даже представить себе возможные события. В области непознанного мы понимаем, что предвидение невозможно. Единственное, что мы можем попытаться сделать в отношении непознанного — это стать более искусными в реагировании на неожиданности. Это означает, что адаптивное мышление в направлении успеха — это еще не вся история, нам также необходима адаптивная стратегия. Этого можно добиться, развивая навыки восприятия действительности и сценарии могут оказать здесь существенную помощь.

Для существования в среде бизнеса существенное значение имеет элемент предсказуемости. Доказано, что в медленно меняющейся бизнес-среде, в условиях, где медленный динамизм позволяет считать их стабильными, планирование может быть долгосрочным. Однако, в быстро меняющейся бизнес-среде планирование объективно становится

краткосрочным, а детализация стратегии оказывается зависимой от степени предсказуемости условий. Сложность бизнес-ситуации, с которой сталкивается большинство организаций, предполагает, что временной горизонт, в пределах которого будущее может оставаться измеримым достаточно короток, часто недели или месяцы, а не годы. (Рисунок 1.9)

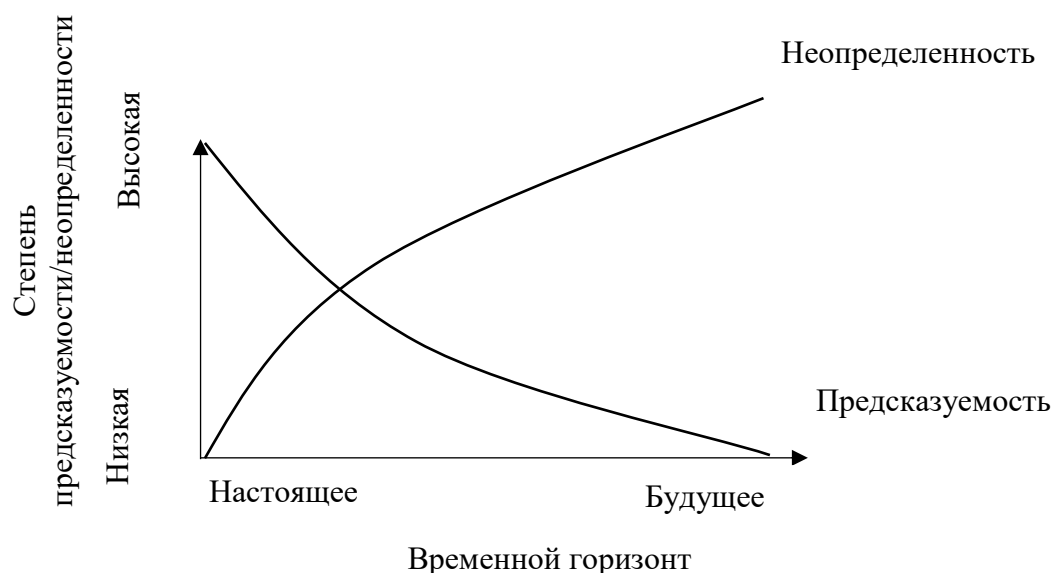


Рисунок 1.9 - Баланс предсказуемости и неопределенности в бизнес-среде⁵⁷

При взгляде в будущее степень предсказуемости постепенно снижается, чем дальше мы заглядываем, тем больше неопределенность. В очень краткосрочной перспективе предсказуемость высока и поэтому здесь прогнозирование является предпочтительным способом планирования. В долгосрочной перспективе неопределенность стремится к бесконечности, а степень предсказуемости стремится к нулю, тем самым планирование демонстрирует убывающую отдачу. В средней зоне, где есть уровень предсказуемости, но и значительная неопределенность, сценарии вступают в свои права.

Опасно осуществлять стратегическое планирование, не осознавая в полной мере уровень неопределенности, с которым сталкивается бизнес. Например, прогнозирование, вместо планирования на основе сценариев, в

⁵⁷ Van der Heijden, K. Scenarios - The art of strategic conversation. 2nd ed. West Sussex, England: John Wiley & sons ltd, 2005. 384 p.

области пересечения на рисунке 1.9 приводит к чрезмерному планированию и ложной безопасности из-за несоответствия между ощущением предсказуемости, которое дает прогноз, и реальным уровнем неопределенности. Аналогично классическое планирование на основе сценариев в области, где предсказуемость почти равна нулю, также не демонстрирует выдающихся результатов.

Диапазон стратегий, которые могут быть оптимальными в будущем, только расширяется по мере того, как мы удлиняем рассматриваемый временной горизонт. Следовательно, при рассмотрении долгосрочной перспективы существует большая стратегическая неопределенность. Именно сценарное планирование, на наш взгляд, может помочь в решении стратегического парадокса. С его помощью становится возможным проанализировать эволюцию событий и имеющийся контекст, на базе чего в следствие становится возможно адекватным образом обозначить стратегические намерения.

1.3 Принципы и логика сценарного анализа

Логику сценарного анализа можно понять, рассмотрев и сравнив его существующие методы, предлагаемые рядом авторов и используемые в бизнес-практике. Одним из наиболее распространенных на практике методов является метод, разработанный компанией Royal Dutch Shell. В академической среде высоко ценятся также методические подходы, например, П.Шумейкера, К.Ван Дер Хейдена, П.Шварца, М.Годэ. Они предоставляют более схоластическую точку зрения и дают более подробную информацию о том, что должны включать в себя различные этапы сценарного планирования⁵⁸.

⁵⁸ Schwenker, B., Wulf, T. Scenario based strategic planning. Developing strategies in an uncertain world. Springer Gabler Wiesbaden, 2013. 219 p.

Royal Dutch Shell была одной из первых компаний, которая использовала сценарное планирование в качестве стратегического инструмента. Компания работает со сценариями уже около пятидесяти лет. Процесс сценарного планирования в компании Royal Dutch Shell состоит из пяти этапов, имеющих достаточно специфические названия, что указывает, на наш взгляд, на некую корпоративную особенность. (Рисунок 1.10)

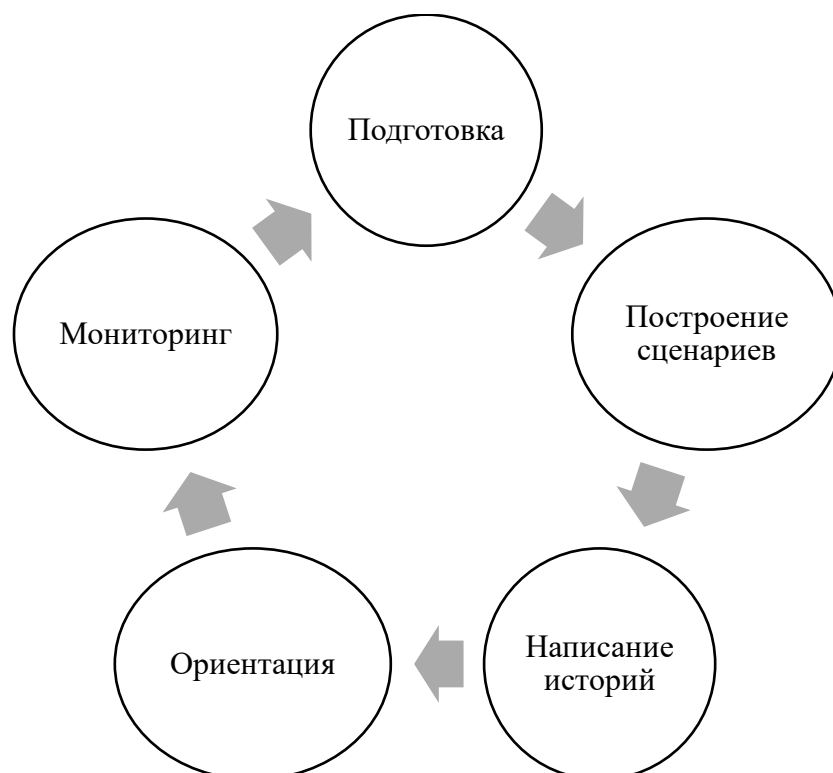


Рисунок 1.10 – Последовательность этапов сценарного планирования компании Royal Dutch Shell⁵⁹

Этап подготовки.

Так на этапе подготовки необходимо четко понимать, какова основная цель сценарного планирования. Также надо определиться, кто в итоге будет использовать разработанные сценарии, будут ли это сотрудники операционных отделов, либо они будут разрабатываться для лиц, принимающих стратегические решения в организации. Конкретные цели

⁵⁹ Shell. Scenarios: An explorer's guide. 2008. [Электронный ресурс]. URL: https://www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future/scenarios/new-lenses-on-the-future/earlier-scenarios/_jcr_content/par/expandablelist/expandablesection_842430368.stream/1519772592201/f5b043e97972e369db4382a38434d4dc2b1e8bc4/shell-scenarios-explorersguide.pdf (дата обращения: 20.01.2022)

должны быть определены в начале процесса, например, включение сценариев в создание стратегии компании, но цели могут возникать в ответ на идеи, полученные в процессе создания сценария, и меняющиеся обстоятельства в организации. С этим тесно связан вопрос о механизме их использования.

Очень важно обозначить временной горизонт сценариев. Если он слишком короткий, то сценарии могут передавать только творческое описание настоящего. Если он будет слишком длинным, сценарии могут потерять фокус и актуальность.

Чем шире масштаб сценарного планирования, тем важнее расставить приоритеты по темам исследования. Это может быть сложно, так как цель состоит в том, чтобы стимулировать исследование новых интересных идей, при этом гарантируя, что исследования не слишком широко распространяются на нерелевантные темы. В частности, сценарии должны отражать проблемы, с которыми, вероятно, столкнутся основные получатели готовых сценариев, когда они будут принимать решения о будущем. Некоторые из этих проблем, возможно, уже были поняты некоторыми людьми, а другие - нет. Как упоминалось ранее, одна из целей сценариев состоит в том, чтобы участники процесса построения сценариев и получатели готовых сценариев распознавали более широкий набор потенциальных проблем, чем раньше.

Интересным является обоснование необходимости обозначения временного горизонта сценариев. Действительно, при преобладании предсказуемости над неопределенностью в краткосрочной перспективе нет необходимости в построении сценариев, с другой стороны, построение сценариев, не имеющих временных рамок также представляется неуместным. Через определенное время контекст изменится, поэтому сценарии, сделанные в прошлом, уже будут нерепрезентативными.

Этап построения сценариев.

На данном этапе начинается обсуждение выдвинутых идей и непосредственно построение сценариев. Обсуждение идей и обмен мнениями может происходить как формально, так и неформально, но оба подхода

должны включать высокий уровень активного взаимодействия с идеями других. Это помогает выявить «слепые зоны» и расширить перспективы. Перекрестное обсуждение предположений работает лучше всего, если создатели сценариев представляют собой разнородную группу людей. Самое важное на этом этапе - найти движущие силы и неопределенности в каждой теме. Другими словами, данный этап представляется «мозговым штурмом», в ходе которого можно выявить неочевидную взаимосвязь, при помощи которой становится возможным обосновать имеющийся контекст.

Далее следует переход от исследований непосредственно к построению сценариев. Разработка сценариев является самой сложной задачей, которая требует участия многих людей и требует ряда итераций.

Целью создания сценариев является не попытка достичь консенсуса, а распознавание и активное вовлечение различных точек зрения. По этой причине идея вероятности бесполезна при разработке элементов сценариев и самих сюжетных историй, поскольку вероятности предназначены для того, чтобы свести различия к единому количественному и сопоставимому значению. Проблемы для реципиентов сценариев, скорее всего, будут связаны с невероятным поворотом событий или проблемами, которые хорошо известны, но по которым существуют серьезные разногласия.

Однако, вызывает вопросы утверждение, что создание сценариев не является попыткой достичь консенсуса. На наш взгляд, сценарием стоит называть выстроенную картину будущих событий, в отношении которой достигается консенсус, иначе если соединить различные независимые точки зрения экспертов, то получится хаос, на основе которого невозможно разрабатывать сценарии.

Разработка структуры сценария представляет собой итеративный процесс. Структура должна выявлять явные противоречия внутри и между сценариями, которые имеют серьезные последствия для основных получателей. Однако, мы не видим, на основе чего создаются сценарии. Очевидно, что в компании применяется метод экспертных оценок, что

позволяет нам предполагать, что эксперты строят свои предположения на том опыте, что у них есть. Это в большей степени говорит нам о том, что будет преобладать применение экстраполяции и транслирование своего прошлого опыта на будущее, что ставит качество разрабатываемых сценариев под сомнение.

Этап «написания историй».

Третий этап предполагает подробное описание каждого сценария, разработанного на предыдущем этапе. Сценарии должны формировать связный, актуальный и доступный для передачи набор историй.

Как только истории готовы, они должны быть проверены на правдоподобие, сложность и актуальность. Этот процесс может помочь организовать дальнейшую работу. Акцент на этом этапе должен быть сделан на уточнении сценариев, а не на добавлении новых идей. Достаточно сложно понять суть этого этапа, исходя из его названия и описания. Исходя из описания, это в большей степени похоже на написание сюжета о том, как будет развиваться будущее, исходя из представлений экспертов.

Этап ориентации.

Сценарии наиболее полезны, если они используются систематически в течение определенного периода времени - для выработки текущей стратегии организации, для проверки предположений и тестирования планов, а не только один раз в ответ на конкретную ситуацию.

Создатели сценариев несут ответственность за точную и эффективную передачу сценариев и помогают пользователям применять их, чтобы они могли оценить возникающие риски, с которыми сталкивается их организация. Можно согласиться с тем, что сценарное планирование не должно быть разовым мероприятием в ответ на какие-то события, произошедшие во внешней среде. Оно должно пересматриваться с определенной периодичностью и включать новые накопленные данные, которые появились с предыдущего построения сценариев, а также изменения, которые могли повлиять на контекст.

Этап мониторинга.

Когда достигается общее понимание сценариев, это дает основу для размышлений о последствиях будущей стратегии. Решение перейти к другим стратегическим вариантам будет зависеть от того, как они будут реализованы в различных сценариях, и это, конечно, зависит от того, как на самом деле будет развиваться внешняя среда.

Это, очевидно, долгосрочный процесс, заключающийся в мониторинге внешнего мира на предмет признаков того, что события развиваются в определенном направлении. Лица, принимающие решения, могут использовать свои сценарии почти как карту для структурирования своих обсуждений, направляя свои размышления о будущем. Сценарии позволяют им держать в уме различные возможности, не отвлекаясь от непреодолимой природы неопределенности.

В постоянно меняющемся мире ни один набор сценариев не может оставаться актуальным и полезным. В Royal Dutch Shell считают, что, как правило, сценарии, рассчитанные на период более 20 лет, остаются полезными в течение 3–4 лет. Однако, в современных реалиях 3–4 года кажутся очень большим сроком, в ряде высокотехнологичных отраслей сценарии могут перестать быть актуальным менее, чем за год. Это вынуждает пересматривать сценарии достаточно часто.

В логике сценарного анализа Royal Dutch Shell прослеживается тот факт, что в его основе присутствует принцип неопределенности. В остальном сценарный анализ Royal Dutch Shell базируется на принципах стабильности, простоты и однозначности.

Следующий метод разработки сценариев был предложен П.Шумейкером. Он предложил методику построения сценариев, состоящую из 10 шагов.

1. Определение области действия.

В первую очередь необходимо определиться с временным горизонтом, а также с объемом анализируемой информации, касательно рынков, географии,

технологий и т.д. Определившись с временным горизонтом, необходимо отметить, какие знания о будущем будут наиболее ценными. Для этого предлагается мысленно вернуться в прошлое и выделить те аспекты, которые вы знали тогда, и что имеется в действительности, таким образом отмечая, какими были прошлые источники неопределенности. Как мы видим, П.Шумейкер также предлагает начинать с определения временного горизонта и сбора информации. В его подходе прослеживаются те идеи, на которые мы акцентируем внимание, а именно тот аспект, касающийся рассмотрения эволюции событий, исходя из контекста.

2. Определение основных заинтересованных сторон.

Далее необходимо установить стейкхолдеров. Среди очевидных заинтересованных сторон всегда выделяют клиентов, поставщиков, конкурентов, сотрудников и других. На этом этапе нужно уточнить их текущие позиции и интересы, и проанализировать, как и почему они в дальнейшем менялись. Не совсем очевидный этап, который выглядит неуместным в сценарном планировании. Делать акцент на той или иной группе заинтересованных сторон следует уже непосредственно при разработке стратегии.

3. Определение основных трендов.

Основные тренды рекомендуется определять, исходя из политических, экономических, социальных, технологических, а также правовых аспектов. В дальнейшем следует объяснить, каким образом те или иные тренды оказывают влияние на компанию. В итоге участники должны достигнуть консенсуса относительно каждого упомянутого тренда, что он будет иметь место и в будущем. Если этого не происходит, то спорные тренды анализируются дополнительно на следующем этапе. На данном этапе мы можем проследить, что П.Шумейкер действительно рассматривает контекст при помощи PEST-анализа. Он также указывает на необходимость достижения консенсуса по каждому упомянутому тренду, чего в подходе Royal Dutch Shell не наблюдалось.

4. Определение ключевых факторов неопределенности.

Данный этап предполагает поиск таких событий, которые могут представлять потенциальную угрозу для деятельности компании. Для каждого фактора неопределенности необходимо разработать альтернативные исходы и, желательно, чтобы они были максимально простыми и имели только несколько вариантов. Далее следует установить взаимосвязь между факторами неопределенности для того, чтобы не брать в расчет те комбинации, где факторы предстают взаимоисключающими. На наш взгляд, логичный этап, позволяющий интерпретировать актуальный контекст путем рассмотрения взаимосвязи определенных факторов. П.Шумейкер предложил использовать матрицу корреляции, однако, нам представляется более наглядным использование когнитивной карты.

5. Построение исходных тем сценариев.

Выявленные на предыдущих этапах тренды и ключевые факторы неопределенности служат основой для построения тем сценариев. Один из способов для построения исходных тем сценариев является подход, заключающийся в выделении двух крайностей, где с одной стороны группируются все положительные элементы, а с другой – все отрицательные. Текущая стратегия компании определяет, являются факторы положительными или отрицательными, так как то, что изначально казалось отрицательным фактором, позже может представлять из себя фактор, способствующий нововведениям и скрытым возможностям. На наш взгляд, в корне не верный подход группировать по отдельности положительные и отрицательные элементы. Также непонятно, что имеется в виду под элементами, так как изначально речь шла только о факторах неопределенности и трендах. Если распределить отрицательные и положительные факторы в разные группы, то не представляется возможным построить цельную когнитивную карту.

6. Проверка последовательности и правдоподобности.

На этом этапе необходимо проверить, насколько согласованы и убедительны исходные темы сценариев. Для этого следует произвести ряд

тестов, чтобы убедиться в совместимости трендов на выбранном временном горизонте, в сочетании в сценариях исходов факторов неопределенности, а также не находятся ли основные заинтересованные стороны на позициях, которые им не нравятся, и могут ли они измениться. Проверка заинтересованных сторон особенно важна при построении макросценариев с участием правительств, международных организаций или групп с сильными интересами. Нам видится не совсем верным учет интересов заинтересованных сторон. Мы ранее отмечали, что контекст складывается, не основываясь на наших желаниях и ожиданиях, что также справедливо и по отношению к стейкхолдерам. К сожалению, П.Шумейкер не уточняет, каким образом предполагается тестирование исходных тем сценариев.

7. Разработка учебных сценариев.

Создание простых сценариев и проверка их согласованности должны выявить некоторые общие темы. Первоначальные сценарии задают границы будущего, но они могут быть неправдоподобными, непоследовательными или неактуальными. Цель - определить стратегически важные темы, а затем организовать вокруг них возможные результаты и тенденции. Хотя тенденции по определению проявляются во всех сценариях, в разных сценариях им может уделяться больше или меньше внимания.

Не совсем понятно, к чему было разделять 6 и 7 этап, так как оба этапа предполагают лишь проверку логики взаимосвязи выделенных факторов.

8. Определение потребности в исследованиях.

На данном этапе возможно возникновение необходимости дальнейшего исследования, с целью уточнения некоторых неопределенностей и их влияния на деятельность компании. Опять же, данный этап мог быть объединен с предыдущими двумя, так как мы не видим необходимости в такой детализации не базовых этапов сценарного планирования.

9. Разработка количественных моделей.

Завершив дополнительные исследования, необходимо еще раз проверить сценарии на внутреннюю согласованность и выяснить, есть ли

необходимость в разработке количественных моделей, для оценки последствий сценариев, относительно, например, изменения цен, темпов роста и др. На наш взгляд, разработка количественных моделей должна быть отдельным направлением, которое не стоит непосредственно интегрировать в сценарное планирование. Сама логика сценарного анализа предполагает оценку того, каким образом может складываться будущее.

10. Переход к сценариям принятия решений.

В итоге итеративный процесс должен привести к сценариям, в которые можно имплементировать стратегию компании. При необходимости следует повторить предыдущие шаги, чтобы разработанные сценарии действительно решали реальные проблемы, стоящие перед компанией.

К сожалению, П.Шумейкер не показывает, каким образом происходит переход от сценариев к стратегии. Однако, именно для этого сценарии и разрабатывались – имплементировать стратегию в получившиеся сценарии, для повышения ее качества.

На наш взгляд, начальный этап сценарного планирования по П.Шумейкеру является абсолютно верным, когда четко определяются временной горизонт, то есть сразу фокусируемся на том, что у сценариев есть начало и конец. Хотя это не явно отражено, все равно прослеживается, что П.Шумейкер на 1 этапе рассматривает эволюцию определенных событий в прошлом, а также актуальные условия контекста, именно те основные аспекты, на которых мы фокусировали внимание ранее. Однако ряд других этапов вызывает некоторые вопросы. Так, например, не совсем понятно, для чего в сценарном планировании выделять стейкхолдеров. Сценарии не являются призывом к действию, они не складываются из наших желаний, поэтому данный этап выглядит неуместным. Также не совсем ясно разграничение ключевых трендов и основных факторов неопределенности. Нам видится, что ключевые тренды и будут выступать в качестве основных факторов неопределенности, где нашей задачей является обозначить их взаимосвязь в современном контексте. Не ясным остается действие по

выделению двух крайностей, где с одной стороны группируются все положительные элементы, а с другой все отрицательные при построении исходных тем сценариев, так как суть сценариев заключается не в том, чтобы представить их в положительном или отрицательном свете, а обозначить гипотетическое состояние деловой среды в будущем. Также не раскрывается суть того, как происходит переход от сценариев к стратегии.

Другой метод построения сценариев был предложен французским специалистом М.Годэ. Метод М.Годэ подразумевает 9 этапов, которые отражены на рисунке 1.11.



Рисунок 1.11 – Метод разработки сценариев по М.Годэ⁶⁰

⁶⁰ Godet, M. The Art of Scenarios and Strategic Planning - Tools and Pitfalls. Technological Forecasting and Social Change, 2000, 65, pp. 3–22.

На первом этапе делается попытка проанализировать поставленную проблему. Необходимо позиционировать предполагаемый процесс в его социально-организационном контексте, чтобы представить и смоделировать весь процесс с помощью стратегической перспективы. М.Годэ начинает сценарное планирование с анализа контекста, что, на наш взгляд, вполне логично, однако последующие два этапа вызывают недоумение.

Этап 2 основан на полном исследовании фирмы. Этап 3 определяет ключевые переменные фирмы и ее среды посредством структурного анализа. Анализ контекста, собственно, и предполагает определение ключевых переменных внешней среды, оказывающих влияние на бизнес. Не совсем понятно, зачем в сценарном планировании проводить исследование фирмы, так как сценарное планирование инструмент, позволяющий выделить возможные картины будущего, которые будут складываться без учета деятельности бизнеса.

4 этап направлен на понимание динамики ретроспективы фирмы в ее среде, ее прошлом развитии, ее сильных и слабых сторонах по отношению к основным действующим лицам в ее стратегической среде. Мы видим, что М.Годэ делает попытку объяснить прошлое, основываясь на нынешнем состоянии. Стоит отметить тот факт, что экстраполяция — это односторонний процесс, работающий только в направлении от прошлого к будущему. Экстраполяция предполагает, что, какой была история, таким будет и будущее. Мы настаиваем, что процесс анализа эволюции и контекста должен происходить одновременно.

На 5 этапе предпринимается попытка уменьшить неопределенность ключевых вопросов на будущее путем разработки сценариев развития внешней среды. Описанием этого этапа он подтверждает нецелесообразность второго и третьего этапа, что мы и отметили.

На 6 этапе выделяет согласованные видение и проекты, то есть, другими словами, стратегические намерения, совместимые как с идентичностью фирмы, так и с наиболее вероятными сценариями ее окружения. Хотелось бы

отметить целесообразность определения видения бизнеса только после того, как обозначены возможные сценарии развития деловой среды. Именно такая последовательность этапов позволяет избежать стратегического парадокса, который имеет место быть в условиях, когда планирование начинается с видения и полной неопределенности относительно будущего.

7 этап полностью посвящен оценке стратегических вариантов. Имея в своем распоряжении набор потенциальных сценариев развития будущего, логично перейти к оценке того, как может выглядеть стратегия бизнеса в тех или иных условиях.

Этап 8 подчеркивает стратегический выбор и имеет решающее значение, потому что означает переход от размышлений к принятию решения. Также абсолютно логичный шаг, на котором непосредственно происходит имплементация стратегии в имеющиеся сценарии.

9 этап полностью сосредоточен на реализации плана действий. Это включает в себя согласование целей, создание системы координации и контроля⁶¹.

Несмотря на ряд неоднозначных этапов, связанных с анализом фирмы, стоит отметить, что М.Годэ удалось достаточно четко объяснить логику сценарного анализа. Сценарии рассматриваются как с точки зрения контекста, так и с точки зрения эволюции, хотя второй аспект не столь очевиден. Более того, стоит выделить 6 этап, на котором стратегические намерения организации обозначаются только тогда, когда уже имеется определенный набор сценариев, характеризующих возможное состояние будущей деловой среды. Также он единственный, кто достаточно четко показывает переход от сценариев к разработке и дальнейшей реализации стратегии.

П. Шварц, некоторое время работавший в Royal Dutch Shell, предложил подход, состоящий из 8 шагов.

⁶¹ Godet, M. The Art of Scenarios and Strategic Planning - Tools and Pitfalls. Technological Forecasting and Social Change, 2000, 65, pp. 3–22.

На начальном этапе необходимо определить основную проблему или решение. На этом первом этапе П.Шварц объясняет, что важно начинать с конкретного решения или проблемы, а затем искать последствия этого решения в окружающей среде. Это называется: начинать «изнутри». П.Шварц говорит, что «для того, чтобы принимать эффективные решения, мы должны сформулировать их с самого начала».⁶² Нам такой подход видится неудачным, именно такая последовательность действий и ведет к возникновению стратегического парадокса.

На втором этапе определяются ключевые силы микросреды организации. Здесь необходимо раскрыть факты о конкурентах, поставщиках, клиентах. Выявление и оценка этих ключевых сил - одна из целей этого этапа.

Следующим этапом является изучение движущих сил в макросреде (социальные, экономические, политические, экологические и технологические силы). Это шаг для поиска трендов. На наш взгляд, эти два этапа можно объединить, так как, составляя когнитивную карту, можно показать зависимость между некоторыми факторами микросреды с факторами макросреды.

Четвертый этап включает в себя поиск двух или трех наиболее важных и наиболее неопределенных тенденций. На предыдущем этапе были определены движущие силы в макросреде. Теперь настало время изучить их, путем выявления предопределенных элементов, которые являются общими для каждого сценария, а также критических факторов неопределенности. «Критические неопределенности — это наши надежды и страхи». Критические неопределенности обнаруживаются путем оспаривания наших предположений о предопределенных элементах. На наш взгляд, некорректно неопределенность называть «нашими надеждами и страхами», так как неопределенность появляется и усиливается без нашего ведома, наша задача заключается в приспособлении к этому феномену. Более того, не совсем

⁶² Schwartz, P. The art of long view: Planning for the future in an uncertain world. England: Wiley, 1998. 288 p.

понятно, почему следует ограничиться 2–3 наиболее неопределенными тенденциями в деловой среде. Наоборот, необходимо рассмотреть как можно больше известных факторов, которые дают полное представление о контексте.

Пятый этап заключается в выборе логики сценария. Сценарии будут созданы на основе трендов предыдущего шага. Самый важный шаг в этом процессе - выявить эти тенденции, потому что они являются «элементами, которые движут сюжетом сценария и определяют его исход». Не совсем понятно, почему П.Шварц предлагает определиться с логикой сценария, так как именно контекст и эволюция событий, о которой кстати не было сказано ни слова, определяют логику того или иного сценария.

На шестом этапе производится детализация сценариев. В этом пункте П.Шварц рекомендует вернуться к перечню ключевых факторов и тенденций. Необходимо учитывать взаимодействие этих ключевых факторов и тенденций со сценарием, необходимо знать, как и почему силы пересекаются. На основе этих взаимодействий сценарии могут быть конкретизированы. Вполне логичный шаг, который мы рекомендуем выполнять при помощи технологий, связанных с машинным обучением.

Теперь нужно искать последствия для фокусного решения созданных сценариев. Этот шаг представляет собой некую репетицию будущего. П.Шварц считает этот этап самым интересным во всем процессе. Часто в этой точке можно найти неизвестные взаимосвязи. Этот шаг является шагом воображения, где вы должны представить, что находитесь в правдоподобных сценариях, и определить свои действия в каждом сценарии. Собственно, создаются стратегии для различных сценариев. То есть на этом этапе предполагается переход от сценариев к стратегии, только не совсем понятно, почему здесь должны возникать неизвестные взаимосвязи.

На последнем этапе необходимо определить опережающие показатели. Другими словами, пользователи сценариев должны найти несколько индикаторов, которые будут «направлять их в будущее». Эти показатели должны быть отобраны тщательно и творчески. Поиск предупреждающих

сигналов позволяет подготовиться ко всем вероятным сценариям⁶³. К сожалению, П.Шварц не уточняет, при помощи каких опережающих показателей можно понять, в каком ключе будут развиваться события. Однако, действительно после имплементации стратегии необходимо мониторить, что реализация стратегии происходит в одном из тех сценариев, что были разработаны.

Были предложены многочисленные методы построения сценариев, от простых до сложных, от качественных до количественных. Все эти методы разработки сценариев имеют некоторые вариации, но в целом все они следуют одной и той же схеме. Они в большей степени включают в себя аналогичные действия, но количество шагов может варьироваться от пяти, как в случае Royal Dutch Shell и до десяти, описанных П.Шумейкером. Различие в количестве шагов процесса сценарного планирования отличается только в большей или меньшей детализации каждого этапа.

Рассмотрев многообразие методов сценарного планирования, их преимущества и недостатки предлагаем собственный подход по разработке сценариев, состоящий из 6 этапов. (Рисунок 1.12)

⁶³ Schwartz, P. The art of long view: Planning for the future in an uncertain world. England: Wiley, 1998. 288 p.



Рисунок 1.12 – Последовательность этапов сценарного планирования, предложенная автором.⁶⁴

Первый этап предполагает сбор информации и проведение анализа эволюции и контекста объекта стратегического планирования. Считаем разумным для поиска нужной информации воспользоваться подходом К.Ван Ден Хейдена, который в своей работе обозначил области основных трендов, выделив транзакционную и контекстуальную среды. (Рисунок 1.13)

⁶⁴ Составлено автором



Рисунок 1.13 - Контекстуальная и транзакционная среда организации⁶⁵

На втором этапе необходимо построить модель будущего на основе собранной и проанализированной информации. Существует ряд инструментов для построения модели, однако, наиболее предпочтительным нам видится применение рекуррентных нейронных сетей с большой (долгой) кратковременной памятью. Мы разработали собственный сценарный подход на основе рекуррентных нейронных сетей с долгой кратковременной памятью, который мы подробно описываем в параграфе 3.2 и оцениваем его эффективность в параграфе 3.3.

Модель будущего генерирует альтернативные сценарии, которые необходимо интерпретировать в качестве историй. Это собственно третий этап предложенного подхода.

⁶⁵ Van der Heijden, K. Scenarios - The art of strategic conversation. 2nd ed. West Sussex, England: John Wiley & sons ltd, 2005. 384 p.

Рассмотрев альтернативные сценарии и понимая контекст, который может быть в будущем, становится возможным адекватно обозначить стратегические намерения. То есть на этом этапе бизнес переходит к «трансформации своего понимания возможных сценариев будущего» в конкретные стратегические намерения, которые будут направлять его деятельность в динамичной деловой среде.

На пятом этапе мы внедряем стратегии в разработанные сценарии и начинаем их реализацию. Это один из важнейших шагов, ради которого и затевается процесс сценарного планирования. Однако, в большинстве приведенных методов сценарного планирования, этот переход непосредственно к имплементации стратегии игнорируется. В рассмотренных работах процесс заканчивается разработкой альтернативных сценариев и мониторингом, как в действительности складывается будущее. Лишь у М.Годэ есть объяснение перехода от сценариев к стратегии.

Начав реализацию стратегии, необходимо мониторить, как складываются события, чтобы, при необходимости, либо поставить стратегию «на рельсы» того сценария, который имеет место быть, либо вносить изменения в саму стратегию. Другими словами, на этапе мониторинга необходимо отслеживать ключевые факторы, которые либо подтвердят, либо опровергнут развитие событий по одному из разработанных сценариев.

В этом параграфе мы рассмотрели различные методы сценарного планирования, в частности подходы компании Royal Dutch Shell, П.Шумейкера, М.Годэ, П.Шварца с целью отражения логики сценарного подхода, однако, были выявлены определенные нестыковки, в частности игнорирование либо эволюционного аспекта, либо контекста; очередность этапов, которая ведет к стратегическому парадоксу.

Данная причина и утверждение С.Шнаарса, что некоторые модели сценариев развития, представленные в литературе, непрактичны и никогда не тестировались должным образом, послужило тому, что мы решили

разработать свой подход сценарного планирования, состоящий из 6 шагов⁶⁶. Данный подход отличается своей практичностью в современных реалиях, уникальным методом построения модели будущего, на базе которой будут определены сценарии, а также он показывает, как происходит переход от сценария к стратегии, тем самым показывая логику, которая должна быть присуща сценарному анализу.

Исходя из этого, мы можем выделить ряд принципов, на которых должен основываться сценарный анализ.

Во-первых, это принцип наследственности. Наследственность несет в себе элементы тех факторов, которые мы не можем определить. Вся совокупность факторов, которые могла бы определять контекст, делится на 2 части:

- Та, которую понимаем и можем представить, что опирается на конечность познания.
- И то, что представить нет возможности.

Вторую часть мы и сводим к принципу наследственности. Современные прогностические модели на основе авторегрессии полностью игнорируют контекст и экстраполируют данные прошлого на будущее.

Однако, текущий контекст игнорировать нельзя. Понять современную VUCA-реальность возможно только через контекст. Не только предыдущее достигнутое состояние является основой для появления нового состояния, на это также влияет контекст. Таким образом, вторым принципом, на котором должен строиться сценарный анализ – это принцип изменчивости.

Если совокупность факторов в настоящем точно такая же, как и на предыдущем этапе, будет ли состояние контекста таким же в будущем, каким оно было в прошлом? Мы считаем, что нет, так как в основе предыдущего контекста лежала другая наследственность факторов.

⁶⁶ Schnaars, S.P. How to develop and use scenarios. *Long Range Planning*, 1987, 20, pp. 105–114.

Сценарий должен разрабатываться на основании такой логической модели, в которой органично связаны между собой и история процесса, предопределяющая будущие события, то есть принцип наследственности, так и влияние на эту историю контекста, в отношении которого мы события проектируем – то есть принцип изменчивости. Без истории нет будущего, без контекста нет истории, будущего нет без контекста.

2. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЦЕНАРНОГО ПОДХОДА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

2.1 Стратегическое мышление, основанное на VUCA принципах

Качество любого анализа, любого плана определяется тем, как человек (группа людей), который его выполняет, формируют систему знаний об объектах, свойствах и отношениях окружающего мира, которые подлежат анализу или планированию. Иными словами, это определяется их способом мышления.

Стратегическое мышление стало привлекать всестороннее внимание исследователей в начале 90-х годов прошлого века, когда в научных работах в области стратегического менеджмента детерминизм будущего стал подвергаться сомнению и все большее внимание стало уделяться возрастающей неопределенности контекста. Г.Минцберг считает, что стратегическое мышление — это синтез, использование интуиции и творчества для формулирования интегрированной точки зрения, видения того, в каком направлении должна двигаться организация⁶⁷. По мнению Г.Минцберга, главное - не экстраполировать определенные тенденции, а постараться предвидеть разрывы во всех измерениях, имеющих отношение к стратегии, которые могут быть использованы для формирования творческой интуиции. Другими словами, Г.Минцберг указывает на то, что определенность сменяется неопределенностью; однозначность сменяется на неоднозначность процессов, протекающих в деловой среде.

Выделяя отличия между стратегическим мышлением и стратегическим планированием, Г.Минцберг предполагает, что каждое из них требует различных типов мышления. Так, стратегическое планирование требует линейного, аналитического типа мышления, в свою очередь стратегическое мышление требует более системного, критического и творческого подхода.

⁶⁷ Mintzberg, H. The Fall and Rise of Strategic Planning. Harvard Business Review, 1994, 72, pp. 107-114.

Дж.Лидтка предполагает, что стратегическое мышление является интуитивным, экспериментальным и обязательно «разрушительным», и пытается исследовать области, выходящие за рамки логического мышления, чтобы разработать видение будущего организации. Поскольку информация о потенциальном будущем предстает неполной, мышление, необходимое для успеха в этой деятельности, должно быть синтетическим и индуктивным, а не аналитическим и дедуктивным⁶⁸.

Говоря о стратегическом мышлении, нельзя не вспомнить К.Омае и его умозаключения в области стратегического менеджмента. В целом К.Омае выделяет 3 вида мыслительного процесса: механическое системное мышление, мышление, основанное на интуиции, а также стратегическое мышление⁶⁹.

Системное мышление предполагает определенность и однозначность процессов. (Рисунок 2.1)

⁶⁸ Liedtka, J. M. Linking strategic thinking with strategic planning. *Strategy and Leadership*, 1998, 26(4), pp. 30–35.

⁶⁹ Омае, К. Мышление стратега: Искусство бизнеса по-японски. М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. 215 с.

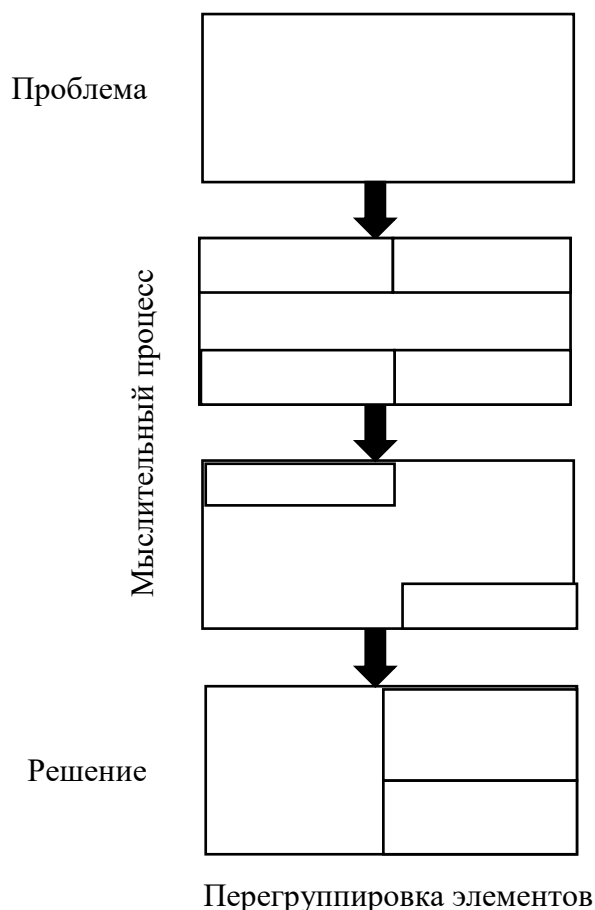


Рисунок 2.1 – Процесс механического системного мышления по К.Омае⁷⁰

В мире VUCA механическое системное мышление представляется неработоспособным, так как современные реалии характеризуются высокой неопределенностью и неоднозначностью. Системное восприятие процессов, как взаимосвязанных элементов действительно может помочь установить их некоторую взаимозависимость, однако оно неспособно отразить, какие из элементов являются причиной, а какие следствием. Более того, при системном мышлении игнорируется эволюционный аспект процессов.

Мышление, основанное на интуиции, вовсе представляется нам опасным в современных реалиях. (Рисунок 2.2)

⁷⁰ Омае, К. Мышление стратега: Искусство бизнеса по-японски. М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. 215 с.

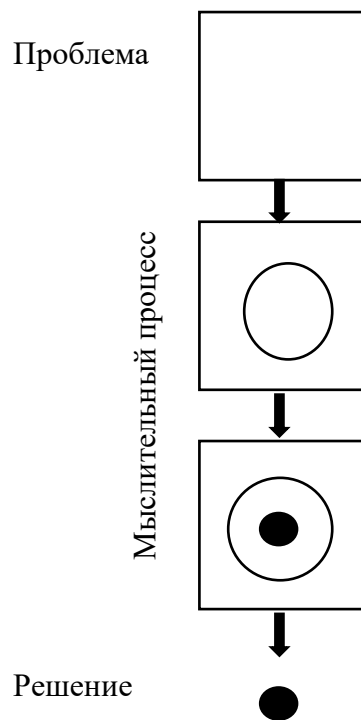


Рисунок 2.2 – Процесс мышления, основанного на интуиции по К.Омае⁷¹

В основе интуиции лежит человеческое воображение и предшествующий опыт. Это указывает на то, что лицо, принимающее решение, попытается экстраполировать тот опыт, что у него был в прошлом, на будущее. Очевидно, что такое мышление одновременно не учитывает эволюционный аспект и контекст. Мышление, основанное на интуиции, предполагает попытку «угадать», как могут развиваться события в будущем, что мы, собственно, и считаем опасным, так как такой подход в условиях VUCA равносителен «гаданию на кофейной гуще».

Говоря о стратегическом мышлении, К.Омае основной акцент делает на том, что оно не должно быть линейным. Это как раз и указывает на то, что VUCA-реальность делает контекст недетерминированным – контекст, в котором события развивались в прошлом, не будет таким же и в будущем. (Рисунок 2.3)

⁷¹ Омае, К. Мышление стратега: Искусство бизнеса по-японски. М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. 215 с.

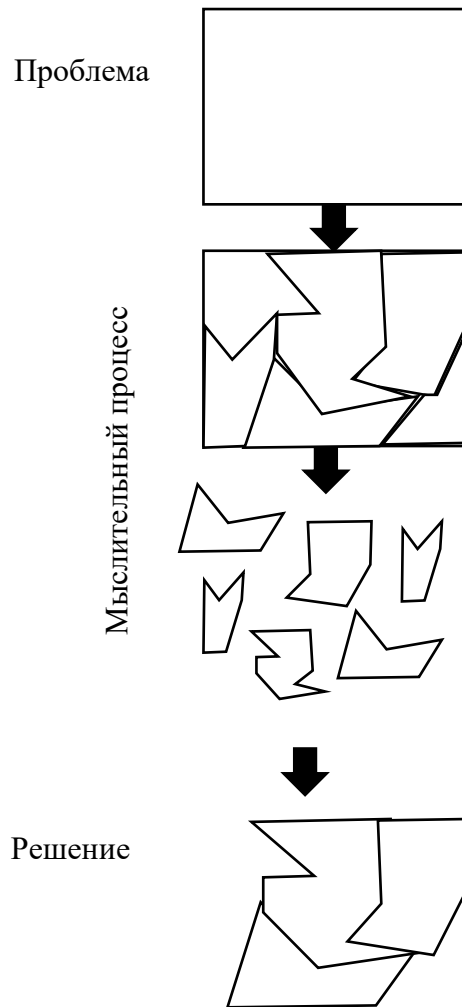


Рисунок 2.3 – Процесс стратегического мышления по К.Омае⁷²

Одновременно К.Омае настаивает на избегании «туннельного видения» и подхода «все или ничего». Рассмотренный нами ранее стратегический парадокс как раз указывает на недопустимость туннельного видения. Не представляя контекста, бессмысленно говорить о видении бизнеса – это путь в никуда. Подход «все или ничего», на наш взгляд, может применяться. Как показал анализ все того же стратегического парадокса – у успешных компаний и обанкротившихся значительно больше общего, нежели у успешных и посредственных. Таким образом, понимание контекста и эволюционного аспекта событий повышает качество разрабатываемой стратегии, что, в свою

⁷² Омае, К. Мышление стратега: Искусство бизнеса по-японски. М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. 215 с.

очередь, улучшает возможности адаптации под различные состояния будущего.

В целом можно выделить 3 характерных аспекта, которые должны быть присущи стратегическому мышлению, согласно К.Омае:

- Анализ является критической отправной точкой стратегического мышления. Это совпадает с нашей логикой сценарного анализа, где мы также предлагаем начинать с анализа эволюции и контекста объекта стратегического планирования.
- Принцип интеллектуальной гибкости и креативности. На наш взгляд, стратегическое мышление в первую очередь должно быть основано на объективном восприятии объекта стратегического планирования, интеллектуальная гибкость и креативность могут быть дополняющими аспектами.
- Целью стратегии является «создание условий, наиболее благоприятных для организации». На наш взгляд, точнее будет сказать, что стратегия должна способствовать использованию условий, для достижения целей бизнеса.

В работе К.Омае встречается еще ряд неоднозначных высказываний. Так, он высказывается, что «стратегия интуитивна, но она также аналитична; она аналитична, но также интуитивна». Преобладание интуиции над анализом, на наш взгляд, все же недопустимо, второй вариант представляется возможным. Говоря о стратегии, К.Омае рекомендует представлять ее в виде треугольника с тремя вершинами: компания, клиенты и конкуренция. Изменения в любом из этих элементов может привести к необходимости изменения стратегии. На наш взгляд, это достаточно ограниченное восприятие стратегии. Если и представлять стратегию в форме геометрической фигуры, то это будет многоугольник со значительно большим количеством углов, чем в треугольнике.

Если стратегия разрабатывается без учета системных взаимосвязей, без рассмотрения того, как изменения во внешней среде могут изменить

организацию, то такая стратегия является «близорукой». Лидерам организаций необходимо научиться видеть эту большую экосистему, частью которой является их организация, и сосредоточиться не на создании своей части за счет других элементов, а на создании общего понимания и общего видения. Действительно, анализ современного контекста должен проводиться путем установления взаимосвязей между различными событиями, однако уже отмечалось ранее, что имеются сложности в понимании, что в современных реалиях является причиной, а что следствием.

Предлагаем выделить отдельный вид стратегического мышления, а именно стратегическое мышление в условиях VUCA. (Рисунок 2.4)

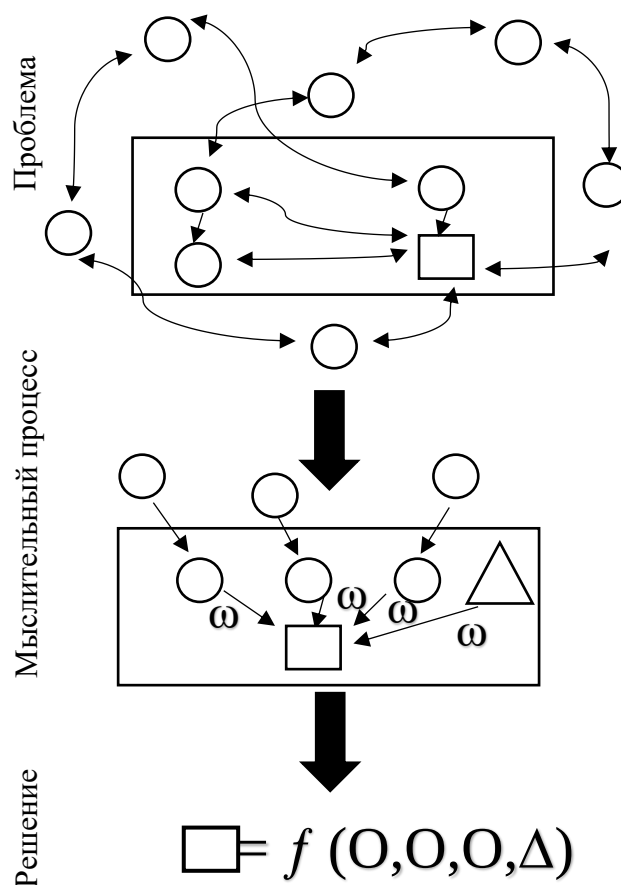


Рисунок 2.4 - Стратегическое мышление в условиях VUCA⁷³

⁷³ Составлено автором

Неоднозначность причинно-следственных связей в современном мире VUCA не дает возможности четко обозначить, что является причиной, а что следствием, и как это сказывается на проблемной области. В связи с этим, необходимо анализировать, как с течением времени меняется контекст, то есть вся совокупность факторов, тем или иным образом, влияющая на исследуемую проблему. На основе этого получается обозначить четкие шаги по оформлению решения рассматриваемой проблемы.

Сценарное планирование играет значимую роль в стратегическом мышлении благодаря своей направленности на будущее. Сценарное планирование также играет полезную роль в упрощении данных до небольшого диапазона возможных состояний. Каждый сценарий объясняет, как различные элементы могут взаимодействовать при определенных условиях.

Требования к стратегическому мышлению эволюционировали в соответствии с окружающей средой и конкретным контекстом, в котором и осуществляется стратегическое мышление. Эти требования со временем расширились, стали более целостными по своей природе, стали все более чувствительными к временным измерениям и срочности, а в последнее время выделились когнитивные измерения интегративного системного мышления, креативности и воображения. На сегодняшний день литература сосредоточена на описании элементов, способствующих стратегическому мышлению, и характеристик этого процесса, но в основном не описывает, что происходит и как это происходит.

Подходы к стратегическому мышлению следовали и поддерживали развивающиеся цели, определения и требования к стратегическому мышлению. Эти подходы начинались с аналитических и методологических основ в поддержку стратегического мышления для целей планирования и последовательно развивались до разработки стратегических экстраполяций данных и применения творческой стратегической интуиции; до подходов, основанных на сценариях понимания возможного будущего; к глубокому

осознанию и связи с окружающей средой с непрерывным рекурсивным адаптивным циклом сканирования, постановки вопросов, концептуализации и тестирования; и, наконец, к интегрированной, но в значительной степени последовательной методологии с петлями обратной связи для разработки правильного набора вопросов, которые позволяют реконструировать реальность и определить стратегические варианты.

В мире VUCA старый принцип «поставить цель, спланировать и реализовать» больше не работает. Провал стратегий даже после тщательного планирования и неспособность многих организаций уловить сигналы об изменениях во внешней среде, говорит о том, что существующие подходы разработки стратегии несовершенны в современных реалиях.

Стратегии должны учитывать эволюцию и контекст, а также быть гибкими. В связи с этим представляется целесообразным иметь стратегию, соответствующую каждому выделенному сценарию, а затем внимательно следить за ранними признаками, указывающими на то, какие сценарии более вероятны, чем другие.

Если стратегическое планирование — это «что» стратегического процесса организации, а стратегическое мышление — это «как», то сценарное планирование — это «почему», которое так важно для обеспечения качества стратегии в мире VUCA.

Еще до кризиса, связанного с COVID-19, быстрые технологические изменения, растущая экономическая взаимозависимость и усиливающаяся геополитическая нестабильность приводили к тому, что будущее становилось все более турбулентным и неопределенным. Неопределенность стала настолько всеобъемлющей, что для полного отражения аспектов проблемы исследователи придумали различные аббревиатуры. Так, помимо VUCA (волатильность, неопределенность, сложность, неоднозначность), были предложены такие аббревиатуры, как TUNA (турбулентный, неопределенный,

новаторский, неоднозначный)⁷⁴, BANI (хрупкий, тревожный, нелинейный, непостижимый)⁷⁵ и другие.

Изначально термин VUCA был придуман в военном контексте, где было жизненно важно создать способность к обороне в условиях неопределенности. Другими словами, VUCA — это способ говорить об изменениях в деловой среде и необходимости адаптироваться к ним. П.Друкер, один из основоположников современного менеджмента, говорил о необходимости для организаций постоянно быть готовыми к новым тенденциям, требующим быстрой адаптации. Поэтому в мире VUCA недостаточно придерживаться того, что уже известно и как все происходило в прошлом. Напротив, будущее требует от нас разработки новых подходов и инструментов.

Разберем подробнее составляющие акронима VUCA.

Волатильность — это статистический показатель, который представляет собой сложность создания каких-либо закономерностей для внезапных колебаний в определенной области. И чем более изменчива область, тем сложнее прогнозировать будущее. С другой стороны, это понятие, которое может относиться к скорости, объему, характеру, величине явления, которое может иметь или не иметь шаблонную форму. Существует множество примеров волатильности в реальном мире, включая колебания фондового рынка, инновации в области технологий и цифровизации и многое другое.⁷⁶ Частота изменений постоянно растет, и по мере развития событий иногда становится очень трудно установить их причину и следствие.

Неопределенность — это термин, используемый для описания ситуации, характеризующейся отсутствием знаний, не в отношении причины и следствия, а скорее в отношении того, является ли определенное событие

⁷⁴ Ramirez, R., Wilkinson, A. Strategic Reframing: The Oxford Scenario Planning Approach. Oxford University Press, 2016. 276 p.

⁷⁵ Cascio, J. Facing the Age of Chaos, 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://medium.com/@cascio/facing-the-age-of-chaos-b00687b1f51d> (дата обращения: 21.05.2022).

⁷⁶ Sullivan, J. VUCA: The new normal for talent management and workforce planning, 2012. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ere.net/vuca-the-new-normal-for-talent-management-and-workforce-planning/> (дата обращения: 27.05.2022).

достаточно значимым, чтобы представлять собой весомую причину. Во время пандемии COVID-19 правительства большинства стран мира постоянно пытались решить, какие меры следует предпринять. Ведь даже с помощью передового компьютерного моделирования было крайне сложно сказать, какие из них окажутся эффективными и как они повлияют на экономику и общество в целом. Неопределенность — это не волатильность. Волатильная ситуация — это ситуация, в которой изменения вероятны, но эти изменения могут происходить быстро и с разной степенью интенсивности; неопределенная ситуация, с другой стороны, не так волатильна - фактически, в ней может вообще не быть изменений.

Сложность характеризует множество различных и взаимосвязанных частей проблем, с которыми мы сталкиваемся. Чем больше элементов проблемы или среды, тем сложнее ее проанализировать и прийти к рациональному решению. Существует множество сетей и связей, а также дальнейшая взаимосвязь между различными параметрами и переменными, которые нас окружают. Различные слои переплетаются, что делает невозможным получить общее представление о том, как все взаимосвязано.

В качестве примера можно обозначить человеческий мозг, состоящий из миллиардов нейронов. Эти взаимодействия приводят к нелинейному и эмерджентному поведению. В большинстве случаев причины такого поведения не могут быть найдены в отдельных частях системы, и нет центрального органа, планирующего или контролирующего их. Скорее, управление распределяется по подсистемам, а поведение системы в целом возникает в процессе.

Эти системы сложны, и их очень трудно предсказать или контролировать, даже если мы понимаем их отдельные части. Мы не можем использовать редукционистское мышление для их описания. Живые и социальные системы, такие как организации и рынки, являются сложными. Изменение одной переменной может неожиданно повлиять на все остальные и создать новые петли обратной связи.

Когда мы слишком сильно давим на сложные системы, они могут разрушиться. Мы можем наблюдать это, когда фондовые рынки терпят крах или климат претерпевает необратимые изменения. Любые изменения в них могут быть разрушительными, быстрыми и неожиданными. Однако, это может иметь и положительную сторону для бизнеса, так как сложные системы могут быть источником инноваций.

Неоднозначность — это отсутствие достаточной ясности в отношении проблемы для принятия обоснованного решения. Информация может быть неполной, противоречивой или слишком неточной, чтобы сделать однозначные выводы. Из-за того, что ситуация допускает более одного толкования, в ней отсутствует ясность в смысле отсутствия одного очевидного значения. Контекст играет решающую роль в двусмысленности. Осознание нашей точки зрения и ее изменение может прояснить происходящее. Изменение контекста может открыть новую информацию, необходимую для принятия обоснованного решения.

Подобно сложности, неоднозначность можно рассматривать как источник новизны: предлагая более одной интерпретации, мы всегда можем найти неожиданный элемент новизны в размытости ситуации. Однако для выявления этих новых способов интерпретации ситуации требуется высокий уровень осведомленности, творческий подход, а также способность к наблюдению и размышлению.

Многие организации боятся среды VUCA, так как она вызывает ощущение потери контроля. Современный мир VUCA прямо противоположен стабильному и предсказуемому. Поэтому он вызывает замешательство и страх. Это может привести к чувству незащищенности, потере мотивации, снижению творческого потенциала и подрыву доверия. В компаниях это парализует процесс принятия решений, приводит к краткосрочному мышлению и деятельности ради деятельности. Сама организация превращается в среду VUCA.

Столкновение с динамикой VUCA требует постоянного зондирования, оценки, размышления, осмысления и мониторинга внешней и внутренней среды. В процессе стратегического мышления нельзя ограничиваться конкурентами, собственной отраслью, пользователями или правительственными постановлениями. Необходимо наблюдать за изменениями в социальном, экономическом и политическом контексте, а также за технологическим развитием.

Бизнес должен развивать способность быть высоко осведомленным и чувствительным к таким изменениям, которые выходят далеко за рамки классических областей корпоративных аналитических процессов. Это, несомненно, сложная задача. Однако компании, которым удастся развить эти способности, будут иметь сильное преимущество в области готовности к будущему.

Таким образом, стратегическое мышление в современных реалиях должно учитывать принципы VUCA (волатильность, неопределенность, сложность, неоднозначность). Принципы SCSU (стабильность, определенность, простота, однозначность) не могут лежать в основе анализа контекста деловой среды в современном мире.

2.2 Недостатки прогнозирования будущего социально-экономических систем на основании прошлого опыта

Многие виды планирования требуют прогнозирования процессов. Для получения обоснованного прогноза необходимо открыть определенные законы, управляющие явлениями, основываясь либо на естественных принципах, либо на реальных наблюдениях. Однако поиск доступных естественных принципов в реальном мире чрезвычайно сложный и трудоемкий процесс.

Таким образом, прогнозирование будущего развития системы непосредственно на основе прошлых и текущих данных используется достаточно часто. П.Пинсон указал, что статистические модели, основанные только на исторических измерениях, хотя и используют преимущества имеющегося физического опыта, должны быть предпочтительными для прогнозов с коротким временем опережения⁷⁷. Это подтверждает тот факт, что чем больший горизонт времени мы рассматриваем, тем менее эффективным представляется прогнозирование, основанное на экстраполяции данных. В первой главе мы рассмотрели, как меняется неопределенность и предсказуемость деловой среды с течением времени, где при большем временном горизонте предсказуемость будет снижаться и начнет преобладать неопределённость. Точно указать время, когда неопределенность начнет преобладать над предсказуемостью невозможно, однако, очевидно, что для сценарного анализа экстраполяция не подходит.

Другим недостатком применения экстраполяции в современной VUCA-реальности является тот факт, что такой подход полностью игнорирует контекст, в котором события эволюционировали, а также контекст, в котором они будут в дальнейшем складываться. Мы ранее уже отмечали, что сценарный анализ должен базироваться на принципе изменчивости, однако, экстраполяция игнорирует данный принцип, что ставит под сомнение качество разрабатываемой стратегии на основе такого подхода. Без анализа условий, в которых складываются события, то есть без анализа взаимосвязей различных факторов, формирующих контекст, метод экстраполяции просто предполагает создание трендовой линии на основе данных прошлого, которые, по сути, представляют собой произвольные числовые значения.

Также недостатком экстраполяции прошлого на будущее является тот факт, что VUCA-реальность характеризуется высокой волатильностью, что справедливо к тем или иным данным, которые и планируется

⁷⁷ Pinson, P. Very-short-term probabilistic forecasting of wind power with generalized logit-normal distributions. *Journal of the Royal Statistical Society C: Applied Statistics*, 2012, vol. 61, no. 4, pp. 555–576.

экстраполировать. Так, например, динамика цен на нефть характеризуется высокой волатильностью в современных условиях геополитической напряженности. Прогнозировать на основе исторических данных будущую цену на нефть, не принимая во внимание контекст, который вызывает столь высокую волатильность цен, представляется бессмысленным, так как полученные результаты будут нерепрезентативными. Если год назад нефть стоила 70\$, сегодня она стоит 110\$, то далеко не факт, что она будет стоять через год 150\$. Без понимания контекста, влияющего на динамику данных, экстраполяция будет подобно «гаданию на кофейной гуще». Это легко доказать, построив график динамики цен на нефть и линию тренда. (Рисунок 2.5)

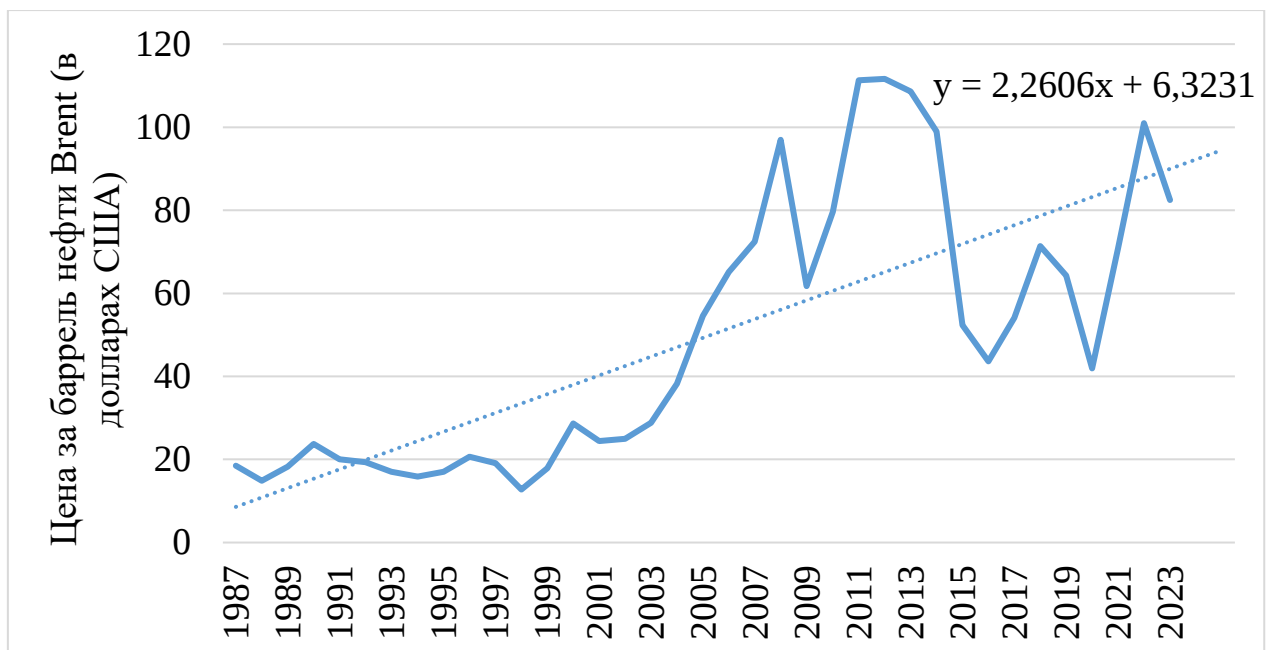


Рисунок 2.5 – Прогнозирование динамики цен на нефть марки Brent методом экстраполяции⁷⁸

Помимо этого, необходимо отметить, что исторические данные, в том числе и цены на нефть, являются нестационарными. Это означает, что статистические свойства анализируемых данных, например, среднее значение

⁷⁸ Составлено автором

или дисперсия, меняются со временем. Это в свою очередь существенно затрудняет экстраполяцию прошлых тенденций на будущее.

Таким образом, усиливающаяся неопределенность, значительная волатильность и полное игнорирование будущего контекста, который наверняка будет отличаться от того, что было в прошлом, делает прогнозирование на основе экстраполяции бесполезным.

Более того, можно сделать вывод, что экстраполяция не работает в обратном направлении. То есть, при экстраполяции данных придерживаются мнения, что какой была история, таким будет и будущее, однако в обратном направлении это не работает – сценарии не могут объяснить в таком случае того, что было в прошлом. (Рисунок 2.6)

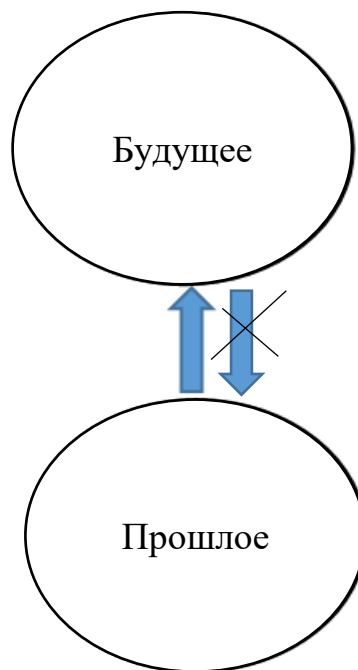


Рисунок 2.6 – Связь истории и будущего в рамках авторегрессии⁷⁹

Таким образом, при односторонней связи главными недостатками экстраполяции являются:

- Непроверяемость сценариев;
- Все сценарии в таком случае представляются однозначными.

⁷⁹ Составлено автором

«Будущее будет оставаться в плену прошлого» и при использовании модели авторегрессии. Модель авторегрессии также предсказывает будущее поведение на основе прошлого поведения. Она используется для прогнозирования, когда существует некоторая корреляция между значениями временного ряда и значениями, которые предшествуют и следуют за ними. Для моделирования поведения используются только прошлые данные, отсюда и название - авторегрессионная. По сути, процесс представляет собой линейную регрессию данных текущего ряда против одного или нескольких прошлых значений того же ряда. Однако, поскольку модели авторегрессии основывают свои прогнозы только на прошлой информации, они неявно предполагают, что фундаментальные силы, повлиявшие на события в прошлом, не изменятся с течением времени. Это может привести к неожиданным и неточным прогнозам, если фундаментальные силы на самом деле меняются, например, если отрасль переживает быструю и беспрецедентную технологическую трансформацию.

На проблемы экономического прогнозирования с помощью моделей авторегрессии указывает в своей работе А.И.Филиппов. Он экспериментальным путем доказывает ограниченность моделей авторегрессии и приходит к выводу, что их необходимо модифицировать, либо вовсе от них отказаться⁸⁰. (Таблица 2.1)

⁸⁰ Филиппов, А.И. Проблемы экономического прогнозирования с помощью моделей авторегрессии. Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии, 2016, №7 (ч.2), С. 157–162.

Таблица 2.1 – Результаты исследования регрессионных моделей

Филиппова А.И.⁸¹

№	Вид генерирующей модели	Лаги на коррелограмме	Вид аппроксимирующей модели авторегрессии	МАРЕ (средняя абсолютная ошибка в процентах)
1	$y(t) = \cos(t/12)$	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	$y(t) = a_0 y(t-1) + a_1 y(t-2) + a_2 y(t-3) + a_3 y(t-4) + a_4 y(t-5) + a_5 y(t-6) + a_6 y(t-7)$	120%
2	$y(t) = \sin(t/12)$	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	$y(t) = a_0 y(t-1) + a_1 y(t-2) + a_2 y(t-3) + a_3 y(t-4) + a_4 y(t-5) + a_5 y(t-6) + a_6 y(t-7)$	1075%
3	$y(t) = -a_1 y(t-1)$	1, 2...200	$y(t) = -a_0 y(t-1) + a_1 y(t-2) - a_2 y(t-3) + \dots + a_{199} y(t-199)$	∞
4	$y(t) = a_1 y(t-1)$	1, 2...200	$y(t) = a_0 y(t-1) + a_1 y(t-2) + a_2 y(t-3) + \dots + a_{199} y(t-199)$	∞
5	$y(t) = a_0 + a_1 y(t-1)$	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	$y(t) = a_0 y(t-1) + a_1 y(t-2) + a_2 y(t-3) + a_3 y(t-4) + \dots + a_{11} y(t-12)$	-
6	$y(t) = 2 + a_1 \ln(y(t-1)) + a_2 y(t-2) + a_3 (1/y(t-3)) + a_4 \sin(y(t-4))$	2, 4, 6, 8	$y(t) = a_0 y(t-2) + a_1 y(t-4) + a_2 y(t-6) + a_3 y(t-8)$	10%

Из шести представленных моделей, пять из них показали высокую среднюю абсолютную ошибку, что говорит о их непригодности. Лишь точность модели вида $y(t) = 2 + a_1 \ln(y(t-1)) + a_2 y(t-2) + a_3 (1/y(t-3)) + a_4 \sin(y(t-4))$ оказалась вполне удовлетворительной, где средняя абсолютная ошибка составляла 10%.

Здесь же он подтверждает ранее нами высказанное утверждение о том, что экстраполяция не работает в обратном направлении. То есть, при

⁸¹ Филиппов, А.И. Проблемы экономического прогнозирования с помощью моделей авторегрессии. Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии, 2016, №7 (ч.2), С. 157–162.

экстраполяции данных придерживаются мнения, что какой была история, таким будет и будущее, однако, в обратном направлении это не работает – сценарии не могут объяснить в таком случае того, что было в прошлом.

При прогнозировании будущего социально-экономических систем на основании прошлого опыта, представляется невозможным, на наш взгляд, применение и интерполяции. Исторические данные могут быть неполными или неточными, что в итоге скажется на точности прогнозов. Интерполяцию можно определить, как подход к поиску промежуточных значений переменной из дискретного набора ее известных значений⁸². Заполнить недостающие значения и сгладить неточности в данных временных рядов при помощи интерполяции для прогнозирования социально-экономической динамики противоречит выдвинутому нами принципу изменчивости. Прошлый опыт формировался в условиях различающегося контекста, в связи с чем абсурдно интерпретировать некоторые неизвестные для нас факторы, ссылаясь на условия, в которых эволюционировала социально-экономическая система до этого.

События в мире развиваются нелинейно. В прогнозировании неожиданные события называют «черными лебедями», например, такие как пандемия или геополитические конфликты, которые могут существенно подорвать экономическую активность и сделать предыдущие прогнозы неактуальными. Эффект «черного лебедя» в прогнозировании означает неспособность предсказать редкие, значимые события, выходящие за рамки обычных представлений о будущем. Более того, рассматривая «черных лебедей» в ретроспективе, не всегда можно обозначить причины, которые вызвали наступление экстраординарного события.

Многие алгоритмы прогнозирования, в том числе и экспоненциальное сглаживание, невозможно настроить соответствующим образом, чтобы было

⁸² Florinsky, I. V. Digital Elevation Models. Digital Terrain Analysis in Soil Science and Geology, 2016, pp. 77–108. doi:10.1016/b978-0-12-804632-6.00003-1

возможным идентифицировать потенциальных «черных лебедей», поскольку они также основаны на исторических данных и не могут эффективно фиксировать экстремальные отклонения. Для решения этой проблемы некоторые ученые предлагают включить в обучающие данные выдуманных «черных лебедей», либо, другими словами, гипотетические нестационарные временные ряды, чтобы повысить точность прогнозирования и подготовиться к исключительным событиям⁸³. Однако, такой подход игнорирует предложенные нами принципы, более того, дополняет модель нереальными данными, что, на наш взгляд, приведет к еще менее точным прогнозам.

Недавнюю пандемию коронавируса классифицировали как «черного лебедя», учитывая ее непредсказуемость и масштабы разрушения, которые она нанесла в различных сферах. Однако, с другой стороны, только за последние 20 лет мир сталкивался как минимум с тремя серьезными эпидемиями, среди которых: респираторное вирусное заболевание SARS-CoV, которое распространялось в основном в Китае в начале 21 века; лихорадка Эбола, вспышка которой произошла в Западной Африке; «свиной грипп» (H1N1). Собственно, это не позволяет категорично утверждать, что пандемия коронавируса COVID-19 является «черным лебедем», так как были значительные доказательства надвигающихся угроз пандемий, однако, по большей части подготовка к таким событиям игнорировалась, что привело в итоге к широкомасштабным социальным и экономическим потерям⁸⁴. В этой связи речь в большей степени идет о так называемых «серых носорогах», суть которых первой описала М.Вукер вскоре после финансового кризиса в Греции в 2012 году⁸⁵.

В отличие от непредсказуемой природы «черных лебедей», под «серыми носорогами» понимают весьма вероятные события со значительными

⁸³ Prestwich, S.D. Tuning Forecasting Algorithms for Black Swans. IFAC-Papers OnLine, 2019, Volume 52, Issue 13, pp. 1496-1501. ISSN 2405-8963. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.411>

⁸⁴ Sarpong, P. Grey Rhinos and Deep Risk: How Climate Change Will Impact Financial Planning / P. Sarpong // Handbook of Research on Climate Change and the Sustainable Financial Sector / edited by O. M. Olarewaju and I. O. Ganiyu. – Hershey, PA: IGI Global, 2021, pp. 17-33. – DOI: 10.4018/978-1-7998-7967-1.ch002.

⁸⁵ Wucker, M. The Gray Rhino: How to Recognize and Act on the Obvious Dangers We Ignore. St. Martin's Press, 2016. 304 p.

последствиями, которые игнорируются до тех пор, пока они не станут непосредственной угрозой. В случае с «серыми носорогами» обычно речь идет не о «если то или иное событие наступит», а скорее о том, «когда оно наступит». Таким образом, когда все эти события материализуются одновременно, они, собственно, и создают «черного лебедя». Идеи М.Вукер указывают на то, что условия бизнес-среды имеют свойство меняться, что подчеркивает необходимость анализа совокупности факторов, формирующих контекст, то есть нельзя игнорировать предложенный нами принцип изменчивости.

Финансовые рынки могут проявлять высокую волатильность, которую становится очень сложно предсказать. Человеческое поведение, находящееся под влиянием психологических факторов и настроений, увеличивает неопределенность в прогнозировании. На практике это часто наблюдается на фондовом рынке, когда импульсивные инвесторы могут начать панически продавать свои активы, даже на фоне обычной коррекции на фондовом рынке. В качестве другого примера можно отметить, как многие люди в России на фоне резкого изменения курса национальной валюты снимают свои деньги и конвертируют их в иностранную валюту по абсолютно невыгодному курсу, опасаясь дальнейшей девальвации рубля. В этой связи классические модели прогнозирования становятся бесполезными, так как в условиях неопределенности практически невозможно обозначить связи между различными факторами, о некоторых из них человек может и вовсе не догадываться.

В этой связи нерационально использовать и аппроксимацию, которая представляет собой метод, при помощи которого одни переменные заменяются другими – более простыми, но схожими по смыслу. Другими словами, аппроксимация — это процесс оценки какого-либо значения или представления чего-либо в упрощенном виде, что является близким к

фактическому состоянию, однако, не соответствует точному состоянию⁸⁶. Стоит признать, что это полезный инструмент, когда точные значения не требуются или не доступны, но при прогнозировании в современной VUCA-реальности такой подход недопустим. При использовании аппроксимации игнорируется и принцип наследственности, и принцип изменчивости, так как в модель добавляются данные, не учитывающие эволюцию имеющихся данных, а также контекст, в котором они, собственно, эволюционировали.

Усложнение социально-экономических процессов, обусловленное научно-техническим прогрессом и формированием информационного общества, ставит подходы к прогнозированию на основе прошлого опыта под сомнение. Интеграция передовых технологий и информационных систем в социально-экономические процессы привела к фундаментальному сдвигу в функционировании общества. Этот сдвиг требует более высокого уровня информационной грамотности и способности эффективно использовать доступную информацию для построения прогнозов.

В этой связи интересен опыт ведущих российских ученых, среди которых В.А.Садовничий, А.В.Коротаев, С.Ю.Малков, Ю.В.Божевольнов, Г.Г.Малинецкий и другие, в применении математического моделирования для анализа социально-экономических, технологических и геополитических процессов. Они используют математическое моделирование для понимания кризисов мировой динамики⁸⁷, прогнозирования развития как мировой системы в целом, так и ее регионов и отдельных государств⁸⁸, в том числе вероятных сценариев развития России⁸⁹.

⁸⁶ Корельская, А.В. Аппроксимация функций с использованием алгоритма Ремеза. Международный научно-исследовательский журнал, 2023, №9 (135). [Электронный ресурс]. URL: <https://research-journal.org/archive/9-135-2023-september/10.23670/IRJ.2023.135.5> (дата обращения: 21.05.2024).

⁸⁷ Прогноз и моделирование кризисов и мировой динамики / Отв. ред. А.А.Акаев, А.В.Коротаев, Г.Г.Малинецкий. – М.:Издательство ЛКИ, 2010. – 352 с.

⁸⁸ Моделирование и прогнозирование глобального, регионального и национального развития / Отв. ред. А.А.Акаев, А.В.Коротаев, Г.Г.Малинецкий, С.Ю.Малков. – М.:Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. - 488 с.

⁸⁹ Сценарий и перспектива развития России / Под ред. В.А.Садовничего, А.А.Акаева, А.В.Коротаева, Г.Г.Малинецкого. – М.: ЛЕНАНД, 2011. – 320 с.

Использование цифровых технологий и электронных коммуникаций привело к значительному сдвигу в сторону онлайн-взаимодействий, что способствовало улучшению пользовательского опыта, ускорению обработки данных и облегчению доступа к услугам и продуктам. Например, для получения банковских услуг уже нет необходимости в посещении отделения банка; для покупки товаров в магазине уже нет необходимости ходить непосредственно в магазин, так как все можно купить дистанционно и вам это принесут в течение короткого времени. В современном цифровом мире можно работать в любой точке мира, учиться в разных учебных заведениях, находящихся на значительном расстоянии от фактического места пребывания человека. Мы ведем к тому, что цифровая трансформация порождает абсолютно новые правила, по которым функционирует мировая экономика. Прошлый опыт не в состоянии дать точную характеристику современному контексту, так как ничего подобного ранее не наблюдалось. Это подчеркивает тот факт, что нельзя игнорировать меняющийся контекст, напротив, необходимо отслеживать, как он с течением времени видоизменяется, с целью разработки качественной стратегии, соответствующей актуальным условиям бизнес-среды.

Необходимо отметить, что те или иные показатели, например цены на нефть, могут меняться с течением времени и в изменяющемся контексте прошлый опыт не позволяет достаточно точно объяснить динамику этих цен. Здесь следует упомянуть о таком явлении, как «новая нормальность». Термин «новая нормальность» относится к изменениям в экономических отношениях и социальной сфере, возникновение которых происходит после экономических кризисов или существенных потрясений, существенным образом отличающихся от докризисного «старого нормального» состояния⁹⁰.

⁹⁰ Плиев, С.М. «Новая нормальность» в современном мире: исторические аспекты и актуальные политические практики. Новое прошлое / The New Past, 2021, № 3, С. 214–220. DOI 10.18522/2500-3224-2021-3-214-220

Концепция «новой нормальности» впервые была использована в связи с последствиями Первой мировой войны и с тех пор применялась к различным событиям, таким как мировой финансовый кризис 2008 года, пандемия COVID-19, геополитическая напряженность на Ближнем Востоке и на Украине.

Так, например, во время пандемии COVID-19 «новой нормой» стала удаленная работа и онлайн-образование, изменилось социальное взаимодействие. На рынке нефти и газа для большинства западных стран в условиях геополитической напряжённости «новой нормой» является покупка российских энергоресурсов, но не напрямую, а через третьи страны. «Новая нормальность» в туризме заключается в том, что во многие страны из России возможно добраться только через третьи страны, без возможности прямого перелета.

И таких примеров в социально-экономическом пространстве огромное количество. Изменение паттернов поведения и переход к «новой нормальности», которая имеет свойство довольно часто меняться, существенно усложняет процесс построения качественных прогнозов. В таких условиях прогнозирование на основе прошлого опыта неработоспособно, так как социально-экономические процессы в настоящее время, а тем более в будущем, будут протекать под воздействием абсолютно другого контекста и сложившихся реалий.

Таким образом, реальные социально-экономические системы являются нелинейными и демонстрируют сложные взаимодействия, которые проблематично отразить в моделях. Сложность и скорость структурных изменений социально-экономических систем существенно влияют на точность прогнозов, поскольку при помощи традиционных моделей прогнозирования практически невозможно охватить весь масштаб этих преобразований и обозначить их зависимость между собой. Необходимо искать новые инструменты, которые позволят одновременно анализировать

эволюцию социально-экономической системы и контекст, в котором эта эволюция происходит.

Таким образом, разработка сценариев на основе имплементации принципа «наше будущее уже было», либо другими словами «всё новое — это забытое старое», представляется абсолютно неработоспособным подходом в современных реалиях. Как мы уже ранее отмечали, логика сценарного анализа должна базироваться на двух основных принципах: принципе наследственности и принципе изменчивости.

2.3 Причинно-следственные петли социально-экономической динамики

Причинно-следственные петли представляют собой парадокс, суть которого заключается в том, что некоторая последовательность событий является взаимной причиной друг друга⁹¹. Другими словами, причинно-следственные петли — это теоретическое предположение, в котором событие является одной из причин другого события, которое, в свою очередь, является одной из причин первого упомянутого события. Такие каузально-закольцованные события существуют в пространственно-временном континууме, но их происхождение не может быть определено⁹².

Ф.Лобо и П.Кроуфорд обосновали парадокс, связанный с причинно-следственными петлями на очень доступном примере. Они предлагают представить, что путешественник во времени возвращается в свое прошлое и передает своему молодому «я» руководство по созданию машины времени. Затем этот молодой «я» строит машину времени в течение многих лет и в конце концов возвращается в прошлое, чтобы передать руководство самому себе в прошлом. Машина времени существует в будущем, потому что она была

⁹¹ Lobo, F., Crawford, P. Time, Closed Timelike Curves and Causality. *The Nature of Time: Geometry, Physics and Perception*. NATO Science Series, vol 95. Springer, Dordrecht, 2003, pp. 289-296. https://doi.org/10.1007/978-94-010-0155-7_30.

⁹² Smith, Nicholas J.J. Time Travel. *Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2021 Edition), Edward N. Zalta (eds). Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2021. [Электронный ресурс]. URL: <https://plato.stanford.edu/archives/fall2021/entries/time-travel/> (дата обращения: 28.05.2024).

построена в прошлом более молодой версией путешественника во времени. Создание машины времени стало возможным благодаря тому, что руководство было получено из будущего. Обе части, рассматриваемые сами по себе, последовательны, а парадокс возникает, если рассматривать их в целом. Можно задаться вопросом о происхождении руководства, поскольку его наличие представляет собой замкнутый цикл. Руководство никогда не создавалось, но тем не менее существует в пространственно-временном континууме, хотя нарушения причинности нет⁹³.

Таким образом, можно сделать вывод, что связь между контекстом и будущим при использовании авторегрессии является односторонней, то есть при помощи сценариев будущего невозможно интерпретировать контекст, который был в прошлом. (Рисунок 2.7)

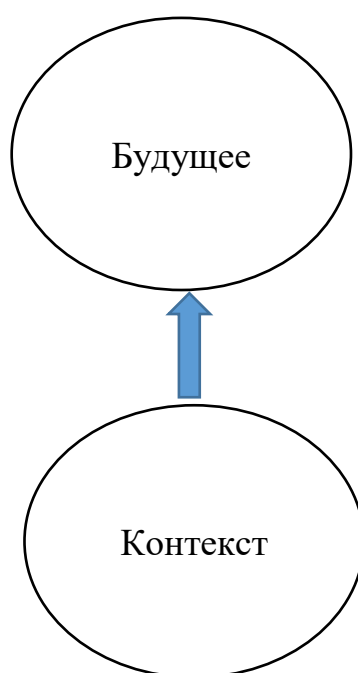


Рисунок 2.7 - Связь контекста и будущего в рамках авторегрессии⁹⁴

Особое внимание стоит обратить на диаграммы причинно-следственных петель. Диаграммы причинно-следственных петель обеспечивают язык для

⁹³ Lobo, F., Crawford, P. Time, Closed Timelike Curves and Causality. The Nature of Time: Geometry, Physics and Perception. NATO Science Series, vol 95. Springer, Dordrecht, 2003, pp. 289-296. https://doi.org/10.1007/978-94-010-0155-7_30.

⁹⁴ Составлено автором

формулирования понимания динамической, взаимосвязанной природы системы и ее возникающих свойств. Диаграмма причинно-следственных связей — это простая карта системы со всеми составляющими ее компонентами и их взаимодействиями. Охватывая взаимодействия и, следовательно, петли обратной связи, диаграмма причинно-следственных связей раскрывает структуру системы. Понимая структуру системы, становится возможным определить поведение системы в течение определенного периода времени.

Системная динамика изначально была призвана вызвать системное мышление путем эндогенизации соответствующих переменных и математического соединения причинно-следственных переменных⁹⁵. В частности, она требует перехода от изолированных событий и причин к организации системы как набора взаимодействующих частей⁹⁶.

Системное мышление и построение диаграмм причинно-следственных связей позволяет исследователям перейти от концептуального понимания одномерных проблем к законченной системной модели, содержащей десятки уравнений, каждое из которых имеет соответствующие числовые данные. После компьютеризации эти модели предлагают способы систематического тестирования сценариев, которые позволяют ответить на вопросы «что, если» и «почему»⁹⁷. Однако, VUCA-реальность ставит такой вывод под сомнение, в связи с неоднозначностью в современных реалиях касательно того, что является причиной, а что следствием.

В сложных социально-экономических системах причина и следствие часто удалены друг от друга во времени и пространстве, а отсроченные и

⁹⁵ Richardson, G. P. Reflections on the foundations of system dynamics. *System Dynamics Review*, 2011, 27(3), pp. 219–243.

⁹⁶ Kirkwood, C. W. System behavior and causal loop diagrams. *System dynamics methods: A quick introduction*, 1998, pp. 1–14.

⁹⁷ Homer, J. B., Hirsch, G. B. System dynamics modeling for public health: Background and opportunities. *American Journal of Public Health*, 2006, 96(3), pp. 452–458.

отдаленные последствия действий отличаются от их ближайших последствий и менее заметны, либо просто неизвестны⁹⁸.

Одним из непосредственных преимуществ диаграмм причинно-следственных петель является интуитивная методология построения этих диаграмм. Диаграммы причинно-следственных петель состоят из переменных и направленных связей, то есть стрелок, которые отражают причинно-следственные взаимодействия переменных.

Во-вторых, причинно-следственные связи имеют две полярности: положительную и отрицательную⁹⁹. Положительная причинно-следственная связь указывает на то, что две связанные переменные будут увеличиваться или уменьшаться вместе, то есть в одном направлении. Отрицательная полярность между двумя переменными подразумевает обратную или противоположную связь, то есть увеличение одной переменной вызывает уменьшение другой связанной переменной и наоборот. Таким образом, диаграммы причинно-следственных петель разрабатываются на основе переменных, которые имеют причинно-следственную связь: положительную или отрицательную. Продемонстрируем это на примере реализации различных инвестиционных проектов. (Рисунок 2.8)

⁹⁸ Sterman, J. D. System dynamics modeling: Tools for learning in a complex world. California Management Review, 2001, Vol. 43, No. 4, pp. 8–25.

⁹⁹ Cavana, R. Y. Integrating critical thinking and systems thinking: From premises to causal loops. System Dynamics Review, 2004, Vol. 20, No. 3, pp. 223–235.

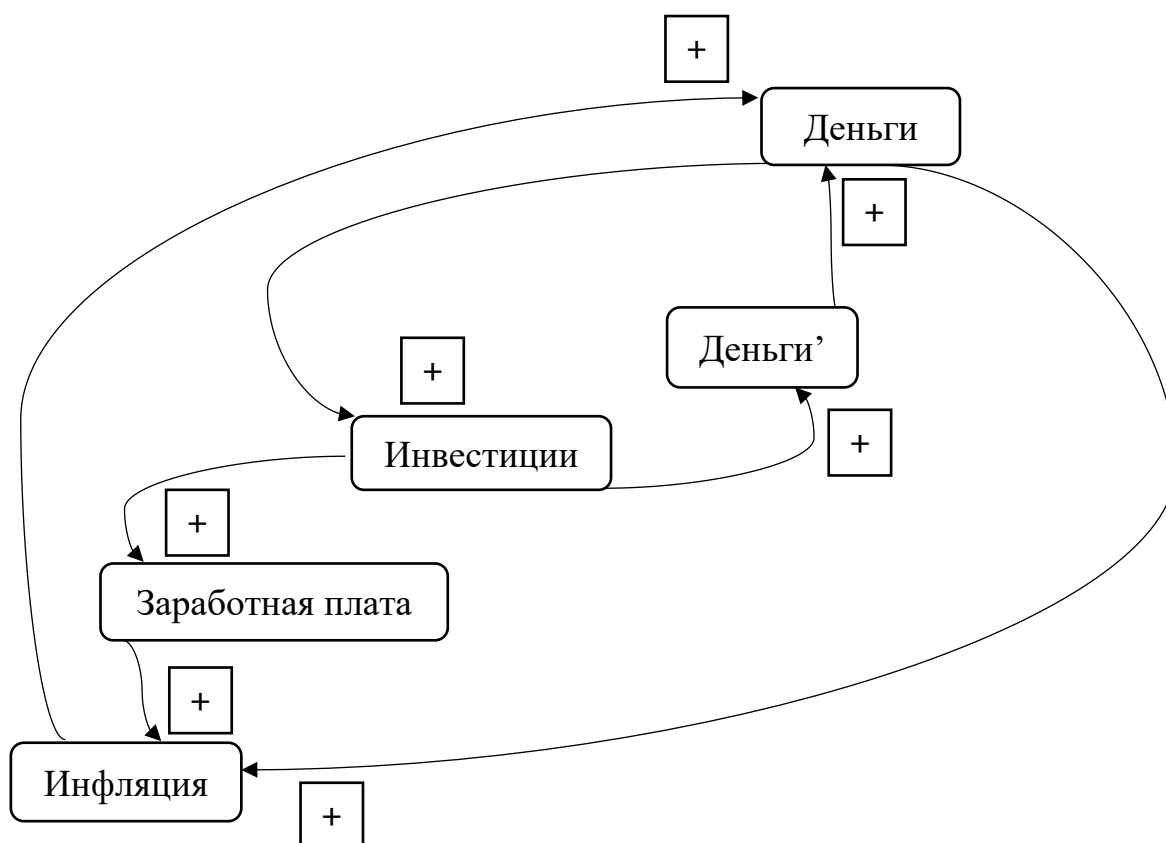


Рисунок 2.8 – Причинно-следственные петли на примере реализации инвестиционного проекта¹⁰⁰

Экономическое развитие строится на реализации различных инвестиционных проектов. Чтобы запустить инвестиционный проект необходимы базовые ресурсы, основным из них являются деньги, потому что они потом конвертируются в любой другой вид капитала: технические средства, рабочая сила и т.д. Таким образом, чтобы стимулировать инвестиционные проекты государство должно производить эмиссию денег. Благодаря инвестиционным проектам создаются рабочие места, растет заработная плата, повышается благосостояние людей, что в итоге ведет к увеличению инфляции. С другой стороны, инвестиционные проекты также порождают «новые деньги» для государства (деньги'). Это дает увеличение налогооблагаемой базы, приносит государству дополнительный доход, вследствие чего государство может тратить больше.

¹⁰⁰ Составлено автором

С другой стороны, выпуская деньги, государство порождает инфляцию. Если инфляция растет, то государству вновь необходимо печатать новые деньги, так как оно попадает в зависимость со своими социальными обязательствами, более того, необходимы деньги для реализации новых инвестиционных проектов.

После отображения всех переменных и связей становятся более очевидными петли обратной связи, либо другими словами - замкнутые контуры переменных. Последовательный и целостный рассказ о конкретной проблеме создается путем соединения переменных и связей нескольких петель¹⁰¹.

Парадокс причинно-следственных петель показывает, что порой невозможно идентифицировать, что является причиной, а что следствием. Как мы уже ранее отмечали, в современных реалиях, например, однозначно ответить на вопрос, что является причиной, а что следствием в паре цена на нефть – ставка ФРС США, представляется затруднительным. Однако, К.Грейнджер предложил процедуру тестирования, позволяющую установить причинно-следственную связь временных рядов, что в следствие получило название «причинность по Грейнджеру»¹⁰².

Тест на причинность по Грейнджеру — это тестирование гипотезы для определения того, является ли один временной ряд фактором и предоставляет ли он полезную информацию для прогнозирования другого временного ряда. Например, можем ли мы использовать ставку ФРС для прогнозирования цен на нефть в будущем, либо наоборот – использовать сегодняшние цены на нефть для прогнозирования ставки ФРС в будущем. Этот метод представляет собой вероятностный учет причинности, он использует эмпирические наборы данных для поиска закономерностей корреляции. Рассмотрим, причинность по Грейнджеру на примере цен на нефть и ставки ФРС, где в качестве X взяты

¹⁰¹ Kim, D. H. Guidelines for drawing causal loop diagrams. *The Systems Thinker*, 1992, 3(1), pp. 5–6.

¹⁰² Granger, C. W. J. Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *Econometrica*, 1969, Vol. 37, No. 3, pp. 424–438. DOI: 10.2307/1912791.

среднегодовые цены на нефть марки Brent за период с 1987 года по 2023 год, а в качестве Y выступает среднегодовая ставка ФРС за аналогичный период. (Таблица 2.2)

Таблица 2.2 – Причинность по Грейнджеру на примере цен на нефть марки Brent и ставки ФРС США¹⁰³

Тест на причинность по Грейнджеру: $Y = f(X)$	
F	p-value
0.982723618774422	0.328740843575384
Тест на причинность по Грейнджеру: $X = f(Y)$	
F	p-value
2.54988930859949	0.11983509084621

Так, проведенный тест на причинность по К.Грейнджеру, согласно меньшему р-значению в функции $X = f(Y)$, указывает на то, что причиной в анализируемой паре факторов является ставка ФРС, а следствием – цена на нефть марки Brent.

Согласно К.Грейнджеру, причинно-следственную связь становится возможным определить исходя из 2 принципов:

- Возникновение причины происходит раньше, чем ее следствие;
- Причина обладает уникальной информацией о будущем значении ее следствия.

Однако, у этого подхода есть существенный недостаток. При первоначальном определении причинности по Грейнджеру игнорируется учет скрытых фоновых факторов, а также не происходит фиксация мгновенных и нелинейных причинно-следственных связей.

¹⁰³ Составлено автором на основе Wessa, P. Bivariate Granger Causality (v1.0.4) in Free Statistics Software (v1.2.1). Office for Research Development and Education, 2016. [Электронный ресурс]. URL: http://www.wessa.net/rwasp_grangercausality.wasp/ (дата обращения: 11.11.2024).

Причинность тесно связана с идеей причины и следствия, хотя это не совсем одно и то же. Переменная X причинно связана с переменной Y , если X является причиной Y или Y является причиной X . Однако в случае с причинно-следственной связью Грейнджера мы не проверяем истинную причинно-следственную связь, мы лишь определяем, предшествует ли определенная переменная другой во временном ряду. Другими словами, если обнаружить в анализируемых данных причинно-следственную связь по Грейнджеру, то это не будет причинно-следственной связью в истинном смысле этого слова. Однако, справедливости ради стоит отметить, что такие недостатки присущи любому статистическому методу.

Это опять же подтверждает целесообразность нашего подхода сценарного анализа, базирующегося на принципах наследственности и изменчивости, и проводимого при помощи построения модели будущего инструментами машинного обучения.

Очевидным недостатком диаграмм причинно-следственных связей является чрезмерное упрощение реальности. Диаграммы причинно-следственных связей упрощают сложную сеть отношений внутри социально-экономических систем до причинно-следственных петель. Такое упрощение может упускать из виду различные связи между элементами системы и их взаимодействия, которые могут иметь решающее значение для точных прогнозов будущего. Например, причиной снижения спроса на определенную группу товаров необязательно является рост ее стоимости, причиной могли быть и изменения потребительских предпочтений, снижение качества товара и другие причины.

Упрощая представление взаимодействия различных элементов социально-экономических систем, игнорируются «неочевидные» связи между различными факторами, что представляет собой чрезмерно упрощенную абстракцию реальности. В процессе моделирования некоторые детали будут упущены из виду, что потенциально может привести к неполному или неточному представлению динамики анализируемой социально-

экономической системы. По сути, игнорируется обозначенный нами принцип изменчивости, предполагающий учет контекста.

Диаграммы причинно-следственных связей обеспечивают статическое представление динамики социально-экономической системы в определенный момент времени, что также является серьезным недостатком этого подхода. Они могут не отражать динамическую природу социально-экономических систем, в которых элементы системы и их отношения меняются с течением времени, что приводит к серьезным неточностям при увеличении горизонта прогнозирования. В качестве примера можем привести геополитические отношения различных стран, в частности переориентацию российской экономики с Запада на Восток. Изменчивость различных факторов не позволяет рассматривать социально-экономические системы в статичном положении.

Хоть диаграммы причинно-следственных связей и являются полезными инструментами для визуализации сложных социально-экономических систем и выявления петель обратной связи, они имеют существенные ограничения для использования в сценарном анализе.

В целом системная динамика обеспечивает подход к моделированию эволюции сложных систем во времени и анализу эффектов нелинейности, связанной с петлями обратной связи и временными задержками. Подход предполагает анализ системы, где внимание сосредоточено на временных связях между ее составляющими компонентами. Во многих случаях коллективное поведение системы невозможно вывести из характеристик отдельных компонентов. Доверие к системной динамике как к инструменту прогнозирования было несколько подорвано еще более 50 лет назад предсказаниями Римского клуба, основанными на моделях о том, что в мире к концу 20 столетия закончится нефть и ряд других полезных ископаемых¹⁰⁴.

¹⁰⁴ Robinson, W.C. The limits to growth: A report for the club of Rome's project on the predicament of mankind Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows, Jergen Randers, and William W. Behrens, III. Demography 10, 1973, pp. 289–299.

Рассматривая системную динамику, нельзя не упомянуть один из методов имитационного моделирования – агентное моделирование. Агентное моделирование — полезный метод описания сложных систем, демонстрирующих эмерджентное поведение. Например, данный подход активно применяется в финансах. Этот подход сочетает в себе идеи из различных дисциплин, включая, биологию, социологию, теорию игр и наработки в области искусственного интеллекта. В этих моделях множество автономных субъектов полагаются на ограниченную информацию для принятия решений, пытаясь максимизировать свою собственную выгоду¹⁰⁵. Агенты учатся, адаптируясь к окружающей среде, в результате чего их коллективные действия могут привести к эмерджентному поведению¹⁰⁶.

Однако, агентное моделирование в построении прогнозов имеет свои ограничения, которые важно учитывать для получения точных результатов. Одним из ключевых ограничений является проблема точного представления поведения человека в модели. Это очень важно, поскольку человеческое поведение может быть сложным и зависеть от различных факторов. Более того, использование допущений и оценок при агентном моделировании вносит определенный уровень неопределенности, поскольку эти предположения не всегда могут совпадать с реальным положением вещей, что в свою очередь влияет на точность прогнозов.

Причинно-следственные петли могут существенно повлиять на прогнозирование, создавая сложности, которые затрудняют точное предсказание будущего поведения социально-экономической системы. Эти петли могут создавать экспоненциальный рост или спад, колебания или движение к равновесию, которые трудно уловить с помощью традиционных методов прогнозирования. Усиливающие и уравнивающие циклы в причинно-следственных диаграммах могут привести к нелинейному

¹⁰⁵ Orrell, D. System economics: Overcoming the pitfalls of forecasting models via a multidisciplinary approach. International Journal of Forecasting, 2009, Vol. 25, No. 4, pp. 734-743.

¹⁰⁶ Samanidou, E. Agent-based models of financial markets. Reports on Progress in Physics, 2007, Vol. 70, pp. 409-450.

поведению, поэтому необходимо использовать передовые методы моделирования и рассматривать множество сценариев для учета неопределенности, вносимой этими циклами.

Таким образом, непонимание причинно-следственных связей социально-экономической динамики является существенной проблемой в сценарном планировании. Концепция разработки сценариев на основе имплементации принципа «наше будущее определяется действием факторов в настоящем» предполагает:

- 1) деление всех параметров картины будущего на зависимые и независимые переменные;
- 2) понимание причинно-следственных связей между независимыми и зависимыми переменными;
- 3) наблюдаемость независимых и изменяемость зависимых переменных.

В стабильных условиях с предсказуемой социально-экономической динамикой подобные факторные модели реальности позволяли получать неплохие прогнозы и строить правдоподобные сценарии. В наши дни эта концепция уже не кажется безупречной. То, что раньше казалось следствием, сегодня вполне может оказаться причиной.

3. КОНЦЕПЦИЯ И МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭВОЛЮЦИОННО-КОНТЕКСТНОГО СЦЕНАРНОГО АНАЛИЗА

3.1 Понятие и значение контекста ситуационной динамики для сценарного анализа

Эффективность и качество стратегических решений, несмотря на всю парадоксальность задачи стратегического планирования, о чём, в частности шла речь в главе 1, в первую очередь зависит именно от способности исследователя и используемых им аналитических инструментов предсказывать развитие событий. В стремлении предсказать то, что может произойти в будущем, исследователи традиционно либо ищут закономерности в самой последовательности событий, либо пытаются установить связь событий и контекста, в котором они возникают. В самом широком смысле под контекстом события понимается тот фон, который сопровождает появление, течение и окончание события, иными словами, то, что предшествует его появлению, что сопровождает его и что происходит после него.

Закономерности происходящих событий, традиционно оформляются моделями временных рядов, функции которых либо подбираются методом наименьших квадратов и могут иметь полиномиальные выражения очень высоких порядков, либо описываются с помощью метода скользящей средней за определенный период времени. Если в первом случае будущее событие прогнозируется просто с помощью задания горизонта события на временном ряде определенного порядка, то во втором случае кроме горизонта события важна продолжительность предыдущего периода, в котором надо брать усредненные значения. Очевидно, что инструментарий, используемый для описания временных рядов, не позволяет комплексно учесть контекст происходящих событий, поскольку всё внимание здесь уделяется лишь тому, что им предшествовало. Фон, на котором эти события происходят, факторы, которые стимулировали их возникновение, а также последствия событий остаются вне анализа.

Нетрудно проверить, что и полином 6-го порядка, и скользящая средняя будут давать прогностические оценки будущих цен на нефть, весьма далёкие от действительности.

Так, при смене тренда и высокой волатильности, полином 6-го порядка демонстрирует значительно отличающийся прогноз от фактического значения. (Рисунок 3.1)

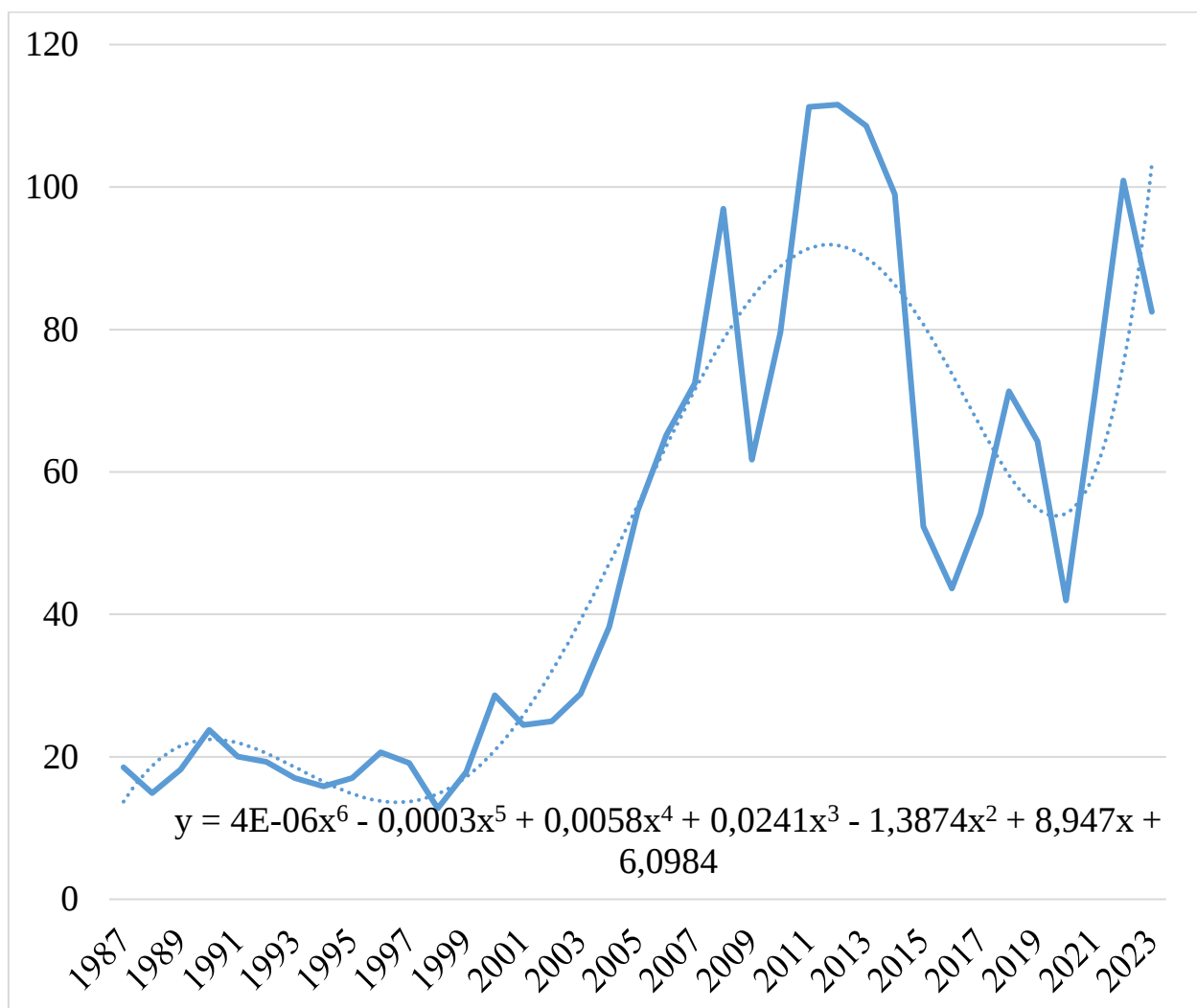


Рисунок 3.1 - Описание временного ряда динамики среднегодовых цен на нефть марки Brent в период с 1987 по 2021 гг. полиномом 6-го порядка вида:

$$y = 4E-06x^6 - 0,0003x^5 + 0,0058x^4 + 0,0241x^3 - 1,3874x^2 + 8,947x + 6,0984^{107}$$

Неточными оказываются прогнозы и на основе метода скользящей средней с разным периодом. (Приложение 3, Рисунок 3.2)

¹⁰⁷ Рассчитано и составлено автором

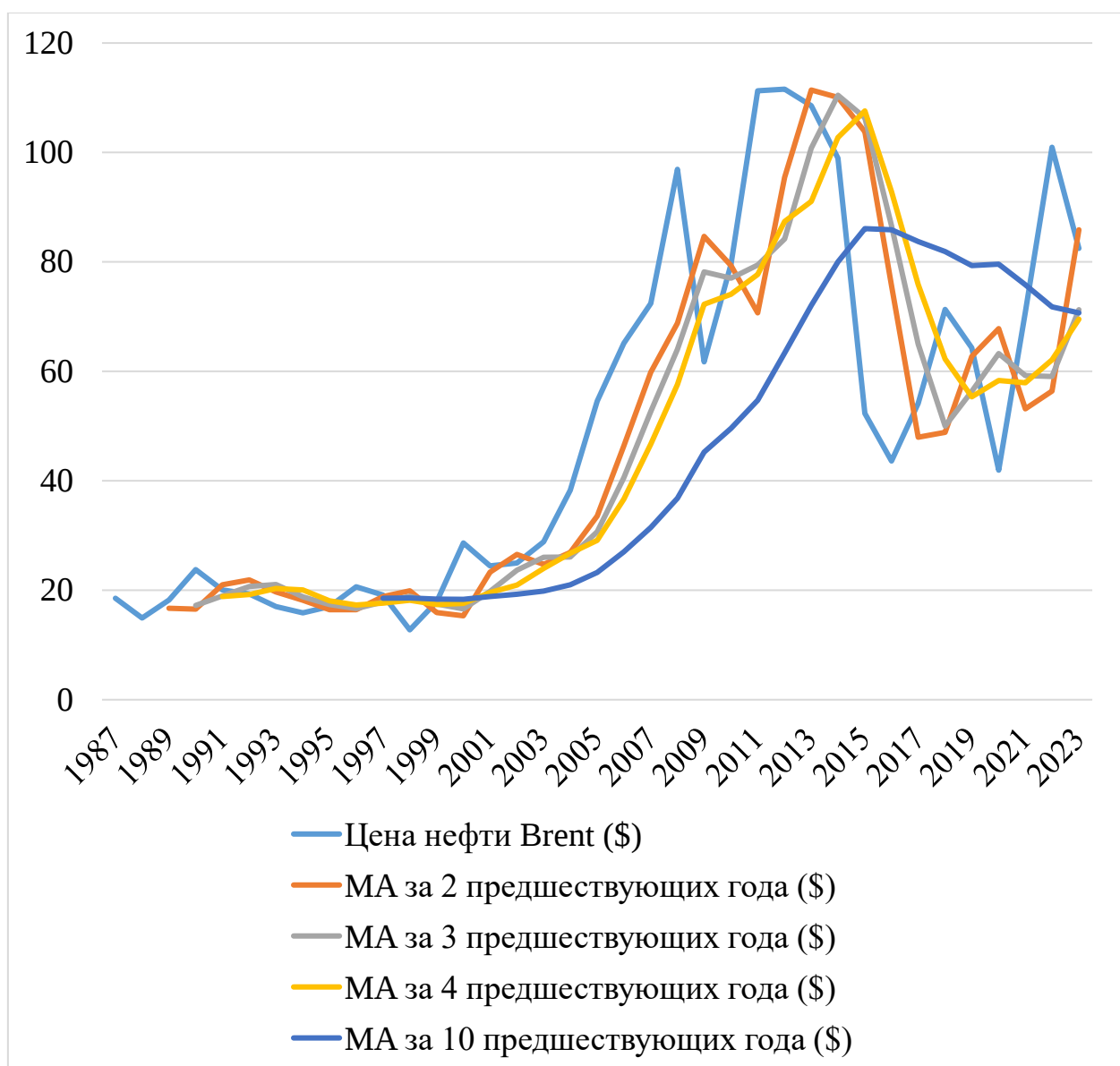


Рисунок 3.2 - Описание временного ряда динамики среднегодовых цен на нефть марки Brent в период с 1997 по 2023 гг. методом скользящей средней за разный период¹⁰⁸

Очевидно, что в периоды смены тренда, скользящая средняя нерепрезентативна, так как является запаздывающим индикатором, что выделяется на рисунке 3.2, например, по результатам в 2009, 2011, 2015 году.

Слабые предсказательные способности указанных моделей - результат их неспособности распознавать и классифицировать контекст складывающейся последовательности событий, даже такой простой. Способность распознавания ситуации в определяющей степени зависит от способности инструментальных моделей обучаться, прежде всего, не

¹⁰⁸ Рассчитано и составлено автором

допускать ошибок в интерполяции. Модели временных рядов – это описательные модели, и они не способны обучаться по определению, поскольку изначально перед такими моделями не ставилась задача распознавания. Поэтому решения, которые они смогут предлагать, целиком и полностью определяются только их функциональной формой. Другое дело математические модели распознавания образов, к которым относятся логико-алгебраические модели, модели кластерного и дискриминантного анализа, а также их частный случай, получивший развитие в области обработки больших данных и машинном обучении, модели искусственных нейронных сетей.

Для распознавания контекста воспользуемся моделью алгебраической логики. Основы алгебры логики были заложены в первой половине 19 века Д.Булем, поэтому ее еще называют булевой алгеброй. Она представляет собой раздел математической логики, в рамках которого изучаются операции над логическими высказываниями. Под логическими высказываниями понимаются предложения, относительно которых есть смысл утверждать, являются ли они истинными или ложными.

Операции над логическими выражениями включают конъюнкцию (логическое умножение), дизъюнкцию (логическое сложение) и отрицание. Дизъюнкция $A \oplus B$ (A или B) истинна при условии, если истинным является хотя бы одно из исходных высказываний. Отрицание $\bar{A}$ высказывания A (не A) будет истинным только в том случае, когда исходное высказывание ложно¹⁰⁹.

Исходные логические выражения в логической системе носят название логических переменных. Комбинируя логические переменные, используя операции конъюнкции, дизъюнкции и отрицания, мы конструируем логические функции.

Наиболее интересными из всех возможных наборов логических функций являются функции $\bar{A} \oplus B$ и $A \otimes B \oplus \bar{A} \otimes \bar{B}$, которые выражают определенные отношения между переменными A и B .

¹⁰⁹ Шарипбай, А. А. Математика для компьютерных наук : учебное пособие / А. А. Шарипбай. – Астана, 2017. – 153 с.

Функция $\bar{A} \oplus B$ показывает определенную связь переменных A и B . Это связь носит название импликации и записывается как $A \rightarrow B$, а читается как если A предстает истиной, то и B тоже будет истиной. В данном контексте, если утверждение B ложно, то истинность всей функции подразумевает, что A также ложно. Но в то же время, если B истинно, то A может быть, как истинным, так и ложным.

Говоря о логической функции $A \otimes B \oplus \bar{A} \otimes \bar{B}$, согласно логическим операциям, можем утверждать, что переменные A и B являются эквивалентными, то есть, или обе переменные является истинными, или A и B являются ложными. Такое отношение принято записывать в виде $A \Leftrightarrow B$, что читается, как « A эквивалентно B »¹¹⁰.

Обе логические функции интересны тем, что утверждение их истинности накладывает определенные отношения на рассматриваемые логические переменные. Интересна и обратная ситуация. Если утверждения или предположения об отношениях между логическими переменными истинны, то эти утверждения можно связать с соответствующей логической функцией и утверждать, что она истинна.

К логическим операциям над выражениями применяются следующие основные правила булевой алгебры:

1. $A \oplus A \Leftrightarrow A$
2. $A \otimes A \Leftrightarrow A$
3. $A \oplus B \Leftrightarrow B \oplus A$
4. $A \otimes B \Leftrightarrow B \otimes A$
5. $A \otimes (B \oplus C) \Leftrightarrow A \otimes B \oplus A \otimes C$
6. $A \oplus (B \otimes C) \Leftrightarrow (A \oplus B) \otimes C \Leftrightarrow A \oplus B \otimes C$
7. $A \otimes (B \otimes C) \Leftrightarrow (A \otimes B) \otimes C \Leftrightarrow A \otimes B \otimes C$
8. $A \oplus B \otimes C \Leftrightarrow (A \otimes B) \oplus (B \otimes C)$

¹¹⁰ Ефремов, В. С. Мониторинг эффективности научно-образовательного комплекса вуза: монография. – М.: Государственный университет управления, 2008. – 133 с.

9. $(\overline{A \otimes B}) \Leftrightarrow \overline{A} \oplus \overline{B}$
10. $\overline{A \oplus B} \Leftrightarrow \overline{A} \otimes \overline{B}$
11. $A \oplus I \Leftrightarrow I$
12. $A \otimes I \Leftrightarrow A$
13. $A \oplus \emptyset \Leftrightarrow A$
14. $A \otimes \emptyset \Leftrightarrow \emptyset$
15. $A \oplus \overline{A} \Leftrightarrow I$
16. $A \otimes \overline{A} \Leftrightarrow \emptyset$
17. $A \oplus A \otimes B \Leftrightarrow A$
18. $A \oplus \overline{A} \otimes B \Leftrightarrow A \oplus B^{111}$

Логическую функцию можно считать заданной при условии, что есть возможность определения истинности значения функции для всех возможных комбинаций значений составляющих ее переменных. Таблица, представляющая эти комбинации, называется базисом функции. Если под 1 отражать истинные значения, а под 0 ложные, то базис функции, построенный на множестве логических переменных $X_1, X_2, X_3, \dots, X_N$, где N – число переменных, будет включать N строк и 2^N колонок, где первая строка содержит чередующиеся единицы и нули, вторая – чередующиеся пары единиц и нулей, третья – чередующиеся четверки нулей и единиц и так далее. Последняя, N -я строка базиса будет состоять из чередующихся комплектов 2^{N-1} нулей и 2^{N-1} единиц.

Если построить базис логических функций, например, на множестве 3 переменных $\{X_1, X_2, X_3\}$, то получаем следующую картину, отраженную в таблице 3.1.

¹¹¹ Ефремов, В. С. Мониторинг эффективности научно-образовательного комплекса вуза: монография. – М.: Государственный университет управления, 2008. – 133 с.

Таблица 3.1 – Базис логической функции¹¹²

	0	1	2	3	4	5	6	7
X ₁	0	1	0	1	0	1	0	1
X ₂	0	0	1	1	0	0	1	1
X ₃	0	0	0	0	1	1	1	1

На практике довольно редко строится полный базис, так как логическая функция как правило основывается на многих логических переменных, что порождает проблему размерности. Так, если, допустим, взять 10 логических переменных, то полный базис будет содержать $2^{10} = 1024$ столбцов. Увеличив количество логических переменных, скажем до 25, мы получим уже 33554432 столбца. Сложно пока представить компьютер, способный представить матрицу такой размерности, да и это не к чему. Вместо полного базиса логической функции рекомендуется использовать сокращенный базис, который включает только те столбцы полного базиса, которые удовлетворяют априорным логическим утверждениям, составляющим логическую функцию.

Для построения сокращенного базиса нужно все исходные логические высказывания $\{F_1, F_2, F_3, \dots, F_P\}$ над множеством логических переменных $\{X_1, X_2, X_3, \dots, X_N\}$ привести к истинному виду. (Рисунок 3.3)

$$\begin{cases} F_1(X_1, X_2, X_3, \dots, X_N) = I \\ \vdots \\ F_P(X_1, X_2, X_3, \dots, X_N) = I \end{cases}$$

Рисунок 3.3 – Истинный вид исходных логических высказываний¹¹³

Полученные истинные логические функции должны быть перемножены, поскольку соответствующие им высказывания должны быть истинными

¹¹² Ефремов, В. С. Мониторинг эффективности научно-образовательного комплекса вуза: монография. – М.: Государственный университет управления, 2008. – 133 с.

¹¹³ Ефремов, В. С. Мониторинг эффективности научно-образовательного комплекса вуза: монография. – М.: Государственный университет управления, 2008. – 133 с.

одновременно. В итоге получаем новую логическую функцию, являющуюся конъюнкцией исходных логических выражений. $(E(X_1, X_2, X_3, \dots, X_N) = \prod_{i=1}^P F_i(X_1, X_2, X_3, \dots, X_N))$.

Чтобы построить сокращенный базис, трансформируем каждое слагаемое в колонку базиса путем замены истинных значений логических переменных на 1, ложных значений на 0.

Для разработки сценария в качестве логических переменных принимаются высказывания, отражающие суть определенных событий, процессов, явлений, происходящих в анализируемой сфере, которые могут принимать значения «истинно» и «ложно»¹¹⁴.

Учитывая то обстоятельство, что с каждым дополнительным фактором, количество возможных комбинаций растет в геометрической прогрессии, представляется нецелесообразным проводить расчеты вручную. Значительно облегчить этот процесс можно при помощи доступных нам технологий, а именно компьютера и высокоуровневого языка программирования. Для определения различных состояний контекста, согласно нашей логике, предлагаем использовать код, написанный на высокоуровневом языке программирования Python. (Приложение 1)

Рассмотрим работоспособность логико-алгебраического подхода на примере цен на нефть марки Brent. В качестве фоновых факторов, формирующих контекст, были выбраны: агрегат М2 (млрд долларов США); процентная ставка ФРС США (в процентах); цена золота за унцию (в долларах США); инфляция в США (в процентах); уровень безработицы в США (в процентах); ВВП США (в млрд долларов США).

Для понимания контекста, в котором меняются цены на нефть, целесообразно будет построить когнитивную карту. Вершинами этой когнитивной карты являются названные факторы, а дуги между ними указывают на взаимоотношение между этими факторами. Для установления

¹¹⁴ Ефремов, В. С. Мониторинг эффективности научно-образовательного комплекса вуза: монография. – М.: Государственный университет управления, 2008. – 133 с.

причинно-следственных связей между этими факторами воспользуемся тестом причинности К.Грейнджера. При помощи коэффициента корреляции, который варьируется от -1 до +1, отмечено, существует ли корреляция между факторами и какой она является: прямой положительной или отрицательной. Значимым будем считать коэффициент корреляции более $|-0,5|$. (Таблица 3.2)

Таблица 3.2 – Коэффициент корреляции между переменными¹¹⁵

	Цена нефти марки Brent	Агрегат M2	Процентная ставка ФРС	Цена золота	Инфляция в США	Уровень безработицы в США	ВВП США
Цена нефти марки Brent		-0,65	0,63	-0,80	-0,01	-0,20	-0,73
Агрегат M2			0,59	-0,92	-0,07	0,16	-0,97
Процентная ставка ФРС США				0,64	-0,46	0,39	0,65
Цена золота					0,01	-0,14	-0,90
Инфляция в США						0,34	0,05
Уровень безработицы в США							0,17
ВВП США							

Проведя тесты причинности по К.Грейнджеру и рассчитав коэффициенты корреляции, была построена когнитивная карта проблемной области. (Рисунок 3.4)

¹¹⁵ Рассчитано автором

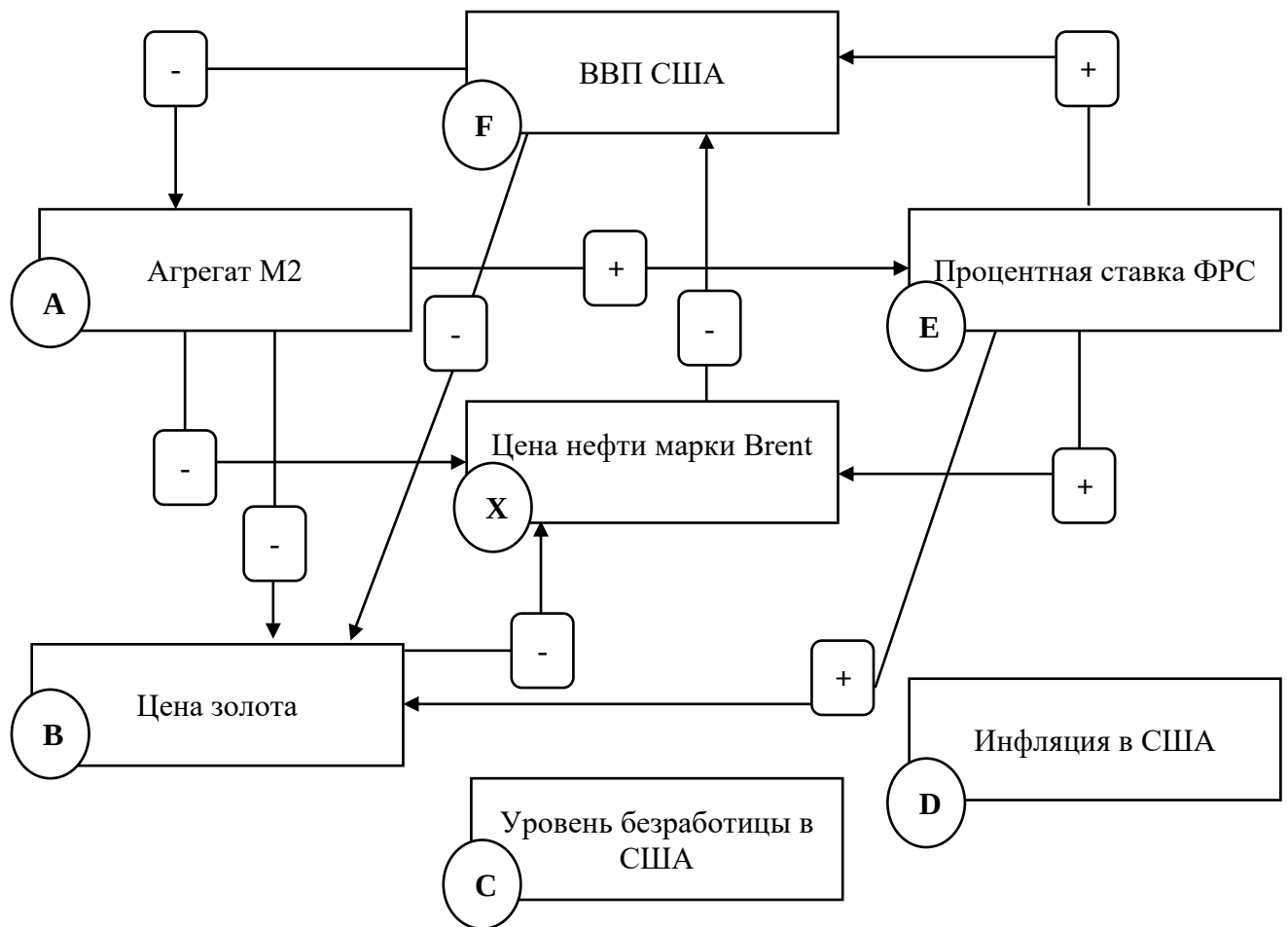


Рисунок 3.4 – Когнитивная карта проблемной области «цена нефти марки Brent»¹¹⁶

На основе построенной когнитивной карты становится возможным обозначить логические переменные и составить исходные логические суждения.

Логические переменные:

1. «Цена на нефть марки Brent растет» – X ; «цен на нефть марки Brent снижается» – $\bar{X}$;
2. «Агрегат М2 увеличивается» – A ; «Агрегат М2 уменьшается» – $\bar{A}$;
3. «Цена за унцию золота растет» – B ; «Цена за унцию золота снижается» – $\bar{B}$;
4. «Уровень безработицы в США растет» – C ; «Уровень безработицы в США снижается» – $\bar{C}$;

¹¹⁶ Составлено автором

5. «Инфляция в США растет» – D ; «Инфляция в США снижается» – $\bar{D}$;

6. «Процентная ставка ФРС США увеличивается» – E ; «Процентная ставка ФРС США уменьшается» – $\bar{E}$;

7. «ВВП США растет» – F ; «ВВП США снижается» – $\bar{F}$;

Для рассматриваемого примера возможно составить следующие логические суждения:

- Если цена на нефть снижается, то растет ВВП США: $\bar{X} \rightarrow F$;
- Если цена золота снижается, то растет цена на нефть: $\bar{B} \rightarrow X$;
- Если процентная ставка ФРС растет, то растет и цена на нефть, и цена на золото, и ВВП в США: $E \rightarrow X \oplus B \oplus F$;
- Если агрегат M2 растет, то цена на золото снижается, цена на нефть тоже снижается, а ставка ФРС США растет: $A \rightarrow \bar{B} \oplus \bar{X} \oplus E$;
- Если ВВП США снижается, то растет и агрегат M2, и цена золота: $\bar{F} \rightarrow A \oplus B$.

Преобразовав данные выражения к истинному виду и реализовав код программы из приложения 1, получаем сокращенный базис над множеством этих переменных. (Приложение 8)

В итоге получилось 9 возможных сценариев будущего. Сценарное планирование на основе алгебры логики является неплохим инструментом, однако у него есть существенный недостаток – игнорируется эволюция рассматриваемых факторов. Причинно-следственные связи могут меняться, также могут меняться уровни корреляционной связи между факторами. Решение данной проблемы видится в применении моделей машинного обучения для разработки эволюционно-контекстных сценариев бизнеса.

3.2 Возможности моделей машинного обучения для разработки эволюционно-контекстных сценариев бизнеса

Хорошие сценарии имеют фундамент, построенный на данных, рассмотренных с точки зрения эволюции и современного контекста. Однако, ограничивающим фактором для правильной оценки данных является потенциал и возможности человеческих ресурсов. Очевидно, что уже сейчас инструменты машинного обучения значительно превосходят человеческие возможности в различных областях деятельности, в том числе и в прогнозировании. Модели машинного обучения могут анализировать большие объемы данных и выявлять закономерности и тенденции, невидимые для людей, давая представление о возможных вариантах будущего. Более того, модели машинного обучения превосходят людей в скорости обработки данных в разы, что чрезвычайно важно в быстро меняющихся условиях.

Существует ограниченное количество научных работ, посвященных симбиозу сценарного планирования с моделями машинного обучения для решения проблемы обработки и анализа данных для последующего построения сценариев. В данном контексте особый интерес вызывают нейронные сети.

Первые инструменты машинного обучения на основе нейронных сетей были предложены более 80 лет назад. В.МакКаллохом и В.Питтсом в 1943 году было проведено исследование того, как нейронные сети способны изучать и трактовать информацию. При помощи абстрактной модели им удалось показать, как можно соединить вместе эти структурные единицы для представления логических функций¹¹⁷. (Рисунок 3.5)

¹¹⁷ Mcculloch, W.P. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. Bull. Math. Biol. 1943, Vol. 5, pp. 115–133.

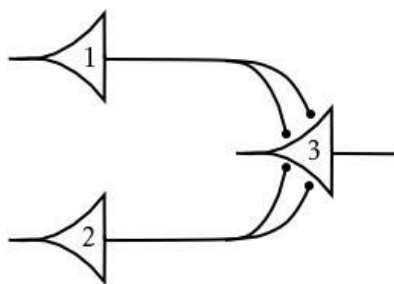


Рисунок 3.5 - Логическая функция «ИЛИ», представленная тремя нейронами. (Нейрон 3 активно срабатывает, если хотя бы один из нейронов 1 и 2 активен)¹¹⁸

Одной из основных целей изучения нейронных сетей на раннем этапе была интерпретация различных механизмов нейрофизиологии. Пожалуй, среди наиболее значительных достижений в этой области является предложенный Д.Хеббом принцип обучения. Суть данного принципа заключается в том, что обучение нейронных сетей происходит путем укрепления связей между нейронами, которые активны одновременно¹¹⁹.

Базовым элементом нейронной сети является модель искусственного нейрона, с которой ассоциируется функция перевода одного или нескольких сигналов на входе в один выходной. По определенным правилам такие нейроны объединяются в сеть, через которую происходит преобразование сигналов на входе всех нейронов и итоговый сигнал на выходе из сети в целом. Способность искусственной нейронной сети к распознаванию ситуаций в том или ином контексте входных сигналов развивается в процессе её обучения. (Рисунок 3.6)

¹¹⁸ Mcculloch, W.P. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. Bull. Math. Biol. 1943, Vol. 5, pp. 115–133.

¹¹⁹ Hebb, D.O. The organization of behavior: A neuropsychological theory. New York: Wiley, 1949, 335 p.

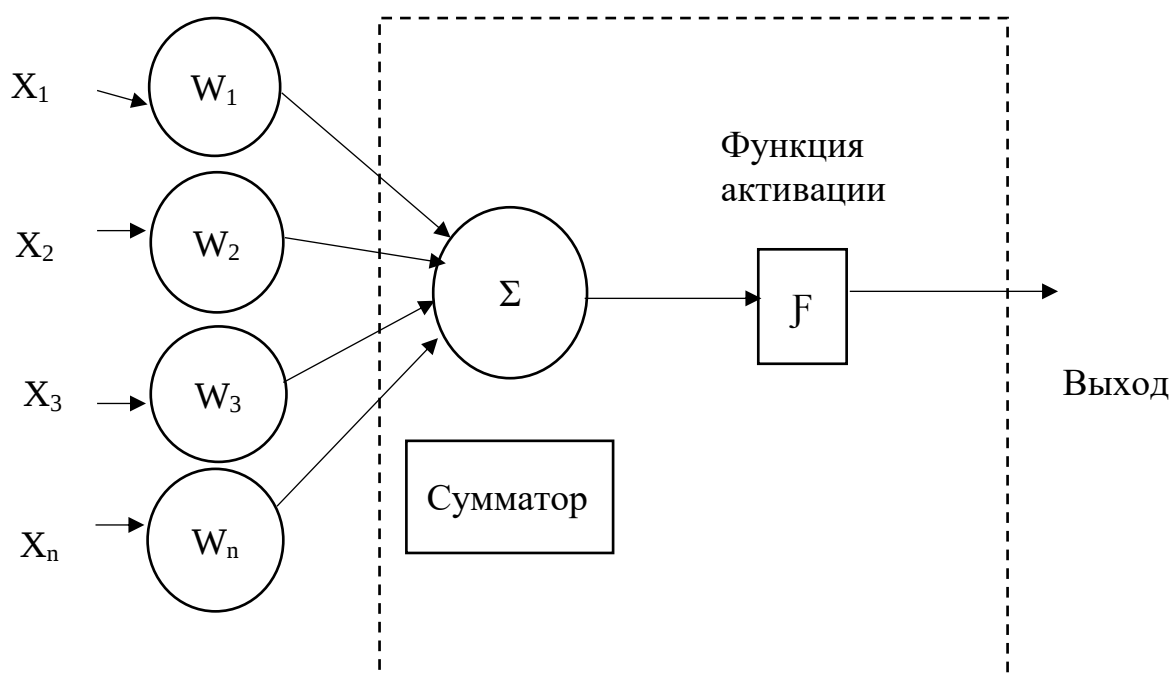


Рисунок 3.6 – Принципиальная схема искусственного нейрона с активационной функцией¹²⁰

$X_1, X_2 \dots X_N$ - являются входными сигналами, а $W_1, W_2 \dots W_N$ являются весами, на которые умножаются соответствующие входные сигналы. Далее это все поступает на суммарный блок. Далее полученный сигнал при помощи активационной функции преобразуется в выходной сигнал, который может принимать вид как конечного результата действия сети, так и быть входным сигналом для следующего нейрона¹²¹.

В контексте построения эволюционно-контекстных сценариев особый интерес вызывают рекуррентные нейронные сети, которые представляют собой тип искусственной нейронной сети, которая использует последовательные данные или данные временного ряда. Другими словами, рекуррентные нейронные сети – это алгоритмы с внутренней памятью, что делает их пригодными для последовательного анализа данных и обеспечивает более глубокое понимание последовательности и ее значения¹²².

¹²⁰ Уоссермен, Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика / Ф. Уоссермен; пер. с англ. Ю. А. Зуева, В. А. Точенова; под ред. А. И. Галушкина. – М.: Мир, 1992. – 184 с.

¹²¹ Тягунов, А. Г. Применение искусственных нейронных сетей в материаловедении: учебное пособие / А. Г. Тягунов, О. Б. Мильдер, Д. А. Тарасов, А. П. Сергеев. – Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2021. – 68 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://znanium.com/catalog/product/1936329> (дата обращения: 22.06.2024).

¹²² Соловьева, Е. Б. Рекуррентные нейронные сети в качестве моделей нелинейных динамических систем / Е. Б. Соловьева // Цифровая обработка сигналов. – 2018. – № 1. – С. 18–27.

Особый интерес вызывают рекуррентные сети с долгой краткосрочной памятью (LSTM), которые впервые были представлены З.Хохрайтером и Ю.Шмидхубером в конце 90-х годов прошлого века. LSTM представляет собой тип архитектуры нейронных рекуррентных сетей, отличительной особенностью которых является способность обучения долговременным зависимостям¹²³. Преимущество сетей LSTM заключается в том, что в модель запоминает как краткосрочные, так и долгосрочные значения в сети. Поэтому сети LSTM в основном используются для последовательного анализа данных, в том числе и для анализа временных рядов.

Эти сети могут обнаруживать временные зависимости путем передачи информации, полученной от одного временного шага к последующим, что достигается с помощью циклов обучения, которые вводят зависимости отложенной активации между элементами обработки¹²⁴. На рисунке 3.6 представлен пример сети LSTM с одним входным объектом X, одним скрытым слоем с несколькими модулями, которые также называются ячейками памяти, и одним выходным объектом Y. (Рисунок 3.7)

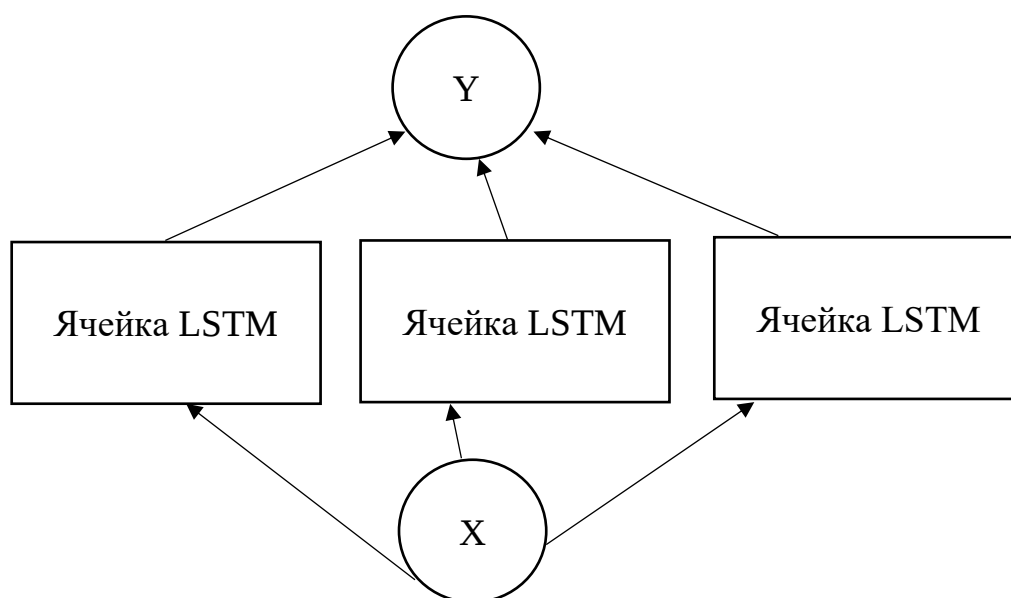


Рисунок 3.7 – Упрощенный пример сети LSTM¹²⁵

¹²³ Hochreiter, S. Schmidhuber, J. Long Short-Term Memory. Neural Computation, 1997, Vol. 9, pp. 1735-1780.

¹²⁴ Marhon, S.A., Cameron, C.J.F., Kremer, S.C. Recurrent Neural Networks // Handbook on Neural Information Processing / M. Bianchini, M. Maggini, L. Jain (eds). Berlin, Heidelberg: Springer, 2013, Vol. 49, pp. 29-65.

¹²⁵ Fjellström, C. Long Short-Term Memory Neural Network for Financial Time Series. 2022 IEEE International Conference on Big Data. 2022, pp. 3496-3504.

Структура сети LSTM состоит из ряда ячеек LSTM, каждая из которых имеет набор «вентилей» (входных, выходных и «вентилей» забывания), которые контролируют поток данных в ячейку и из нее. «Вентили» используются для выборочного забывания или сохранения информации из предыдущих временных шагов, позволяя LSTM поддерживать долгосрочные зависимости во входных данных. Ячейка LSTM также имеет ячейку памяти, которая хранит информацию из предыдущих временных шагов и использует ее для влияния на выходные данные ячейки на текущем временном этапе. Выходные данные каждой ячейки LSTM передаются в следующую ячейку в сети, что позволяет LSTM обрабатывать и анализировать последовательные данные за несколько временных этапов¹²⁶. В сценарном анализе такая способность рассмотрения временных рядов моделью LSTM позволяет соблюсти выдвинутые нами ранее принципы наследственности и изменчивости. (Рисунок 3.8)

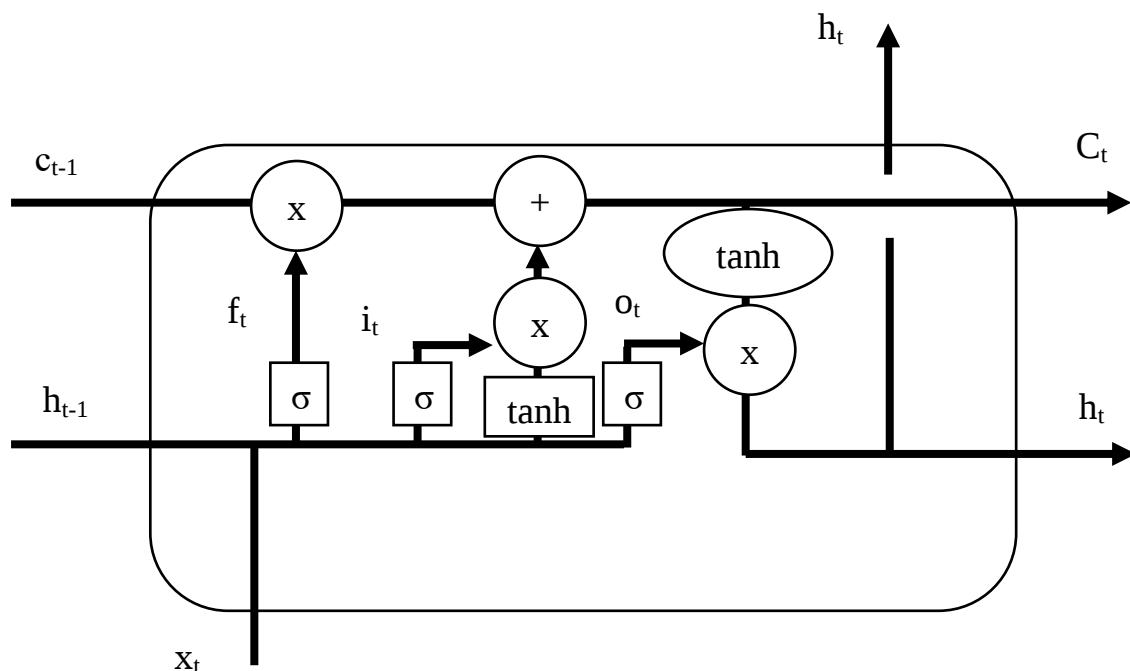


Рисунок 3.8 – Базовый блок LSTM¹²⁷

¹²⁶ Gers, F. A., Schmidhuber, J., Cummins, F. Learning to Forget: Continual Prediction with LSTM // Neural Computation. 2000, Vol. 12, pp. 2451-2471.

¹²⁷ Ceschini, A., Rosato, A., Panella, M. Design of an LSTM Cell on a Quantum Hardware // IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs. 2022, Vol. 69, pp. 1822-1826.

Базовый блок LSTM на рисунке 3.7 имеет три входа. Первый представлен как x_t , где t — временной индекс выборки данных, который также связан с конкретной ячейкой развернутой цепочки; второй вход h_{t-1} — это «скрытое» состояние, вычисленное в предыдущей ячейке, а третий вход c_{t-1} — это предыдущее состояние ячейки. Кроме того, ячейка имеет три вентиля: входной вентиль (i_t), вентиль забывания (f_t) и вентиль выхода (o_t). Кроме того, каждый вентиль имеют сигмовидную (σ) или гиперболический тангенс ($\tanh$) функции активации¹²⁸.

Объясним принцип работы модели LSTM на простых примерах. Мыслительный процесс человека каждый раз не начинается с чистого листа. В процессе чтения какого-либо материала, будь это новости, художественное произведение или научная статья, человек способен понимать смысл каждого последующего слова на основе значений предыдущих слов. Другим примером может служить чтение или общение на иностранном языке, когда некоторые слова могут быть неизвестны, однако, за счет известных слов становится возможным идентифицировать суть и догадаться, что значат неизвестные слова. Схожий принцип лежит в основе LSTM.

Благодаря рекуррентным нейронным сетям становится возможным решение проблемы прогнозирования и идентификации возможных событий при помощи имеющейся информации о прошлом, а также контексте, формируемым фоновыми факторами. Следовательно, рекуррентные нейронные сети класса LSTM могут быть обучены для адекватного распознавания как простого ситуационного контекста типа предшествующих событий, так и сложного, в котором важна динамика всего множества фоновых факторов и обстоятельств событий.

Целесообразность использования модели LSTM для прогнозирования показателей в экономике и бизнесе подтверждают различные исследования на

¹²⁸ Ceschini, A., Rosato, A., Panella, M. Design of an LSTM Cell on a Quantum Hardware // IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs. 2022, Vol. 69, pp. 1822-1826.

эту тему. Например, Матыцын А.В., применив LSTM модель к прогнозированию CPI и уровня инфляции в России, приходит к выводу, что рекуррентные нейронные сети выступают качественной альтернативой классическим эконометрическим моделям прогнозирования и могут быть использованы для анализа макроэкономических показателей¹²⁹.

Рапаков Г.Г., Горбунов В.А., Дианов С.В. и Елизарова Л.В. в своем исследовании изучили возможности модели LSTM для моделирования временных рядов в ходе прогнозирования ряда экономических показателей и пришли к выводу, что при нахождении оптимального количества циклов обучения модель LSTM позволяет обеспечить требуемое на практике в бизнес-анализе качество прогнозирования экономических временных рядов¹³⁰.

Кузнецов Р.С. и Тумарова Т.Г. в своем исследовании, посвященном целесообразности использования модели LSTM для анализа котировок акций на фондовом рынке, приходят к выводу, что данный инструмент предоставляет достаточно качественные прогнозы цены акции, которые очень близки к фактическому значению котировок. Более того, они отмечают, что модель LSTM способна давать качественные прогнозы не только относительно трендового движения анализируемого показателя, но и способна обозначать коридор движения котировок внутри обозначенного временного периода¹³¹. То есть модель LSTM в данном примере, обозначая коридор движения котировок внутри обозначенного временного периода, по сути, генерирует альтернативные сценарии будущего. Однако, авторы данной статьи не предоставили модели LSTM фоновые факторы для анализа контекста, влияющего на анализируемые котировки акций, поэтому они рассматривают только эволюцию анализируемого показателя, игнорируя

¹²⁹ Матыцын, А.В. Применение LSTM-модели к прогнозированию CPI и уровня инфляции на примере России // Вопросы инновационной экономики. – 2022. – Том 12. – № 2. – С. 1241–1252. – doi: 10.18334/vinec.12.2.114845.

¹³⁰ Рапаков, Г. Г., Горбунов, В. А., Дианов, С. В., Елизарова, Л. В. Исследование LSTM-нейросетевого подхода при моделировании временных рядов // Вестник Череповецкого государственного университета. 2023. № 3 (114). С. 47–54. <https://doi.org/10.23859/1994-0637-2023-3-114-4>.

¹³¹ Кузнецов, Р.С., Тумарова, Т.Г. Прогнозирование котировок акций ПАО Газпром с использованием нейронных сетей LSTM // Вестник Института экономики Российской академии наук. 2023. № 3. С. 84–98.

контекст, что является малоэффективным в условиях VUCA-реальности. В современных реалиях необходимо понимать, как складывается контекст и как он повлияет на анализируемый объект исследования.

Таким образом, можно сделать вывод, что модели искусственных нейронных сетей класса LSTM могут быть обучены для адекватного распознавания как простого ситуационного контекста типа предшествующих событий, так и сложного, в котором важна динамика всего множества фоновых факторов и обстоятельств событий. При использовании модели LSTM в сценарном анализе становится возможным соблюдение предложенных нами ранее основополагающих принципов сценарного анализа в условиях VUCA-реальности – принципа наследственности и принципа изменчивости.

Возможности модели LSTM превосходят другие инструменты предиктивной аналитики в точности и качестве построения прогнозов. Так, например, в работе Т.Фишера и К.Крауса, посвященной анализу целесообразности применения модели LSTM в анализе временных рядов при прогнозировании котировок на фондовом рынке, делается вывод, что модель LSTM является более предпочтительной, чем глубокая нейронная сеть или стандартная логистическая регрессия¹³².

Преимущества модели LSTM перед другими инструментами предиктивной аналитики заключаются в том, что она способна изучать и фиксировать сложные закономерности в данных, что является критически важным при построении сценариев, где прогнозирование будущих событий и тенденций имеет решающее значение. Помимо этого, LSTM может обрабатывать нелинейные связи между переменными, что позволяет моделировать сложные взаимодействия различных факторов, формирующих контекст, в котором эволюционирует исследуемый объект.

¹³² Fischer, T., Krauss, C. Deep learning with long short-term memory networks for financial market predictions // Eur J Oper Res. 2018, Vol. 270, No. 2, pp. 654–669.

LSTM могут одновременно обрабатывать значительное количество переменных, а также их взаимодействие и корреляцию, что обеспечивает анализ не только основного показателя, но и множества фоновых факторов, характеризующих контекст. Таким образом, соблюдается и принцип наследственности, и принцип изменчивости. Анализируя большие наборы данных и выявляя сложные закономерности, модель LSTM предоставляет альтернативные эволюционно-контекстные сценарии, позволяя принимать обоснованные решения.

Модель LSTM также может хорошо справляться с обработкой «шума», то есть неожиданными отклонениями данных во временном ряде. Это является существенной проблемой в мире VUCA, в котором многие параметры могут иметь высокую волатильность. Например, если проанализировать динамику цен на нефть за последние 15–20 лет, можно сделать вывод, что данный показатель является чрезвычайно волатильным и практически непрогнозируемым в отрыве от анализа сопутствующих факторов, формирующих контекст. (Рисунок 3.9)

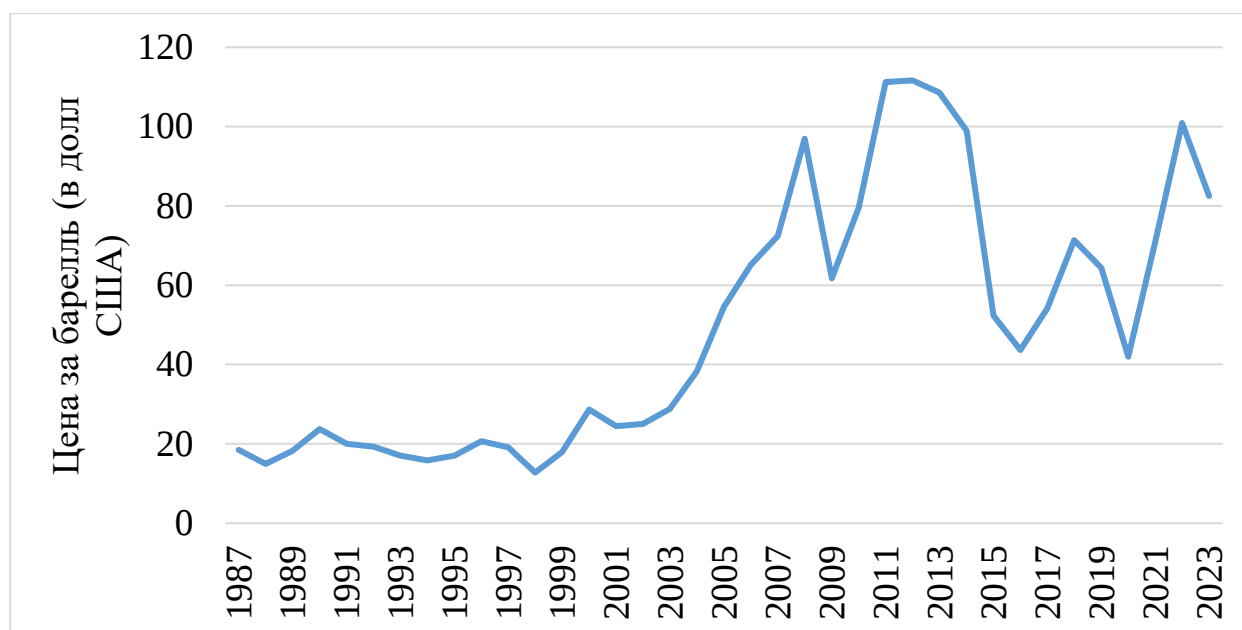


Рисунок 3.9 – Динамика цен на нефть марки Brent за 2007–2023 годы¹³³

¹³³ Цена на нефть марки Brent // EIA. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.eia.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=PET&s=RB RTE&f=A> (дата обращения: 01.05.2023).

В предыдущем параграфе работы мы отметили, что и полином 6-го порядка, и скользящая средняя будут давать прогностические оценки будущих цен на нефть, весьма далёкие от действительности. Однако, модель LSTM позволяет делать значительно более качественные прогнозы, так как происходит анализ, помимо объекта исследования, множества других фоновых факторов, характеризующих контекст. Однако, для этого необходимо выставить оптимальное количество циклов обучения, чтобы модель с одной стороны успела качественно обучиться, а с другой стороны не переобучиться, так как в таком случае количество ошибок, выдаваемых моделью, будет значительным¹³⁴.

В связи с этим, еще одним несомненным преимуществом использования модели LSTM по сравнению с другими инструментами предиктивной аналитики является ее способность учитывать и обрабатывать нестационарность данных. Данный аспект чрезвычайно важен в сценарном анализе, так как в условиях VUCA-реальности контекст не статичен - различные тенденции и закономерности меняются со временем. Например, ставка ФРС США пересматривается 8 раз в год, в зависимости от сложившихся условий, связанных с уровнем инфляции в стране, занятостью и уровнем безработицы, или динамикой ВВП.

Таким образом, обозначив возможности моделей машинного обучения для разработки эволюционно-контекстных сценариев бизнеса, в частности модели LSTM, нами выдвинута гипотеза, что качество решения задач стратегического целеполагания и прогнозирования можно существенно повысить при использовании эволюционно-контекстного сценарного анализа, основанного на моделях рекуррентных нейронных сетей класса LSTM, обучаемых для генерации и распознавания возможных картин будущих условий бизнеса.

¹³⁴ Gao, C., Delbruck, T., Liu, S. C. Spartus: A 9.4 TOp/s FPGA-Based LSTM Accelerator Exploiting Spatio-Temporal Sparsity // IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems. 2022, Vol. 35, No. 1, pp. 1098-1112. – DOI: 10.1109/TNNLS.2022.3180209

3.3 Оценка качества эволюционно-контекстного сценарного анализа (на примере цен на нефть марки Brent и курса рубля по отношению к доллару США)

Нефть составляет около 3% ВВП и является одним из самых важных товаров в мире - нефтепродукты можно найти во всем: от топлива для транспорта средств, пластмасс, химикатов и удобрений до одежды и лекарственных средств. Помимо того, что она является одним из наиболее активно торгуемых товаров, цена на сырую нефть чрезвычайно чувствительна к различным событиям, формирующим контекст, в котором, собственно, и происходит эволюция цен на нефть.

Наиболее активно торгуемой маркой нефти является – нефть марки Brent. Цена на нефть марки Brent является эталоном для африканской, европейской и ближневосточной нефти. Механизм ценообразования на нефть марки Brent определяет стоимость примерно двух третей мировой добычи сырой нефти¹³⁵.

Наша рабочая гипотеза заключается в том, что качество решения задач стратегического целеполагания и прогнозирования можно существенно повысить при использовании эволюционно-контекстного сценарного анализа, основанного на моделях рекуррентных нейронных сетей класса LSTM, обучаемых для генерации и распознавания возможных картин будущих условий бизнеса.

Для обучения модели на основе искусственных нейронных сетей с долгой краткосрочной памятью была взята динамика цены на нефть марки Brent за 1987–2023 годы в долларах США, а в качестве фоновых факторов были выбраны агрегат M2 США, измеряемый в долларах США, и процентная ставка ФРС (Федеральная резервная система), измеряемая в процентах за аналогичный период времени. (Приложение 2)

¹³⁵ Intercontinental Exchange Inc. "Brent™ the World's Crude Benchmark" // ICE. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.theice.com/insights/market-pulse/brent-the-worlds-crude-benchmark> (дата обращения: 03.03.2022).

Для адекватного обучения модели будущего были рассмотрены различные варианты в зависимости от количества эпох обучения, другими словами, в зависимости от количества циклов обучения. Эпохи играют решающую роль в процессе обучения модели машинного обучения. Они напрямую связаны с тем, насколько хорошо модель обучается и обобщает многомерные данные. Количество эпох — это гиперпараметр, который определяет, сколько раз алгоритм обучения будет работать со всем набором обучающих данных¹³⁶.

В ходе экспериментов с выставлением различного количества эпох мы получали различные результаты. Так, при обучении модели LSTM для разработки эволюционно-контекстных сценариев были рассмотрены варианты со следующим количеством циклов обучения: 1000, 5000, 10000, 50000 и 100000.

Реализация кода из приложения 4 генерирует сценарий, который учитывает эволюцию событий и контекст, в условиях которого соответственно и протекает эволюция наблюдаемого показателя. В коде программы «с» и «f» — это одни и те же исторические данные, только «f» идут с лагом в один год по сравнению с «с», поэтому модель LSTM обучается на эволюции контекста.

Экспериментальным путем было выявлено, что для данного набора факторов оптимальным количеством циклов обучения является 50000 циклов обучения, при которых модель успевает адекватно обучиться и значение ошибки стремится к нулю. (Рисунок 3.10)

¹³⁶ Чумакова, Е. В. Разработка метода адаптивного тестирования на основе нейротехнологий / Е. В. Чумакова, Д. Г. Корнеев, М. С. Гаспарян // Открытое образование. – 2022. – Т. 26, № 2. – С. 4–13. – DOI: 10.21686/1818-4243-2022-2-4-13

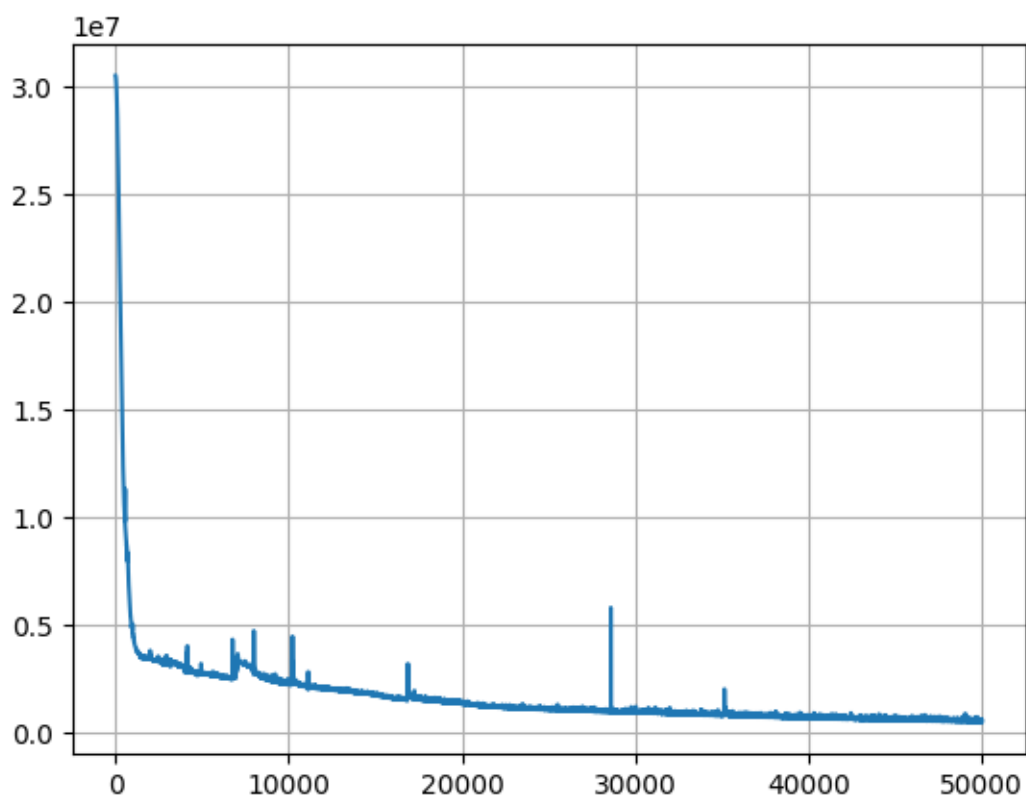


Рисунок 3.10 - График обучаемости модели, состоящей из трех факторов, при 50000 циклах обучения¹³⁷

Реализация кода из приложения 4 генерирует возможные сценарии будущего на основе обозначенных факторов. Повторно запуская код, модель будет генерировать альтернативные варианты. Стоит отметить, что качество прогнозирования при таком подходе действительно выше, чем при использовании полиномиальных значений высоких порядков, а также скользящей средней. Модель неплохо справляется с прогнозированием выбранных фоновых факторов, а именно агрегата M2 США и процентной ставки ФРС США, где прогнозное значение значительно приближено к фактическим значениям. Однако, прогнозные значения по непосредственному объекту исследования – цене на нефть марки Brent не столь точны, особенно в периоды высокой волатильности. (Рисунок 3.11)

¹³⁷ Рассчитано и составлено автором

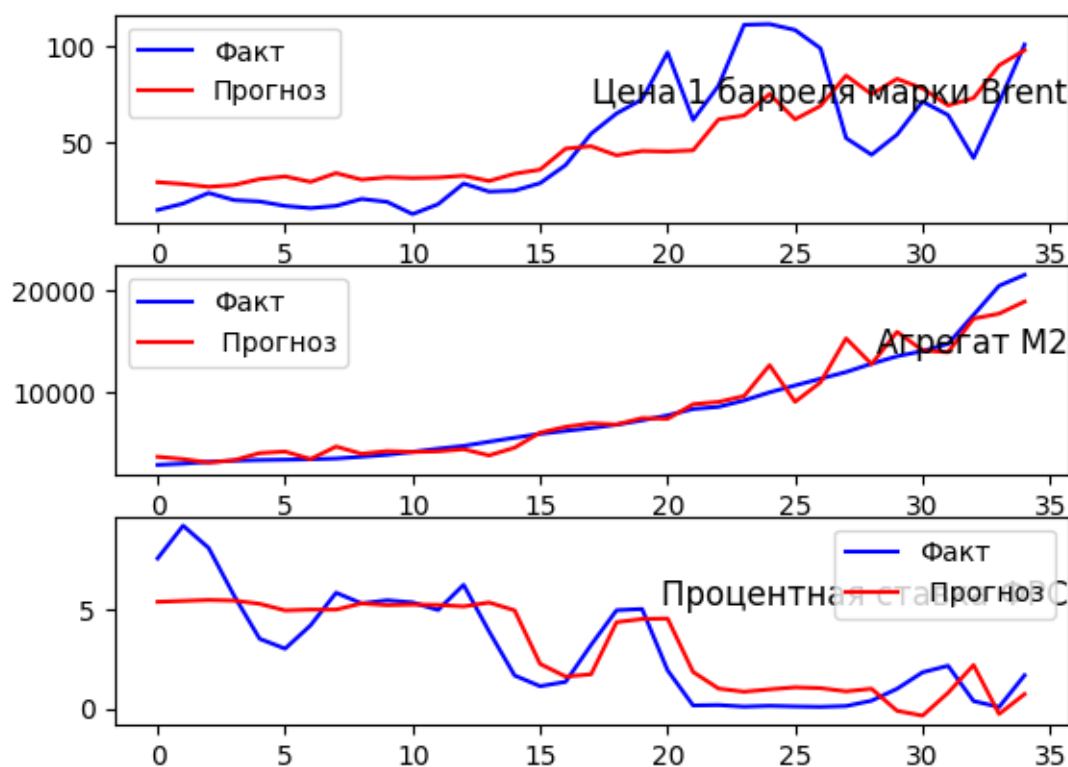


Рисунок 3.11 – Один из сценариев, полученных при помощи модели LSTM при анализе трех факторов¹³⁸

Полученные результаты дают понять, что количество фоновых факторов оказалось недостаточным, чтобы модель смогла обучиться до такой степени, чтобы понимать состояние контекста, в котором меняются цены на нефть марки Brent. В связи с этим, была выдвинута еще одна гипотеза - увеличение количества фоновых факторов позволит модели LSTM лучше понимать имеющийся контекст, тем самым повышая качество прогнозирования.

В качестве дополнительных фоновых факторов, характеризующих контекст, были выбраны: цена на золото за унцию, измеряемая в долларах США, а также показатель инфляции в США, измеряемый в процентах. Экспериментальным путем было установлено, что и для этого набора факторов оптимальным количеством циклов обучения является 50000 циклов, где количество ошибок в обучении модели существенно снизилось после 10000 циклов. Запуская код программы из приложения 5 повторно при одном

¹³⁸ Рассчитано и составлено автором

и том же количестве циклов, график обучаемости модели также будет меняться, генерируя при этом альтернативные эволюционно-контекстные сценарии. (Рисунок 3.12)

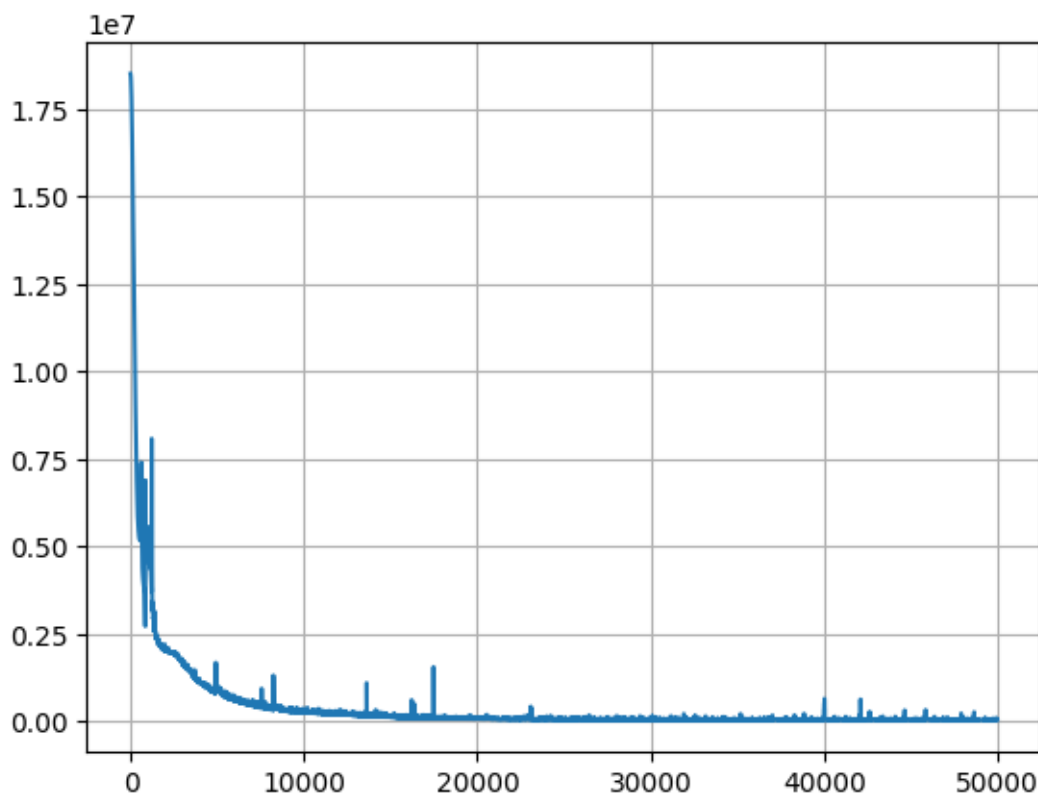


Рисунок 3.12 - График обучаемости модели, состоящей из пяти факторов, при 50000 циклах обучения¹³⁹

Качество прогнозирования при использовании четырех фоновых факторов существенно выше, чем при использовании двух факторов. Мы это связываем с тем, что модель в таком случае лучшим образом способна интерпретировать контекст и установить связь между различными параметрами. Особенно выделяется агрегат M2, где прогнозное значение практически совпадает с фактическим на всем временном промежутке. Высокое качество прогнозирования наблюдается также по цене на золото и процентной ставке ФРС США. Качество прогнозирования инфляции в США, а также цены на нефть марки Brent хоть и оказалось немного ниже

¹³⁹ Рассчитано и составлено автором

вышеназванных факторов, однако, полученные результаты можно считать удовлетворительными. (Рисунок 3.13)

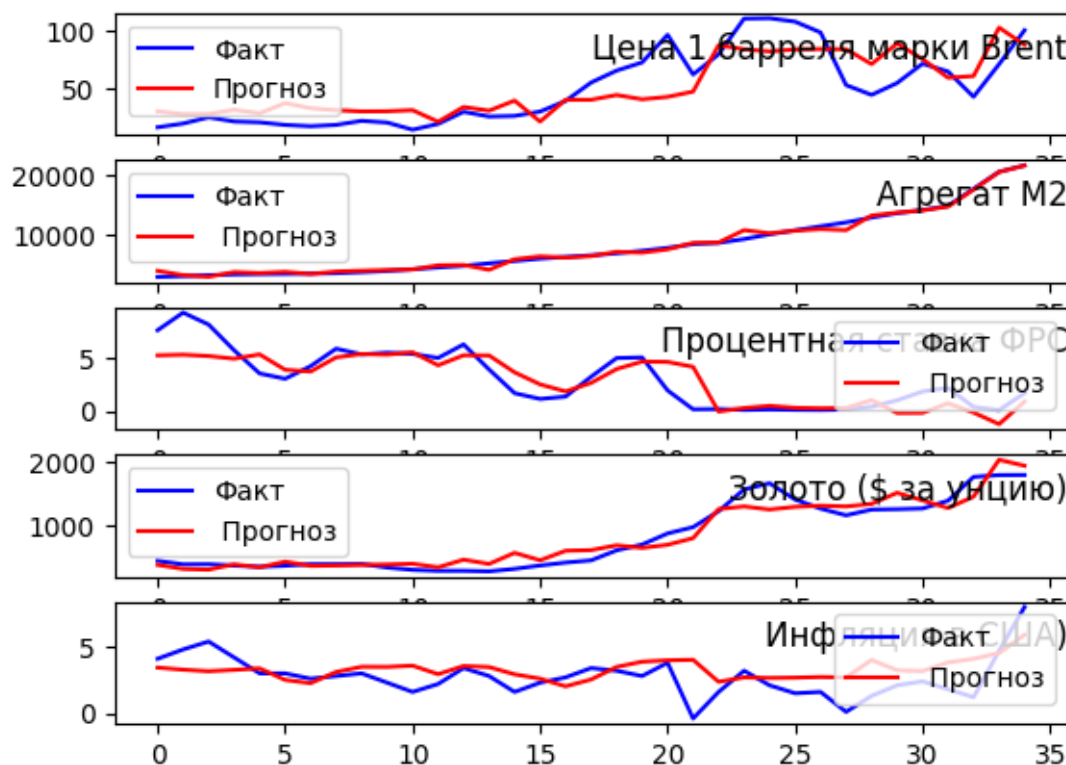


Рисунок 3.13 – Один из сценариев, полученных при помощи модели LSTM при анализе пяти факторов¹⁴⁰

Чтобы убедиться в истине поставленной гипотезы, были рассмотрены дополнительно еще два фоновых фактора: уровень безработицы в США, измеряемый в процентах, а также ВВП США, измеряемый в млрд долларов США. Таким образом, в качестве фоновых факторов, характеризующих контекст внешних условий, в которых эволюционирует цена на нефть марки Brent, рассматриваются уже 6 факторов. Экспериментальным путем было выявлено оптимальное количество циклов обучения модели при заданном количестве факторов – те же 50000 циклов обучения. (Рисунок 3.14)

¹⁴⁰ Рассчитано и составлено автором

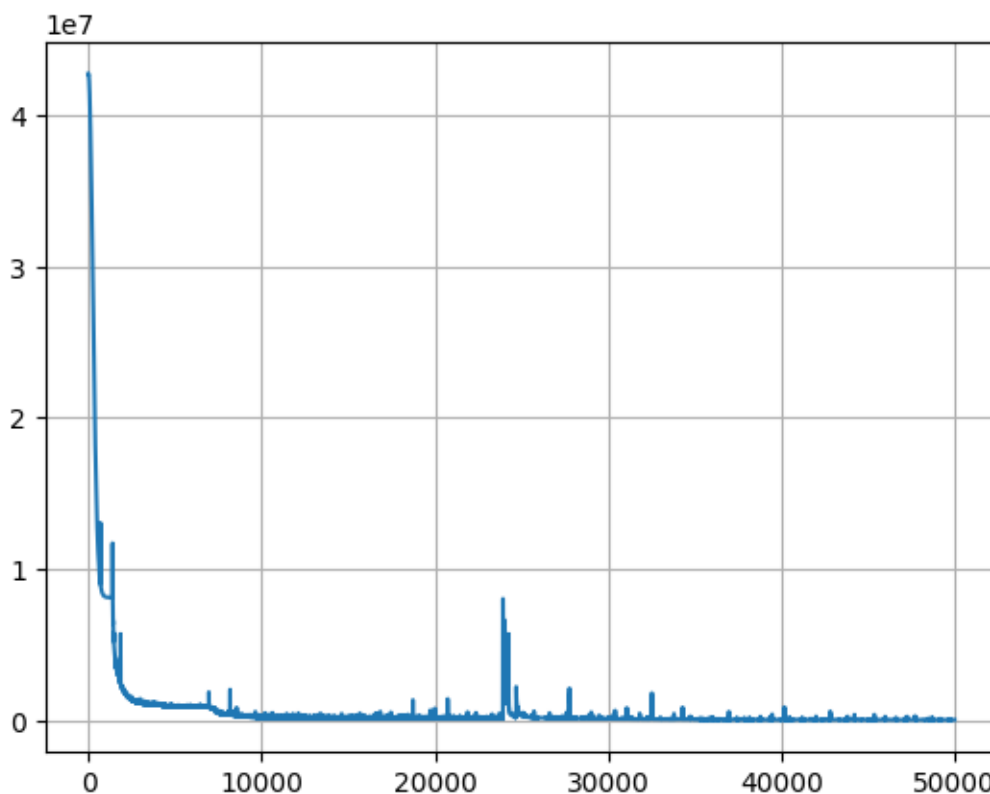


Рисунок 3.14 - График обучаемости модели, состоящей из семи факторов, при 50000 циклах обучения¹⁴¹

Разработанная модель LSTM для анализа которой используется эволюция цен на нефть марки Brent, а также шесть фоновых факторов, характеризующих контекст, демонстрирует достаточно качественные прогнозы и генерирует адекватные эволюционно-контекстные сценарии. При заданном количестве циклов обучения модель дает качественные прогнозы относительно таких фоновых факторов, формирующих контекст, как агрегат M2, процентная ставка ФРС США, цена на золото, инфляция в США и ВВП в США. Однако, наблюдаются проблемы с прогнозированием уровня безработицы. При всем при этом, при 50000 циклов обучения удалось добиться того, что модель научилась давать достаточно качественные прогнозы по анализируемому показателю – цене на нефть марки Brent. Заново запуская код из приложения 6, предложенная модель генерирует качественные

¹⁴¹ Рассчитано и составлено автором

сценарии будущего, что подтверждает выдвинутые нами гипотезы. (Рисунок 3.15)

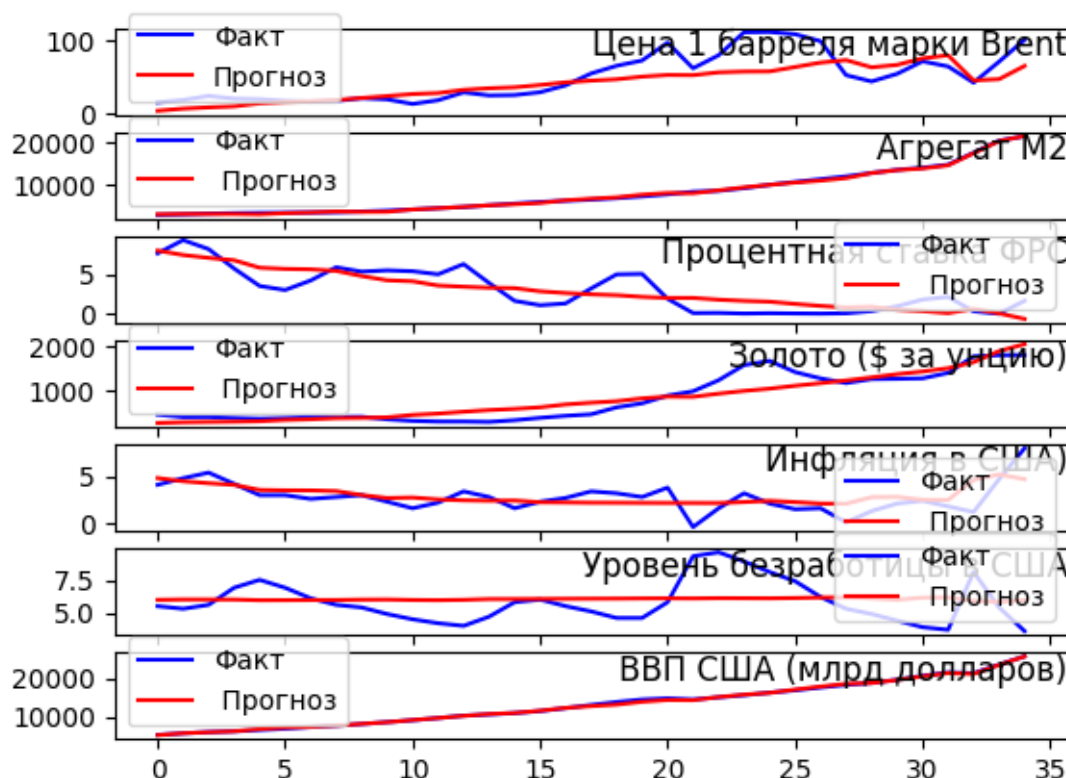


Рисунок 3.15 – Один из сценариев, полученных при помощи модели LSTM при анализе семи факторов¹⁴²

Оценивая результаты проведенных экспериментов, нами было выявлено, что модель существенно лучше справляется с прогнозированием тех факторов, которые являются менее волатильными и имеют четкий тренд. На рисунке выше это хорошо видно на примере прогнозирования агрегата М2 и ВВП США. Также нами было выявлено, что наибольшую волатильность анализируемые факторы имели в последние 15 лет.

В связи с этим, было решено конкретизировать предыдущие выдвинутые гипотезы и предложить еще одну: качество решения задач стратегического целеполагания и прогнозирования можно существенно повысить при использовании эволюционно-контекстного сценарного анализа, основанного на моделях рекуррентных нейронных сетей класса LSTM,

¹⁴² Рассчитано и составлено автором

обучаемых для генерации и распознавания возможных картин будущих условий бизнеса, при условии:

- нахождения оптимального количества циклов обучения модели;
- наличия существенного количества фоновых факторов, характеризующих контекст, в котором эволюционирует исследуемый объект;
- нахождения оптимального временного периода, за который необходимо собрать данные.

Для тестирования гипотезы были взяты все те же факторы, но за период 2008–2023 годы. Экспериментальным путем было найдено, что модель наилучшим образом обучается при 50 тысячах циклов. В результате были получены очень качественные прогнозы по всем факторам, в том числе и по цене на нефть марки Brent. Реализация кода программы из приложения 7 при одном и том же количестве циклов будет генерировать альтернативные эволюционно-контекстные сценарии. (Рисунок 3.16)

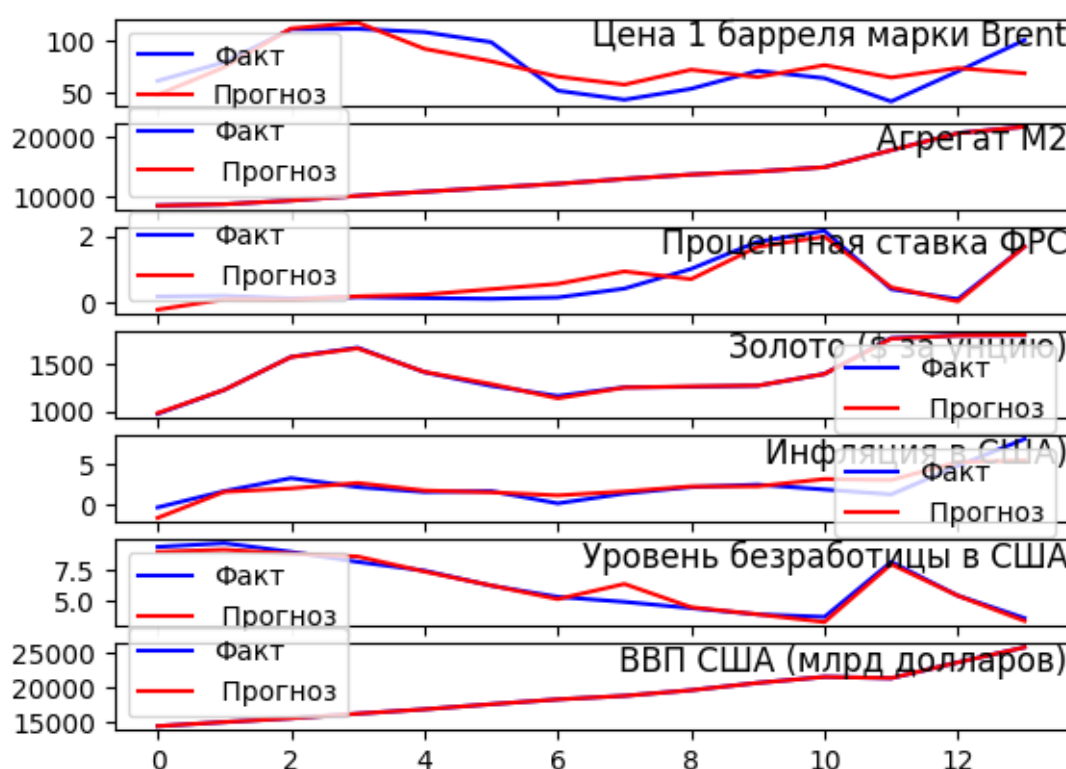


Рисунок 3.16 – Один из сценариев, полученных при помощи модели LSTM при анализе семи факторов за пятнадцатилетний период времени¹⁴³

¹⁴³ Рассчитано и составлено автором

Разработанный метод представляется универсальным и может использоваться различными организациями в процессе стратегического планирования. Чтобы подтвердить это, при помощи модели LSTM также были разработаны эволюционно-контекстные сценарии для определения курса рубля по отношению к доллару США. Курс национальной валюты по отношению к доллару США интересует практически всех участников экономической деятельности в России – от отдельных домохозяйств до крупных компаний и госструктур.

Для разработки эволюционно-контекстных сценариев в качестве фоновых факторов, формирующих контекст были взяты: индекс потребительских цен на товары и услуги по Российской Федерации, ВВП РФ (в текущих ценах, млрд руб.), цена на нефть марки Brent в долларах США, уровень безработицы в РФ населения в возрасте 15-72 лет, ключевая ставка Банка России (до 2014 года - ставка рефинансирования ЦБ РФ), государственный внешний долг Российской Федерации на конец года (млн долларов США), широкая денежная масса в РФ на конец года (Денежный агрегат M2X), а также счет текущих операций РФ (млн долларов США). Все данные были взяты за 2010–2024 годы. (Приложение 9)

Опытным путем было выявлено, что даже при тысяче циклов обучения модель генерирует эволюционно-контекстные сценарии, которые очень близки к фактическим значениям. Запуская код из приложения 10, мы получаем сценарии возможного курса национальной валюты в зависимости от складывающегося контекста деловой среды. (Рисунок 3.17)

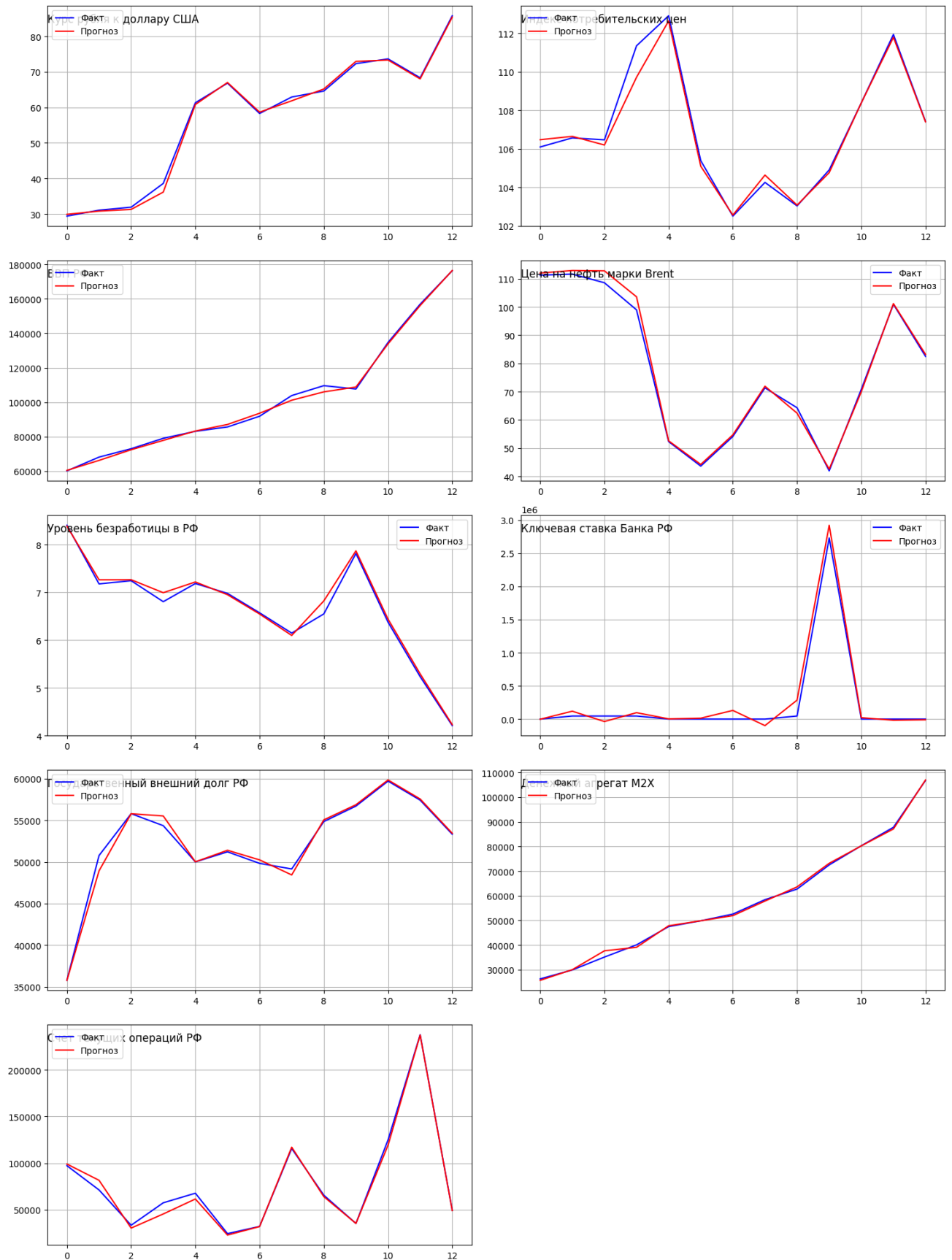


Рисунок 3.17 – Один из сценариев, полученных при помощи модели LSTM при анализе девяти факторов за четырнадцатилетний период времени¹⁴⁴

¹⁴⁴ Рассчитано и составлено автором

Как мы видим, модель дает очень точные прогнозы как курса рубля по отношению к доллару, так и всех фоновых факторов, которые были взяты для обозначения контекста. Более того, полученные результаты еще раз подтверждают выдвинутую нами ранее гипотезу, что рост количества фоновых факторов позволяет лучше понимать контекст, складывающийся вокруг анализируемого объекта, что делает эволюционно-контекстные сценарии более точными. Для понимания контекста в этом примере было выбрано 8 фоновых факторов.

Таким образом, результаты нашего исследования позволяют считать, что разработанный эволюционно-контекстный метод сценарного планирования является универсальным инструментом для бизнеса, который позволяет адекватным образом обозначить возможные варианты развития будущих событий. Другими словами, данный подход позволяет адаптироваться к широкому спектру ситуаций, а качество генерируемых эволюционно-контекстных сценариев при использовании нейронных сетей класса LSTM обуславливает высокую практическую значимость исследования.

По результатам проведенного исследования можно сделать вывод, что слишком малое количество циклов обучения может привести к недостаточному обучению модели, тогда как слишком большое количество циклов обучения напротив может привести к переобучению модели. Другими словами, если количество циклов обучения слишком мало, у модели может не хватить времени на изучение закономерностей в данных, что приведет к низкой эффективности модели. И наоборот, если количество циклов обучения слишком велико, модель может переобучиться, что означает, что она изучает шум в обучающих данных до такой степени, что это отрицательно влияет на качество прогнозов.

В течение каждого цикла обучения веса нейронной сети обновляются, пытаясь минимизировать функцию потерь, которая измеряет разницу между прогнозируемыми и истинными данными. Обычно, количество циклов

обучения выбирается на основе эмпирических данных и экспериментов. Среди прочего используется набор проверки для мониторинга производительности модели и применяются такие методы, как ранняя остановка, при которой обучение прекращается, как только производительность набора проверки начинает ухудшаться. При построении сценариев для прогнозирования цен на нефть оптимальным количеством циклов обучения было 50000 циклов, для прогнозирования динамики курса рубля модель хорошо обучалась и при 1000 циклах. Для каждого конкретного набора данных необходимо экспериментальным путем искать оптимальное количество циклов обучения модели.

С другой стороны, было выявлено, что рост количества фоновых факторов позволяет лучше понимать складывающийся контекст. Действительно, понимая, как могут складываться внешние условия, можно достаточно точно определить, как в этих условиях будет меняться анализируемый объект исследования.

В-третьих, было определено, что нет необходимости брать слишком большой период времени, за который необходимо собрать данные. Для первоначального тестирования гипотезы на примере цен на нефть был взят период в 46 лет. Оказалось, что слишком ранние значения факторов являются лишними и не позволяют модели сфокусироваться на более актуальных значениях, тем самым ухудшая качество прогнозирования.

Таким образом, собрав информацию, необходимую для анализа эволюции и контекста динамики цен на нефть марки Brent, а также курса рубля по отношению к доллару США была построена модель будущего на основе рекуррентных нейронных сетей с долгой кратковременной памятью, способная генерировать альтернативные сценарии относительно рассматриваемого объекта. Выдвинутые в ходе исследования гипотезы подтвердилась - качество решения задач стратегического целеполагания и прогнозирования можно существенно повысить при использовании эволюционно-контекстного сценарного анализа, основанного на моделях

рекуррентных нейронных сетей, обучаемых для генерации и распознавания возможных картин будущих условий бизнеса.

«Новая нормальность» существенно повлияла на точность прогнозов, внося беспрецедентные изменения в поведение потребителей, экономические тенденции и глобальные события. Было показано, что передовые методы моделирования, такие как LSTM, повышают точность прогнозирования в этой среде.

Исходя из полученных результатов, можно сделать ряд закономерных выводов. Во-первых, необходимо отметить, что модель LSTM способна изучать и фиксировать сложные закономерности в данных, что является критически важным при построении сценариев, где прогнозирование будущих событий и тенденций имеет решающее значение. В рассматриваемых примерах модель сама определяет закономерности в тех данных, что были выбраны в качестве фоновых факторов, формирующих контекст, в котором эволюционировали наблюдаемые объекты.

Исходя из этого, вытекает следующее преимущество применения модели LSTM в условиях VUCA-реальности – возможность обработки нелинейных связей. LSTM может обрабатывать нелинейные связи между переменными, что позволяет моделировать сложные взаимодействия различных факторов, формирующих контекст, в котором эволюционирует исследуемый объект.

Среди прочего стоит отметить повышенную точность модели LSTM в построении прогнозов и дальнейшей разработке сценариев, в сравнении с другими инструментами предиктивной аналитики. На примере анализа цен на нефть марки Brent и динамики курса рубля было показано, что LSTM повышает точность прогнозов при планировании сценариев за счет выявления сложных закономерностей и взаимосвязей в анализируемых временных рядах при оптимальном количестве циклов обучения модели.

Также весомым преимуществом модели LSTM является ее способность обрабатывать многомерные данные, что особенно важно при планировании

сценариев, где задействовано множество переменных и факторов. На практике модель LSTM можно использовать как для одномерного, так и для многомерного прогнозирования временных рядов, что делает его универсальным инструментом для сценарного анализа. В нашем конкретном случае мы анализировали до девяти различных факторов и модель демонстрировала качественные прогнозы.

Несомненным преимуществом использования модели LSTM по сравнению другими инструментами предиктивной аналитики является ее способность учитывать и обрабатывать нестационарность данных. Все факторы, которые были выбраны для анализа, представляли собой нестационарные данные, так как каждому временному ряду было свойственно изменение с течением времени статистических характеристик. Данный аспект чрезвычайно важен в сценарном анализе, так как в условиях VUCA-реальности контекст не статичен - различные тенденции и закономерности меняются со временем. Наше исследование показывает, что модели искусственных нейронных сетей типа LSTM могут быть обучены для адекватного распознавания сложного ситуационного контекста, в котором важна динамика всего множества фоновых факторов и обстоятельств событий.

Вышеперечисленные преимущества делают LSTM мощным инструментом прогнозирования будущих событий и тенденций при разработке эволюционно-контекстных сценариев. Наше исследование подчеркивает эффективность сетей LSTM в предоставлении точных прогнозов, решении проблем, связанных со сложной динамикой и нелинейными взаимодействиями различных факторов в сценарном анализе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В стремлении повысить качество решения задач стратегического целеполагания и прогнозирования в современных условиях нестабильного, неопределенного, сложного и неоднозначного социально-политического и организационно-экономического контекста бизнеса был разработан подход к разработке сценариев, основанный на моделях рекуррентных нейронных сетей, обучаемых для генерации и распознавания возможных картин будущих условий бизнеса, который получил название эволюционно-контекстного.

В 1 главе нами было уточнено понятие сценария, рассмотрено и обосновано наше видение его роли и места в процессе стратегического планирования. Было показано, что сценарии являются эффективным инструментом преодоления стратегического парадокса. Также были сформулированы принципы и логика сценарного анализа.

Анализ многочисленных определений «сценария» позволил выявить, что имеющиеся определения данного термина в научной среде игнорируют ряд принципиальных аспектов. Для устранения этого упущения в науке, мы предлагаем под сценариями понимать альтернативные варианты развития событий в будущем, разрабатываемые для обеспечения качества стратегии путем снижения степени её неопределенности, основанные на: 1) анализе их эволюции на рассматриваемом горизонте их истории и планирования; 2) интерпретации их современного контекста; 3) установлении взаимозависимости определенных событий, отражающих вектор изменения внешней среды. Такие сценарии правильно будет называть эволюционно-контекстными.

Определение «сценария» в контексте стратегического планирования и обоснование объективной необходимости сценарного анализа при переходе от намерений к целеполаганию, при переходе от задач позиционирования к проектированию траектории движения к стратегической цели, показывает

особый авторский взгляд на роль и место сценарного анализа в системе и процессе стратегического планирования.

Таким образом, причины использовать сценарный подход в процессе разработки стратегии возникают, как только контексту принятия решений становится присуща значительная неопределенность. В отсутствие неопределенности разработка сценариев не имеет смысла, а стратегию можно разрабатывать с помощью классических инструментов позиционирования, целеполагания и планирования. Вопрос заключается в том, насколько это будет эффективно в современной VUCA-реальности. Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо понять какие возможности открывает сценарный подход в стратегическом процессе по преодолению стратегического парадокса.

Стратегический парадокс всегда был и остаётся своеобразным «проклятием» процесса стратегического планирования». Процесс стратегического планирования предполагается начинать с видения, с представления объекта планирования в некотором будущем, к которому необходимо спроектировать траекторию развития из текущего состояния. Однако, неопределенность будущего делает такое видение весьма условным и неточным.

Сценарное планирование, на наш взгляд, может помочь в решении стратегического парадокса. С его помощью становится возможным проанализировать эволюцию событий и имеющийся контекст, на базе чего в следствие становится возможно адекватным образом обозначить стратегические намерения.

Логику сценарного анализа можно понять, рассмотрев и сравнив существующие методы сценарного планирования, предлагаемые рядом авторов и используемые в бизнес-практике. Одним из наиболее распространенных на практике методов является метод, разработанный компанией Royal Dutch Shell. В академической среде высоко ценятся также методические подходы, например, П.Шумейкера, К.Ван Дер Хейдена, П.Шварца, М.Годэ.

Рассмотрев многообразие методов сценарного планирования, их преимущества и недостатки был предложен собственный подход по разработке сценариев, состоящий из 6 этапов.

Данный подход отличается своей практичностью в современных реалиях, уникальным методом построения модели будущего, на базе которой будут определены сценарии, а также он показывает, как происходит переход от сценария к стратегии, тем самым показывая логику, которая должна быть присуща сценарному анализу.

Исходя из этого, мы выделили ряд принципов, на которых должен основываться сценарный анализ.

Во-первых, это принцип наследственности. Наследственность несет в себе элементы тех факторов, которые мы не можем определить. Вся совокупность факторов, которые могла бы определять контекст, делится на 2 части:

- Та, которую понимаем и можем представить, что опирается на конечность познания.
- И то, что представить нет возможности.

Вторую часть мы и сводим к принципу наследственности. Современные прогностические модели на основе авторегрессии полностью игнорируют контекст и экстраполируют данные прошлого на будущее.

Однако, текущий контекст игнорировать нельзя. Понять современную VUCA-реальность возможно только через контекст. Не только предыдущее достигнутое состояние является основой для появления нового состояния, на это также влияет контекст. Таким образом, вторым принципом, на котором должен строиться сценарный анализ – это принцип изменчивости.

Другими словами, сценарий должен разрабатываться на основании такой логической модели, в которой органично связаны между собой и история процесса, предопределяющая будущие события, то есть принцип наследственности, так и влияние на эту историю контекста, в отношении которого мы события проектируем – то есть принцип изменчивости.

В 2 главе нами сформулированы методологические основы сценарного подхода в современных условиях и выделены проблемы, решение которых позволило нам разработать и обосновать новый подход к сценарному анализу, который мы назвали эволюционно-контекстным.

В первой главе было показано, что существующие подходы основаны на стабильности, определенности, простоте и однозначности. Еще до кризиса, связанного с Covid-19, быстрые технологические изменения, растущая экономическая взаимозависимость и усиливающаяся геополитическая нестабильность приводили к тому, что будущее становилось все более турбулентным и неопределенным. Неопределенность стала настолько всеобъемлющей, что для полного отражения аспектов проблемы исследователи придумали различные аббревиатуры. Наиболее известной представляется VUCA (волатильность, неопределенность, сложность, неоднозначность). Современный мир VUCA прямо противоположен стабильному и предсказуемому. В современных реалиях стратегическое мышление должно быть основано на VUCA принципах.

Вторым источником проблем является обращение к будущему на основании прошлого опыта. Недостатком применения экстраполяции в современной VUCA-реальности является тот факт, что такой подход полностью игнорирует контекст, в котором события эволюционировали, а также контекст, в котором они будут в дальнейшем складываться. Мы ранее уже отмечали, что сценарный анализ должен базироваться на принципе изменчивости, однако, экстраполяция игнорирует данный принцип, что ставит под сомнение качество разрабатываемой стратегии на основе такого подхода.

«Будущее будет оставаться в плену прошлого» и при использовании модели авторегрессии. Модель авторегрессии также предсказывает будущее поведение на основе прошлого поведения. Она используется для прогнозирования, когда существует некоторая корреляция между значениями временного ряда и значениями, которые предшествуют и следуют за ними.

Для моделирования поведения используются только прошлые данные, отсюда и название - авторегрессионная.

Третьим источником проблем является проблема непонимания причинно-следственных связей социально-экономической динамики. Концепция разработки сценариев на основе имплементации принципа «наше будущее определяется действием факторов в настоящем» предполагает: 1) деление всех параметров картины будущего на зависимые и независимые переменные; 2) понимание причинно-следственных связей между независимыми и зависимыми переменными; 3) наблюдаемость независимых и изменяемость зависимых переменных. В стабильных условиях с предсказуемой социально-экономической динамикой подобные факторные модели реальности позволяли получать весьма точные прогнозы и строить реалистичные сценарии. В современных условиях эта концепция не является безупречной. То, что раньше казалось следствием, сегодня вполне может оказаться причиной.

Для устранения выявленных проблем была предложена концепция и методическое обеспечение эволюционно-контекстного сценарного анализа в процессе разработки стратегии бизнеса.

Эффективность и качество стратегических решений, несмотря на всю парадоксальность задачи стратегического планирования, о чём, в частности шла речь в главе 1, в первую очередь зависит именно от способности исследователя и используемых им аналитических инструментов предсказывать развитие событий. В стремлении предсказать то, что может произойти в будущем, исследователи традиционно либо ищут закономерности в самой последовательности событий, либо пытаются установить связь событий и контекста, в котором они возникают. В самом широком смысле под контекстом события понимается тот фон, который сопровождает появление, течение и окончание события, иными словами, то, что предшествует его появлению, что сопровождает его и что происходит после него.

Закономерности происходящих событий, традиционно оформляются моделями временных рядов, функции которых либо подбираются методом наименьших квадратов и могут иметь полиномиальные выражения очень высоких порядков, либо описываются с помощью метода скользящей средней за определенный период времени. На примере цен на нефть марки Brent было доказано, что и полином 6-го порядка, и скользящая средняя дают прогностические оценки будущих цен на нефть, весьма далёкие от действительности.

Слабые предсказательные способности указанных моделей - результат их неспособности распознавать и классифицировать контекст складывающейся последовательности событий, даже такой простой. Способность распознавания ситуации в определяющей степени зависит от способности инструментальных моделей обучаться, прежде всего, не допускать ошибок в интерполяции. Модели временных рядов – это описательные модели, и они не способны обучаться по определению, поскольку изначально перед такими моделями не ставилась задача распознавания.

Другое дело математические модели распознавания образов, к которым относятся логико-алгебраические модели, модели кластерного и дискриминантного анализа, а также их частный случай, получивший развитие в области обработки больших данных и машинном обучении, модели искусственных нейронных сетей.

Наши исследования показывают, что модели искусственных нейронных сетей могут быть обучены для адекватного распознавания как простого ситуационного контекста типа предшествующих событий, так и сложного, в котором важна динамика всего множества фоновых факторов и обстоятельств событий.

Чтобы проверить рабочую гипотезу, мы оценили работоспособность эволюционно-контекстного сценарного анализа при помощи рекуррентных нейронных сетей с долгой краткосрочной памятью на примере цен на нефть

марки Brent и динамике курса рубля по отношению к доллару США. Было отмечено, что предложенный инструмент позволяет разрабатывать сценарии, очень близкие к фактическим показателям.

Таким образом, гипотеза подтвердилась - качество стратегического планирования можно существенно повысить, если при разработке сценариев развития условий бизнеса не просто принимать во внимание вероятность возникновения определенных событий и опираться на регрессионные модели, а комплексно рассматривать эволюцию их контекста для генерации и распознавания возможных картин будущего бизнеса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон "О стратегическом планировании в Российской Федерации" от 28.06.2014 № 172-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: <http://static.government.ru/media/files/jFDd9wbAbApXgEiHNaXHveytq7hfPO96.pdf> (дата обращения: 10.06.2025).
2. Распоряжение Правительства РФ от 2 июня 2016 г. № 1083-р. [Электронный ресурс]. URL: <http://static.government.ru/media/files/jFDd9wbAbApXgEiHNaXHveytq7hfPO96.pdf> (дата обращения: 10.06.2025).
3. Агрегат M2 в США // Federal Reserve Bank of St. Louis. [Электронный ресурс]. URL: <https://fred.stlouisfed.org/series/M2SL#0> (дата обращения: 03.03.2024).
4. В МИДе оценили потери ЕС из-за санкций в \$1,5 трлн. // РБК [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rbc.ru/economics/03/11/2023/6544d17c9a7947b4751d4640> (дата обращения: 11.06.2025).
5. ВВП РФ // Росстат. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/accounts> (дата обращения: 10.05.2025).
6. ВВП США // Federal Reserve Bank of St. Louis. [Электронный ресурс]. URL: <https://fred.stlouisfed.org/series/GDP> (дата обращения: 03.03.2024).
7. Государственный внешний долг Российской Федерации // Минфин России. [Электронный ресурс]. URL: https://minfin.gov.ru/ru/performance/public_debt/external/structure?id_65=69444-gosudarstvennyi_vneshnii_dolg_rossiiskoi_federatsii_2011-2025_gg. (дата обращения: 10.05.2025).
8. Динамика курса рубля к доллару США // ЦБ РФ. [Электронный ресурс]. URL: https://cbr.ru/currency_base/dynamics/?UniDbQuery.Posted=True&UniDbQuery.s

o=1&UniDbQuery.mode=1&UniDbQuery.date_req1=&UniDbQuery.date_req2=&UniDbQuery.VAL_NM_RQ=R01235&UniDbQuery.From=01.01.2005&UniDbQuery.To=08.05.2025 (дата обращения: 10.05.2025).

9. Дмитриев: антироссийские санкции обошлись США в \$300 млрд. // Аргумента и Факты. [Электронный ресурс]. URL: <https://aif.ru/money/economy/dmitriev-antirossiyskie-sankcii-oboshlis-ssha-v-300-mlrd> (дата обращения: 17.06.2025).

10. Ефремов, В. С. Мониторинг эффективности научно-образовательного комплекса вуза: монография. – М.: Государственный университет управления, 2008. – 133 с.

11. Индекс потребительских цен на товары и услуги по РФ // Росстат. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/price> (дата обращения: 10.05.2025).

12. Исследование McKinsey // McKinsey. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/supply-chain-analytics-harness-uncertainty-with-smarter-bets#/> (дата обращения: 10.06.2025).

13. Ключевая ставка Банка России // ЦБ РФ. [Электронный ресурс]. URL: https://www.cbr.ru/hd_base/infl/?UniDbQuery.Posted=True&UniDbQuery.From=01.01.2014&UniDbQuery.To=01.01.2025 (дата обращения: 10.05.2025).

14. Корельская, А.В. Аппроксимация функций с использованием алгоритма Ремеза. Международный научно-исследовательский журнал, 2023, №9 (135). [Электронный ресурс]. URL: <https://research-journal.org/archive/9-135-2023-september/10.23670/IRJ.2023.135.5> (дата обращения: 21.05.2024).

15. Кузнецов, Р.С., Тумарова, Т.Г. Прогнозирование котировок акций ПАО Газпром с использованием нейронных сетей LSTM // Вестник Института экономики Российской академии наук. 2023. № 3. С. 84–98.

16. Лаева, Т.В. Сценарный анализ как основа стратегического планирования в организации. Менеджмент в России и за рубежом, 2006, №2. – С. 56–63.

17. Матыцын, А.В. Применение LSTM-модели к прогнозированию CPI и уровня инфляции на примере России // Вопросы инновационной экономики. – 2022. – Том 12. – № 2. – С. 1241–1252. – doi: 10.18334/vines.12.2.114845.
18. Минцберг, Г., Куинн, Дж. Б., Гошал, С. Стратегический процесс; пер. с англ. СПб: Питер, 2001. - 688 с.
19. Моделирование и прогнозирование глобального, регионального и национального развития / Отв. ред. А.А.Акаев, А.В.Коротаев, Г.Г.Малинецкий, С.Ю.Малков. – М.:Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. - 488 с.
20. Омае, К. Мышление стратега: Искусство бизнеса по-японски. М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. 215 с.
21. Плиев, С.М. «Новая нормальность» в современном мире: исторические аспекты и актуальные политические практики. Новое прошлое / The New Past, 2021, № 3, С. 214–220. DOI 10.18522/2500 3224 2021 3-214-220
22. Прогноз и моделирование кризисов и мировой динамики / Отв. ред. А.А.Акаев, А.В.Коротаев, Г.Г.Малинецкий. – М.:Издательство ЛКИ, 2010. – 352 с.
23. Процентная ставка ФРС США // Federal Reserve Bank of St. Louis. [Электронный ресурс]. URL: <https://fred.stlouisfed.org/series/REAINTRATREARAT10Y#0> (дата обращения: 03.03.2024).
24. Рапаков, Г. Г., Горбунов, В. А., Дианов, С. В., Елизарова, Л. В. Исследование LSTM-нейросетевого подхода при моделировании временных рядов // Вестник Череповецкого государственного университета. 2023. № 3 (114). С. 47–54. <https://doi.org/10.23859/1994-0637-2023-3-114-4>.
25. Соловьева, Е. Б. Рекуррентные нейронные сети в качестве моделей нелинейных динамических систем / Е. Б. Соловьева // Цифровая обработка сигналов. – 2018. – № 1. – С. 18–27.

26. Ставка рефинансирования ЦБ РФ // Гарант. [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/10180094/> (дата обращения: 10.05.2025).
27. Сценарий и перспектива развития России / Под ред. В.А.Садовниченко, А.А.Акаева, А.В.Коротаева, Г.Г.Малинецкого. – М.: ЛЕНАНД, 2011. – 320 с.
28. Счет текущих операций РФ // ЦБ РФ. [Электронный ресурс]. URL: https://www.cbr.ru/statistics/macro_itm/external_sector/pb/ (дата обращения: 10.05.2025).
29. Тягунов, А. Г. Применение искусственных нейронных сетей в материаловедении: учебное пособие / А. Г. Тягунов, О. Б. Мильдер, Д. А. Тарасов, А. П. Сергеев. – Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2021. – 68 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://znanium.com/catalog/product/1936329> (дата обращения: 22.06.2024).
30. Уоссермен, Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика / Ф. Уоссермен; пер. с англ. Ю. А. Зуева, В. А. Точенова; под ред. А. И. Галушкина. – М.: Мир, 1992. – 184 с.
31. Уровень безработицы в РФ населения в возрасте 15–72 лет // Росстат. [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru/labour_force (дата обращения: 10.05.2025).
32. Уровень безработицы в США // Federal Reserve Bank of St. Louis. [Электронный ресурс]. URL: <https://fred.stlouisfed.org/series/UNRATE> (дата обращения: 03.03.2024).
33. Уровень инфляции в США // US inflation calculator. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.usinflationcalculator.com/inflation/historical-inflation-rates/> (дата обращения: 03.03.2024).
34. Ушли в минус: сколько российский бизнес потерял в кризис // Сбербанк. [Электронный ресурс]. URL: https://www.sberbank.ru/ru/s_m_business/pro_business/poteri-rossijskogo-biznesa-ot-koronavirusa/ (дата обращения: 11.06.2025).

35. Филиппов, А.И. Проблемы экономического прогнозирования с помощью моделей авторегрессии. Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии, 2016, №7 (ч.2), С. 157–162.
36. Цена за унцию золота // Statista. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.statista.com/statistics/268027/change-in-gold-price-since-1990/> (дата обращения: 03.03.2024).
37. Цена на нефть марки Brent // EIA. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.eia.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=PET&s=RB RTE&f=A> (дата обращения: 10.05.2025).
38. Цена на нефть марки Brent // EIA. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.eia.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=PET&s=RB RTE&f=A> (дата обращения: 10.05.2025).
39. Чумакова, Е. В. Разработка метода адаптивного тестирования на основе нейротехнологий / Е. В. Чумакова, Д. Г. Корнеев, М. С. Гаспарян // Открытое образование. – 2022. – Т. 26, № 2. – С. 4–13. – DOI: 10.21686/1818-4243-2022-2-4-13
40. Шарипбай, А. А. Математика для компьютерных наук : учебное пособие / А. А. Шарипбай. – Астана, 2017. – 153 с.
41. Широкая денежная масса в РФ на конец года (Денежный агрегат M2X) // ЦБ РФ. [Электронный ресурс]. URL: https://www.cbr.ru/statistics/macro_itm/dkfs/ (дата обращения: 10.05.2025).
42. Ansoff, H. I. Corporate Strategy: An Analytic Approach to Business Policy for Growth and Expansion. New York: McGraw-Hill, 1965. 44 p.
43. Birkinshaw, J., Hamel, G., Mol, M.J. Management Innovation. Academy of Management Review, 2008, 33, pp. 825-845.
44. Bradfield, R. M., Wright, G., Burt, G., Cairns, G., & van der Heijden, K. The origins and evolution of scenario techniques in long range planning. Futures, 2005, vol. 37, no. 8, pp. 795–812.
45. Burt, G., Wright, G., Bradfield, R., Cairns, G., & Van der Heijden, K. The Role of Scenario Planning in Exploring the Environment in View of the

Limitations of PEST and Its Derivatives. *International Studies of Management & Organization*, 2006, 36(3), pp. 50–76.

46. Cascio, J. Facing the Age of Chaos, 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://medium.com/@cascio/facing-the-age-of-chaos-b00687b1f51d> (дата обращения: 21.05.2022).

47. Cavana, R. Y. Integrating critical thinking and systems thinking: From premises to causal loops. *System Dynamics Review*, 2004, Vol. 20, No. 3, pp. 223–235.

48. Ceschini, A., Rosato, A., Panella, M. Design of an LSTM Cell on a Quantum Hardware // *IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs*. 2022, Vol. 69, pp. 1822-1826.

49. De Geus, A. *The living company*. Boston: Harvard Business School Press, 1997. 215 p.

50. Durance, P., Godet, M. Scenario building: uses and abuses. *Technological Forecasting and Social Change*, 2010, 77, pp. 1488–1492.

51. Fahey, L., Randall, R. M. *Learning from the Future. Competitive Foresight Scenarios*. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1998. pp. 81–108

52. Fischer, T., Krauss, C. Deep learning with long short-term memory networks for financial market predictions // *Eur J Oper Res*. 2018, Vol. 270, No. 2, pp. 654–669.

53. Fjellström, C. Long Short-Term Memory Neural Network for Financial Time Series. 2022 IEEE International Conference on Big Data. 2022, pp. 3496-3504.

54. Florinsky, I. V. Digital Elevation Models. *Digital Terrain Analysis in Soil Science and Geology*, 2016, pp. 77–108. doi:10.1016/b978-0-12-804632-6.00003-1

55. Gao, C., Delbruck, T., Liu, S. C. Spartus: A 9.4 TOp/s FPGA-Based LSTM Accelerator Exploiting Spatio-Temporal Sparsity // *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*. 2022, Vol. 35, No. 1, pp. 1098-1112. – DOI: 10.1109/TNNLS.2022.3180209

56. Gers, F. A., Schmidhuber, J., Cummins, F. Learning to Forget: Continual Prediction with LSTM // *Neural Computation*. 2000, Vol. 12, pp. 2451-2471.
57. Godet, M. From forecasting to 'La Prospective': A new way of looking at futures. *Journal of Forecasting*, 1982, 1 (3), pp. 293–301.
58. Godet, M. The Art of Scenarios and Strategic Planning - Tools and Pitfalls. *Technological Forecasting and Social Change*, 2000, 65, pp. 3–22.
59. Granger, C. W. J. Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *Econometrica*, 1969, Vol. 37, No. 3, pp. 424–438. DOI: 10.2307/1912791.
60. Grant, R. M. Strategic Planning in a Turbulent Environment: Evidence from the Oil Majors. *Strategic Management Journal*, 2003, 24, pp. 491–517.
61. Greeuw, S. C. H. et al. Cloudy Crystal Balls: An assessment of recent European and global Scenario studies and Models. Copenhagen: European Environment Agency (Environmental issues series 17), 2000. 116 p.
62. Hebb, D.O. The organization of behavior: A neuropsychological theory. New York: Wiley, 1949, 335 p.
63. Heinecke, A. and Schwager, M. Die szenario-technik als instrument der strategischen planung. Braunschweig, Germany, 1995. pp. 31–49
64. Hochreiter, S. Schmidhuber, J. Long Short-Term Memory. *Neural Computation*, 1997, Vol. 9, pp. 1735-1780.
65. Hodgkinson, G. P. Cognitive inertia in a turbulent market: the case of UK residential estate agents. *Journal of Management Studies*, 1997, 34, pp. 921–945.
66. Homer, J. B., Hirsch, G. B. System dynamics modeling for public health: Background and opportunities. *American Journal of Public Health*, 2006, 96(3), pp. 452–458.
67. Intercontinental Exchange Inc. "Brent™ the World's Crude Benchmark" // ICE. [Электронный ресурс]. URL:

<https://www.theice.com/insights/market-pulse/brent-the-worlds-crude-benchmark>
(дата обращения: 03.03.2022).

68. Johnson, G., Scholes, K., Whittington, R. Podstawy strategii. Warszawa: PWE, 2010. 50 p.

69. Kafel, T., Ziębicki, B. Dynamics of the evolution of the strategic management concept: From the planning school to the neostrategic approach. *Journal of Entrepreneurship, Management and Innovation*, 2021, 17(2), pp. 7–28.

70. Kahn, H., Wiener, A. J. The Year 2000: A Framework for Speculation on the Next Thirty-Three Years. New York: The Macmillan Co., 1967. 431 p.

71. Khakee A. Scenario construction for urban planning. *International Journal of Management Science*, 1991, 19 (5), pp. 459–469.

72. Kim, D. H. Guidelines for drawing causal loop diagrams. *The Systems Thinker*, 1992, 3(1), pp. 5–6.

73. Kirkwood, C. W. System behavior and causal loop diagrams. *System dynamics methods: A quick introduction*, 1998, pp. 1–14.

74. Kosow, H., Gaßner, R. *Methods of Future and Scenario Analysis: Overview, Assessment, and Selection Criteria*. 2008. 133 p.

75. Liedtka, J. M. Linking strategic thinking with strategic planning. *Strategy and Leadership*, 1998, 26(4), pp. 30–35.

76. Lindgren, M., Bandhold, H. *Scenario Planning: The Link between Future and Strategy*. Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2003. 179 p.

77. Lobo, F., Crawford, P. Time, Closed Timelike Curves and Causality. *The Nature of Time: Geometry, Physics and Perception*. NATO Science Series, vol 95. Springer, Dordrecht, 2003, pp. 289-296. https://doi.org/10.1007/978-94-010-0155-7_30.

78. Marhon, S.A., Cameron, C.J.F., Kremer, S.C. Recurrent Neural Networks // *Handbook on Neural Information Processing* / M. Bianchini, M. Maggini, L. Jain (eds). Berlin, Heidelberg: Springer, 2013, Vol. 49, pp. 29-65.

79. Mason, D. H. Scenario-based planning: decision models for the learning organisation. *Planning Review*, March/April, 1994, pp. 7–12.

80. Mcculloch, W.P. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *Bull. Math. Biol.* 1943, Vol. 5, pp. 115–133.
81. Millett, S. The future of scenarios: challenges and opportunities. *Strategy and Leadership*, 2003, 31 (2), pp. 16–24.
82. Mintzberg, H. The Fall and Rise of Strategic Planning. *Harvard Business Review*, 1994, 72, pp. 107-114.
83. Neumann, J. von. Zur Theorie der Gesellschaftsspiele. *Mathematische Annalen*, 1928, 100, pp. 295–320.
84. Orrell, D. System economics: Overcoming the pitfalls of forecasting models via a multidisciplinary approach. *International Journal of Forecasting*, 2009, Vol. 25, No. 4, pp. 734-743.
85. Peterson, G.D., Cumming, G.S., Carpenter, S.R. Scenario planning: a tool for conservation in an uncertain world. *Conserv. Biol.*, 2003, 17, pp. 358–366.
86. Pinson, P. Very-short-term probabilistic forecasting of wind power with generalized logit-normal distributions. *Journal of the Royal Statistical Society C: Applied Statistics*, 2012, vol. 61, no. 4, pp. 555–576.
87. Porter, M. *Competitive Advantage*. New York: Free Press, 1985, 558 p.
88. Prestwich, S.D. Tuning Forecasting Algorithms for Black Swans. *IFAC-Papers OnLine*, 2019, Volume 52, Issue 13, pp. 1496-1501. ISSN 2405-8963. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.411>
89. Ramirez, R., Wilkinson, A. *Strategic Reframing: The Oxford Scenario Planning Approach*. Oxford University Press, 2016. 276 p.
90. Richardson, G. P. Reflections on the foundations of system dynamics. *System Dynamics Review*, 2011, 27(3), pp. 219–243.
91. Ringland, G. *Scenario planning; Managing for the future*. Chichester, England: John Wiley & Sons, Ltd., 1998. 422 p.
92. Robinson, W.C. The limits to growth: A report for the club of Rome's project on the predicament of mankind Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows, Jergen Randers, and William W. Behrens, III. *Demography* 10, 1973, pp. 289–299.

93. Samanidou, E. Agent-based models of financial markets. Reports on Progress in Physics, 2007, Vol. 70, pp. 409-450.
94. Sarpong, P. Grey Rhinos and Deep Risk: How Climate Change Will Impact Financial Planning / P. Sarpong // Handbook of Research on Climate Change and the Sustainable Financial Sector / edited by O. M. Olarewaju and I. O. Ganiyu. – Hershey, PA: IGI Global, 2021, pp. 17-33. – DOI: 10.4018/978-1-7998-7967-1.ch002.
95. Schnaars, S.P. How to develop and use scenarios. Long Range Planning, 1987, 20, pp. 105–114.
96. Schwab, P., Cerutti, F., von Reibnitz, U.H. Foresight – using scenarios to shape the future of agricultural research. Foresight, 2003, 5, pp. 55–61.
97. Schwartz, P. The art of long view: Planning for the future in an uncertain world. England: Wiley, 1998. 288 p.
98. Schwenker, B., Wulf, T. Scenario based strategic planning. Developing strategies in an uncertain world. Springer Gabler Wiesbaden, 2013. 219 p.
99. Shell. Scenarios: An explorer's guide. 2008. [Электронный ресурс]. URL: https://www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future/scenarios/new-lenses-on-the-future/earlier-scenarios/_jcr_content/par/expandablelist/expandablesection_842430368.stream/1519772592201/f5b043e97972e369db4382a38434d4dc2b1e8bc4/shell-scenarios-explorersguide.pdf (дата обращения: 20.01.2022)
100. Shoemaker, P. J. H. Scenario planning: A tool for strategic thinking. Sloan Management Review, 1995, 37 (2), pp. 25–40.
101. Simpson, D. G. Key lessons for adopting scenario planning in diversified companies. Planning Review, 1992, vol. 20, no. 3, pp. 10–48.
102. Smith, Nicholas J.J. Time Travel. Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2021 Edition), Edward N. Zalta (eds). Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2021. [Электронный ресурс]. URL: <https://plato.stanford.edu/archives/fall2021/entries/time-travel/> (дата обращения: 28.05.2024).

103. Sterman, J. D. System dynamics modeling: Tools for learning in a complex world. *California Management Review*, 2001, Vol. 43, No. 4, pp. 8–25.
104. Sullivan, J. VUCA: The new normal for talent management and workforce planning, 2012. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ere.net/vuca-the-new-normal-for-talent-management-and-workforce-planning/> (дата обращения: 27.05.2022).
105. Van der Heijden, K. Scenarios - The art of strategic conversation. 2nd ed. West Sussex, England: John Wiley & sons ltd, 2005. 384 p.
106. Wessa, P. Bivariate Granger Causality (v1.0.4) in Free Statistics Software (v1.2.1). Office for Research Development and Education, 2016. [Электронный ресурс]. URL: http://www.wessa.net/rwasp_grangercausality.wasp/ (дата обращения: 11.11.2024).
107. Wiltbank, R. et al. What to do next? The case for non-predictive strategy. *Strategic management journal*, 2006, 27, pp. 981–998.
108. Wucker, M. The Gray Rhino: How to Recognize and Act on the Obvious Dangers We Ignore. St. Martin's Press, 2016. 304 p.
109. Zwick, M.M. Risiko - und Technikakzeptanz. Berlin, Heidelberg: Springer, 1997. 203 p.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

```

import re #
class LogSystems(object):
    def __init__(self, file, _s = True):
        self.solutions = 0
        self.function = ""
        self.vars = []
        self.is_set = _s
        self.parse_file(file)
#
    def parse_file(self, file):
        fun = '1'
        with open(file) as file_handler:
            for line in file_handler:
                fun += " and(" + line + ")"

        vars = re.findall(r'[A-Za-z]+[0-9]+', fun)
        [self.vars.append(x) for x in vars if x not in self.vars]
        fun = fun.replace(' ', '')
        fun = fun.replace('!', " not ") # Отрицание
        fun = fun.replace('+', " or ") # Дизъюнкция
        fun = fun.replace('*', " and ") # Конъюнкция
        fun = fun.replace('=', " == ") # Эквивалентность
        fun = fun.replace('-', " <= ") # Импликация
        for var in reversed(self.vars):
            fun = fun.replace(var, "set["+str(self.vars.index(var))+"]")

        self.function = fun
#
    def generate_set(self, number):
        set = []
        for i in range(len(self.vars)):
            set.append(number % 2)
            number //= 2
        return set[::-1]
#
    def solve(self):
        sets = 2**len(self.vars)
        if self.is_set:
            print('|'+'%s' % '|'.join(self.vars))

```

```

for number in range(sets):
    set = self.generate_set(number)
    if(eval(self.function)):
        self.solutions += 1
        if self.is_set:
            print('|'+'%s' % '|'.join(str(x) for x in set))

print(self.solutions)
#####
#####
if __name__ == '__main__':
    import sys
    try:
        path = sys.argv[1]
    except IndexError:
        print("Укажите файл с системой")
        exit()
    s = LogSystems("/content/drive/MyDrive/Colab Notebooks/our_logic.txt")
    s.solve()

```

	Цена нефти марки Brent (\$ за баррель) ¹⁴⁵	Агрегат М2 в США (млрд долларов США) ¹⁴⁶	Процентная ставка ФРС ¹⁴⁷	Золото (\$ за унцию) ¹⁴⁸	Инфляция в США ¹⁴⁹	Уровень безработицы в США ¹⁵⁰	ВВП США (в млрд долларов США) ¹⁵¹
1987	18,53	2782,3	6,66	446,46	3,6	6,2	4855,22
1988	14,91	2931,1	7,57	436,94	4,1	5,5	5236,44
1989	18,23	3054,0	9,22	381,44	4,8	5,3	5641,58
1990	23,76	3222,2	8,10	383,51	5,4	5,6	5963,14
1991	20,04	3342,1	5,69	362,11	4,2	6,9	6158,13
1992	19,32	3404,6	3,52	343,82	3	7,5	6520,33
1993	17,01	3439,8	3,02	359,77	3	6,9	6858,56
1994	15,86	3483,4	4,20	384,00	2,6	6,1	7287,24
1995	17,02	3555,6	5,84	384,17	2,8	5,6	7639,75
1996	20,64	3729,0	5,30	387,77	3	5,4	8073,12
1997	19,11	3925,7	5,46	330,98	2,3	4,9	8577,55
1998	12,76	4206,5	5,35	294,24	1,6	4,5	9062,82
1999	17,90	4517,3	4,97	278,98	2,2	4,2	9631,17
2000	28,66	4790,2	6,24	279,11	3,4	4,0	10250,95
2001	24,46	5203,7	3,89	271,04	2,8	4,7	10581,93
2002	24,99	5591,3	1,67	309,73	1,6	5,8	10929,11
2003	28,85	5981,4	1,13	363,38	2,3	6,0	11456,45
2004	38,26	6266,8	1,35	409,72	2,7	5,5	12217,20
2005	54,57	6535,1	3,21	444,74	3,4	5,1	13039,20
2006	65,16	6877,4	4,96	603,46	3,2	4,6	13815,58
2007	72,44	7298,1	5,02	695,39	2,8	4,6	14474,23
2008	96,94	7790,8	1,93	871,96	3,8	5,8	14769,86
2009	61,74	8416,0	0,16	972,35	-0,4	9,3	14478,07
2010	79,61	8626,1	0,18	1224,53	1,6	9,6	15048,97
2011	111,26	9256,0	0,10	1571,52	3,2	8,9	15599,73

¹⁴⁵ Цена на нефть марки Brent // EIA. [Электронный ресурс]. URL:

<https://www.eia.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=PET&s=RB RTE&f=A> (дата обращения: 01.05.2023).

¹⁴⁶ Агрегат М2 в США // Federal Reserve Bank of St. Louis. [Электронный ресурс]. URL:

<https://fred.stlouisfed.org/series/M2SL#0> (дата обращения: 03.03.2024).

¹⁴⁷ Процентная ставка ФРС США // Federal Reserve Bank of St. Louis. [Электронный ресурс]. URL:

<https://fred.stlouisfed.org/series/REAINTRATREARAT10Y#0> (дата обращения: 03.03.2024).

¹⁴⁸ Цена за унцию золота // Statista. [Электронный ресурс]. URL:

<https://www.statista.com/statistics/268027/change-in-gold-price-since-1990/> (дата обращения: 03.03.2024).

¹⁴⁹ Уровень инфляции в США // US inflation calculator. [Электронный ресурс]. URL:

<https://www.usinflationcalculator.com/inflation/historical-inflation-rates/> (дата обращения: 03.03.2024).

¹⁵⁰ Уровень безработицы в США // Federal Reserve Bank of St. Louis. [Электронный ресурс]. URL:

<https://fred.stlouisfed.org/series/UNRATE> (дата обращения: 03.03.2024).

¹⁵¹ ВВП США // Federal Reserve Bank of St. Louis. [Электронный ресурс]. URL:

<https://fred.stlouisfed.org/series/GDP> (дата обращения: 03.03.2024).

2012	111,63	10050,0	0,14	1668,98	2,1	8,1	16253,97
2013	108,56	10727,3	0,11	1411,23	1,5	7,4	16880,68
2014	98,97	11389,3	0,09	1266,4	1,6	6,2	17608,14
2015	52,32	12045,8	0,13	1160,06	0,1	5,3	18295,02
2016	43,64	12860,6	0,40	1250,74	1,3	4,9	18804,91
2017	54,13	13591,3	1,00	1257,12	2,1	4,4	19612,10
2018	71,34	14104,3	1,83	1268,49	2,4	3,9	20656,52
2019	64,30	14818,7	2,16	1392,60	1,8	3,7	21521,40
2020	41,96	17650,2	0,38	1769,64	1,2	8,1	21322,95
2021	70,86	20508,6	0,08	1798,61	4,7	5,4	23594,03
2022	100,93	21578,8	1,68	1800,09	8	3,6	25744,11
2023	82,49	20841,6	5,02	1943,08	4,1	3,6	27360,93

Приложение 3

Год	Цена нефти Brent (\$)	МА за 2 предшеству ющих года (\$)	МА за 3 предшеству ющих года (\$)	МА за 4 предшеству ющих года (\$)	МА за 10 предшеству ющих года (\$)
1987	18,53				
1988	14,91				
1989	18,23	16,72			
1990	23,76	16,57	17,22		
1991	20,04	21,00	18,97	18,86	
1992	19,32	21,90	20,68	19,24	
1993	17,01	19,68	21,04	20,34	
1994	15,86	18,17	18,79	20,03	
1995	17,02	16,44	17,40	18,06	
1996	20,64	16,44	16,63	17,30	
1997	19,11	18,83	17,84	17,63	18,53
1998	12,76	19,88	18,92	18,16	18,59
1999	17,9	15,94	17,50	17,38	18,38
2000	28,66	15,33	16,59	17,60	18,34
2001	24,46	23,28	19,77	19,61	18,83
2002	24,99	26,56	23,67	20,95	19,27
2003	28,85	24,73	26,04	24,00	19,84
2004	38,26	26,92	26,10	26,74	21,03
2005	54,57	33,56	30,70	29,14	23,27
2006	65,16	46,42	40,56	36,67	27,02
2007	72,44	59,87	52,66	46,71	31,47
2008	96,94	68,80	64,06	57,61	36,81
2009	61,74	84,69	78,18	72,28	45,22
2010	79,61	79,34	77,04	74,07	49,61
2011	111,26	70,68	79,43	77,68	54,70
2012	111,57	95,44	84,20	87,39	63,38
2013	108,56	111,42	100,81	91,05	72,04
2014	98,97	110,07	110,46	102,75	80,01
2015	52,32	103,77	106,37	107,59	86,08
2016	43,64	75,65	86,62	92,86	85,86
2017	54,12	47,98	64,98	75,87	83,71
2018	71,34	48,88	50,03	62,26	81,87
2019	64,3	62,73	56,37	55,36	79,31
2020	41,96	67,82	63,25	58,35	79,57
2021	70,86	53,13	59,20	57,93	75,80
2022	100,93	56,41	59,04	62,12	71,76
2023	82,49	85,90	71,25	69,51	70,70

```

import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from tensorflow import keras
from keras.layers import Dense
from keras.layers import LSTM

c = np.array([[18.53, 2782.3, 6.66], [14.91, 2931.1, 7.57],[18.23, 3054.0, 9.22],
[23.76, 3222.2, 8.10],[20.04, 3342.1, 5.69],[ 19.32, 3404.6, 3.52],[17.01, 3439.8,
3.02],[ 15.86, 3483.4, 4.20],
[17.02, 3555.6, 5.84],[ 20.64, 3729.0, 5.30],[19.11, 3925.7, 5.46],[ 12.76, 4206.5,
5.35],[17.90, 4517.3, 4.97],[ 28.66, 4790.2, 6.24],[24.46, 5203.7, 3.89],[ 24.99,
5591.3, 1.67],
[28.85, 5981.4, 1.13],[ 38.26, 6266.8, 1.35],[54.57, 6535.1, 3.21],[ 65.16, 6877.4,
4.96],[72.44, 7298.1, 5.02],[ 96.94, 7790.8, 1.93],[61.74, 8416.0, 0.16],[ 79.61,
8626.1, 0.18],
[111.26, 9256.0, 0.10],[ 111.63, 10050.0, 0.14], [108.56, 10727.3, 0.11],
[ 98.97, 11389.3, 0.09],[52.32, 12045.8, 0.13],[ 43.64, 12860.6, 0.40],[54.13,
13591.3, 1.00],[ 71.34, 14104.3, 1.83],[64.30, 14818.7, 2.16],[ 41.96, 17650.2,
0.38], [70.86, 20508.6, 0.08],
])
f = np.array([[14.91, 2931.1, 7.57],[18.23, 3054.0, 9.22], [23.76, 3222.2,
8.10],[20.04, 3342.1, 5.69],[ 19.32, 3404.6, 3.52],[17.01, 3439.8, 3.02],[ 15.86,
3483.4, 4.20],
[17.02, 3555.6, 5.84],[ 20.64, 3729.0, 5.30],[19.11, 3925.7, 5.46],[ 12.76, 4206.5,
5.35],[17.90, 4517.3, 4.97],[ 28.66, 4790.2, 6.24],[24.46, 5203.7, 3.89],[ 24.99,
5591.3, 1.67],
[28.85, 5981.4, 1.13],[ 38.26, 6266.8, 1.35],[54.57, 6535.1, 3.21],[ 65.16, 6877.4,
4.96],[72.44, 7298.1, 5.02],[ 96.94, 7790.8, 1.93],[61.74, 8416.0, 0.16],[ 79.61,
8626.1, 0.18],
[111.26, 9256.0, 0.10],[ 111.63, 10050.0, 0.14], [108.56, 10727.3, 0.11],
[ 98.97, 11389.3, 0.09],[52.32, 12045.8, 0.13],[ 43.64, 12860.6, 0.40],[54.13,
13591.3, 1.00],[ 71.34, 14104.3, 1.83],[64.30, 14818.7, 2.16],[ 41.96, 17650.2,
0.38], [70.86, 20508.6, 0.08],[100.93, 21578.8, 1.68],
])
model = keras.Sequential()
model.add(LSTM(10, input_shape=(3,1)))
model.add(Dense(units=3, input_shape=(3,),activation='linear'))
model.add(Dense(units=3, input_shape=(3,),activation='linear'))
model.compile(loss='mean_squared_error', optimizer=keras.optimizers.Adam(0.01
))

```

```

history = model.fit(c, f, epochs=50000, verbose=False)
plt.plot(history.history['loss'])
plt.grid(True)
plt.show
sit1 = np.array([[82.49, 20841.6, 5.02]])
print('sit1=', np.around(model.predict(sit1)))
predictions = model.predict(c, verbose=0)
print(f[:,0])
plt.figure()
#
plt.subplot(3, 1, 1)
plt.plot(f[:,0], color='blue', label='Факт')
plt.plot(predictions[:,0], color='red', label='Прогноз')
plt.title('Цена 1 барреля марки Brent', y=0.5, loc='right')
plt.legend()
#
plt.subplot(3, 1, 2)
plt.plot(f[:,1], color='blue', label='Факт')
plt.plot(predictions[:,1], color='red', label='Прогноз')
plt.title('Агрегат M2', y=0.5, loc='right')
plt.legend()
#
plt.subplot(3, 1, 3)
plt.plot(f[:,2], color='blue', label='Факт')
plt.plot(predictions[:,2], color='red', label='Прогноз')
plt.title('Процентная ставка ФРС', y=0.5, loc='right')
plt.legend()
#
plt.show()

```

```

import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from tensorflow import keras
from keras.layers import Dense
from keras.layers import LSTM

c = np.array([[18.53, 2782.3, 6.66, 446.46, 3.6], [14.91, 2931.1, 7.57, 436.94,
4.1],[18.23, 3054.0, 9.22, 381.44, 4.8], [23.76, 3222.2, 8.10, 383.51, 5.4],[20.04,
3342.1, 5.69, 362.11, 4.2],[ 19.32, 3404.6, 3.52, 343.82, 3],[17.01, 3439.8, 3.02,
359.77, 3],[ 15.86, 3483.4, 4.20, 384.00, 2.6],
[17.02, 3555.6, 5.84, 384.17, 2.8],[ 20.64, 3729.0, 5.30, 387.77, 3],[19.11, 3925.7,
5.46, 330.98, 2.3],[ 12.76, 4206.5, 5.35, 294.24, 1.6],[17.90, 4517.3, 4.97, 278.98,
2.2],[ 28.66, 4790.2, 6.24, 279.11, 3.4],[24.46, 5203.7, 3.89, 271.04, 2.8],[ 24.99,
5591.3, 1.67, 309.73, 1.6],
[28.85, 5981.4, 1.13, 363.38, 2.3],[ 38.26, 6266.8, 1.35, 409.72, 2.7],[54.57,
6535.1, 3.21, 444.74, 3.4],[ 65.16, 6877.4, 4.96, 603.46, 3.2],[72.44, 7298.1, 5.02,
695.39, 2.8],[ 96.94, 7790.8, 1.93, 871.96, 3.8],[61.74, 8416.0, 0.16, 972.35, -0.4],[
79.61, 8626.1, 0.18, 1224.53, 1.6],
[111.26, 9256.0, 0.10, 1571.52, 3.2],[ 111.63, 10050.0, 0.14, 1668.98, 2.1],
[108.56, 10727.3, 0.11, 1411.23, 1.5],
[ 98.97, 11389.3, 0.09, 1266.4, 1.6],[52.32, 12045.8, 0.13, 1160.06, 0.1],[ 43.64,
12860.6, 0.40, 1250.74, 1.3],[54.13, 13591.3, 1.00, 1257.12, 2.1],[ 71.34, 14104.3,
1.83, 1268.49, 2.4],[64.30, 14818.7, 2.16, 1392.60, 1.8],[ 41.96, 17650.2, 0.38,
1769.64, 1.2], [70.86, 20508.6, 0.08, 1798.61, 4.7],
    ])
f = np.array([[14.91, 2931.1, 7.57, 436.94, 4.1],[18.23, 3054.0, 9.22, 381.44, 4.8],
[23.76, 3222.2, 8.10, 383.51, 5.4],[20.04, 3342.1, 5.69, 362.11, 4.2],[ 19.32,
3404.6, 3.52, 343.82, 3],[17.01, 3439.8, 3.02, 359.77, 3],[ 15.86, 3483.4, 4.20,
384.00, 2.6],
[17.02, 3555.6, 5.84, 384.17, 2.8],[ 20.64, 3729.0, 5.30, 387.77, 3],[19.11, 3925.7,
5.46, 330.98, 2.3],[ 12.76, 4206.5, 5.35, 294.24, 1.6],[17.90, 4517.3, 4.97, 278.98,
2.2],[ 28.66, 4790.2, 6.24, 279.11, 3.4],[24.46, 5203.7, 3.89, 271.04, 2.8],[ 24.99,
5591.3, 1.67, 309.73, 1.6],
[28.85, 5981.4, 1.13, 363.38, 2.3],[ 38.26, 6266.8, 1.35, 409.72, 2.7],[54.57,
6535.1, 3.21, 444.74, 3.4],[ 65.16, 6877.4, 4.96, 603.46, 3.2],[72.44, 7298.1, 5.02,
695.39, 2.8],[ 96.94, 7790.8, 1.93, 871.96, 3.8],[61.74, 8416.0, 0.16, 972.35, -0.4],[
79.61, 8626.1, 0.18, 1224.53, 1.6],
[111.26, 9256.0, 0.10, 1571.52, 3.2],[ 111.63, 10050.0, 0.14, 1668.98, 2.1],
[108.56, 10727.3, 0.11, 1411.23, 1.5],
[ 98.97, 11389.3, 0.09, 1266.4, 1.6],[52.32, 12045.8, 0.13, 1160.06, 0.1],[ 43.64,
12860.6, 0.40, 1250.74, 1.3],[54.13, 13591.3, 1.00, 1257.12, 2.1],[ 71.34, 14104.3,
1.83, 1268.49, 2.4],[64.30, 14818.7, 2.16, 1392.60, 1.8],[ 41.96, 17650.2, 0.38,

```

```

1769.64, 1.2], [70.86, 20508.6, 0.08, 1798.61, 4.7], [100.93, 21578.8, 1.68,
1800.09, 8.0],
    ])
model = keras.Sequential()
model.add(LSTM(10, input_shape=(5,1)))
model.add(Dense(units=5, input_shape=(5,),activation='linear'))
model.add(Dense(units=5, input_shape=(5,),activation='linear'))
model.compile(loss='mean_squared_error', optimizer=keras.optimizers.Adam(0.01
))
history = model.fit(c, f, epochs=50000, verbose=False)
plt.plot(history.history['loss'])
plt.grid(True)
plt.show
sit1 = np.array([[82.49, 20841.6, 5.02, 1943.08, 4.1]])
print('sit1=',np.around(model.predict(sit1)))
predictions = model.predict(c, verbose=0)
print(f[:,0])
plt.figure()
#
plt.subplot(5, 1, 1)
plt.plot(f[:,0], color='blue', label='Факт')
plt.plot(predictions[:,0], color='red', label='Прогноз')
plt.title('Цена 1 барреля марки Brent', y=0.5, loc='right')
plt.legend()
#
plt.subplot(5, 1, 2)
plt.plot(f[:,1], color='blue', label='Факт')
plt.plot(predictions[:,1], color='red', label='Прогноз')
plt.title('Агрегат M2', y=0.5, loc='right')
plt.legend()
#
plt.subplot(5, 1, 3)
plt.plot(f[:,2], color='blue', label='Факт')
plt.plot(predictions[:,2], color='red', label='Прогноз')
plt.title('Процентная ставка ФРС', y=0.5, loc='right')
plt.legend()
#
plt.subplot(5, 1, 4)
plt.plot(f[:,3], color='blue', label='Факт')
plt.plot(predictions[:,3], color='red', label='Прогноз')
plt.title('Золото ($ за унцию)', y=0.5, loc='right')
plt.legend()
#
plt.subplot(5, 1, 5)

```

```
plt.plot(f[:,4], color='blue', label='Факт')  
plt.plot(predictions[:,4], color='red', label='Прогноз')  
plt.title('Инфляция в США', y=0.5, loc='right')  
plt.legend()  
plt.show()
```

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from tensorflow import keras
from keras.layers import Dense
from keras.layers import LSTM
```

```
c = np.array([[18.53, 2782.3, 6.66, 446.46, 3.6, 6.2, 4855.22], [14.91, 2931.1, 7.57,
436.94, 4.1, 5.5, 5236.44], [18.23, 3054.0, 9.22, 381.44, 4.8, 5.3, 5641.58], [23.76,
3222.2, 8.10, 383.51, 5.4, 5.6, 5963.14], [20.04, 3342.1, 5.69, 362.11, 4.2, 6.9,
6158.13], [19.32, 3404.6, 3.52, 343.82, 3, 7.5, 6520.33], [17.01, 3439.8, 3.02,
359.77, 3, 6.9, 6858.56], [15.86, 3483.4, 4.20, 384.00, 2.6, 6.1, 7287.24],
[17.02, 3555.6, 5.84, 384.17, 2.8, 5.6, 7639.75], [20.64, 3729.0, 5.30, 387.77, 3,
5.4, 8073.12], [19.11, 3925.7, 5.46, 330.98, 2.3, 4.9, 8577.55], [12.76, 4206.5, 5.35,
294.24, 1.6, 4.5, 9062.82], [17.90, 4517.3, 4.97, 278.98, 2.2, 4.2, 9631.17], [28.66,
4790.2, 6.24, 279.11, 3.4, 4.0, 10250.95], [24.46, 5203.7, 3.89, 271.04, 2.8, 4.7,
10581.93], [24.99, 5591.3, 1.67, 309.73, 1.6, 5.8, 10929.11],
[28.85, 5981.4, 1.13, 363.38, 2.3, 6.0, 11456.45], [38.26, 6266.8, 1.35, 409.72, 2.7,
5.5, 12217.20], [54.57, 6535.1, 3.21, 444.74, 3.4, 5.1, 13039.20], [65.16, 6877.4,
4.96, 603.46, 3.2, 4.6, 13815.58], [72.44, 7298.1, 5.02, 695.39, 2.8, 4.6, 14474.23], [
96.94, 7790.8, 1.93, 871.96, 3.8, 5.8, 14769.86], [61.74, 8416.0, 0.16, 972.35, -0.4,
9.3, 14478.07], [79.61, 8626.1, 0.18, 1224.53, 1.6, 9.6, 15048.97],
[111.26, 9256.0, 0.10, 1571.52, 3.2, 8.9, 15599.73], [111.63, 10050.0, 0.14,
1668.98, 2.1, 8.1, 16253.97], [108.56, 10727.3, 0.11, 1411.23, 1.5, 7.4, 16880.68],
[98.97, 11389.3, 0.09, 1266.4, 1.6, 6.2, 17608.14], [52.32, 12045.8, 0.13, 1160.06,
0.1, 5.3, 18295.02], [43.64, 12860.6, 0.40, 1250.74, 1.3, 4.9, 18804.91], [54.13,
13591.3, 1.00, 1257.12, 2.1, 4.4, 19612.10], [71.34, 14104.3, 1.83, 1268.49, 2.4,
3.9, 20656.52], [64.30, 14818.7, 2.16, 1392.60, 1.8, 3.7, 21521.40], [41.96,
17650.2, 0.38, 1769.64, 1.2, 8.1, 21322.95], [70.86, 20508.6, 0.08, 1798.61, 4.7,
5.4, 23594.03],
])
```

```
f = np.array([[14.91, 2931.1, 7.57, 436.94, 4.1, 5.5, 5236.44], [18.23, 3054.0, 9.22,
381.44, 4.8, 5.3, 5641.58], [23.76, 3222.2, 8.10, 383.51, 5.4, 5.6, 5963.14], [20.04,
3342.1, 5.69, 362.11, 4.2, 6.9, 6158.13], [19.32, 3404.6, 3.52, 343.82, 3, 7.5,
6520.33], [17.01, 3439.8, 3.02, 359.77, 3, 6.9, 6858.56], [15.86, 3483.4, 4.20,
384.00, 2.6, 6.1, 7287.24], [17.02, 3555.6, 5.84, 384.17, 2.8, 5.6, 7639.75], [20.64,
3729.0, 5.30, 387.77, 3, 5.4, 8073.12], [19.11, 3925.7, 5.46, 330.98, 2.3, 4.9,
8577.55], [12.76, 4206.5, 5.35, 294.24, 1.6, 4.5, 9062.82],
[17.90, 4517.3, 4.97, 278.98, 2.2, 4.2, 9631.17], [28.66, 4790.2, 6.24, 279.11, 3.4,
4.0, 10250.95],
[24.46, 5203.7, 3.89, 271.04, 2.8, 4.7, 10581.93], [24.99, 5591.3, 1.67, 309.73, 1.6,
5.8, 10929.11], [28.85, 5981.4, 1.13, 363.38, 2.3, 6.0, 11456.45], [38.26, 6266.8,
1.35, 409.72, 2.7, 5.5, 12217.20], [54.57, 6535.1, 3.21, 444.74, 3.4, 5.1, 13039.20], [
```

```

65.16, 6877.4, 4.96, 603.46, 3.2, 4.6, 13815.58],[72.44, 7298.1, 5.02, 695.39, 2.8,
4.6, 14474.23],[ 96.94, 7790.8, 1.93, 871.96, 3.8, 5.8, 14769.86],
[61.74, 8416.0, 0.16, 972.35, -0.4, 9.3, 14478.07],[ 79.61, 8626.1, 0.18, 1224.53,
1.6, 9.6, 15048.97],[111.26, 9256.0, 0.10, 1571.52, 3.2, 8.9, 15599.73],[ 111.63,
10050.0, 0.14, 1668.98, 2.1, 8.1, 16253.97], [108.56, 10727.3, 0.11, 1411.23, 1.5,
7.4, 16880.68],[ 98.97, 11389.3, 0.09, 1266.4, 1.6, 6.2, 17608.14],[52.32, 12045.8,
0.13, 1160.06, 0.1, 5.3, 18295.02],[ 43.64, 12860.6, 0.40, 1250.74, 1.3, 4.9,
18804.91],[54.13, 13591.3, 1.00, 1257.12, 2.1, 4.4, 19612.10],[ 71.34, 14104.3,
1.83, 1268.49, 2.4, 3.9, 20656.52],[64.30, 14818.7, 2.16, 1392.60, 1.8, 3.7,
21521.40],[ 41.96, 17650.2, 0.38, 1769.64, 1.2, 8.1, 21322.95], [70.86, 20508.6,
0.08, 1798.61, 4.7, 5.4, 23594.03],[100.93, 21578.8, 1.68, 1800.09, 8.0, 3.6,
25744.11],
    )
model = keras.Sequential()
model.add(LSTM(10, input_shape=(7,1)))
model.add(Dense(units=7, input_shape=(7,),activation='linear'))
model.add(Dense(units=7, input_shape=(7,),activation='linear'))
model.compile(loss='mean_squared_error', optimizer=keras.optimizers.Adam(0.01
))
history = model.fit(c, f, epochs=50000, verbose=False)
plt.plot(history.history['loss'])
plt.grid(True)
plt.show
sit1 = np.array([[82.49, 20841.6, 5.02, 1943.08, 4.1, 3.6, 27360.93]])
print('sit1=',np.around(model.predict(sit1)))
predictions = model.predict(c, verbose=0)
print(f[:,0])
plt.figure()
#
plt.subplot(7, 1, 1)
plt.plot(f[:,0], color='blue', label='Факт')
plt.plot(predictions[:,0] , color='red', label='Прогноз')
plt.title('Цена 1 барреля марки Brent', y=0.5, loc='right')
plt.legend()
#
plt.subplot(7, 1, 2)
plt.plot(f[:,1], color='blue', label='Факт')
plt.plot(predictions[:,1] , color='red', label='Прогноз')
plt.title('Аррегат M2', y=0.5, loc='right')
plt.legend()
#
plt.subplot(7, 1, 3)
plt.plot(f[:,2], color='blue', label='Факт')
plt.plot(predictions[:,2] , color='red', label='Прогноз')

```

```

plt.title('Процентная ставка ФРС', y=0.5, loc='right')
plt.legend()
#
plt.subplot(7, 1, 4)
plt.plot(f[:,3], color='blue', label='Факт')
plt.plot(predictions[:,3], color='red', label='Прогноз')
plt.title('Золото ($ за унцию)', y=0.5, loc='right')
plt.legend()
#
plt.subplot(7, 1, 5)
plt.plot(f[:,4], color='blue', label='Факт')
plt.plot(predictions[:,4], color='red', label='Прогноз')
plt.title('Инфляция в США', y=0.5, loc='right')
plt.legend()
#
plt.subplot(7, 1, 6)
plt.plot(f[:,5], color='blue', label='Факт')
plt.plot(predictions[:,5], color='red', label='Прогноз')
plt.title('Уровень безработицы в США', y=0.5, loc='right')
plt.legend()
#
plt.subplot(7, 1, 7)
plt.plot(f[:,6], color='blue', label='Факт')
plt.plot(predictions[:,6], color='red', label='Прогноз')
plt.title('ВВП США (млрд долларов)', y=0.5, loc='right')
plt.legend()
plt.show()

```

```

import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from tensorflow import keras
from keras.layers import Dense
from keras.layers import LSTM

c = np.array([
    [ 96.94, 7790.8, 1.93, 871.96, 3.8, 5.8, 14769.86],[61.74, 8416.0, 0.16, 972.35, -
    0.4, 9.3, 14478.07],[ 79.61, 8626.1, 0.18, 1224.53, 1.6, 9.6, 15048.97],
    [111.26, 9256.0, 0.10, 1571.52, 3.2, 8.9, 15599.73],[ 111.63, 10050.0, 0.14,
    1668.98, 2.1, 8.1, 16253.97], [108.56, 10727.3, 0.11, 1411.23, 1.5, 7.4, 16880.68],
    [ 98.97, 11389.3, 0.09, 1266.4, 1.6, 6.2, 17608.14],[52.32, 12045.8, 0.13, 1160.06,
    0.1, 5.3, 18295.02],[ 43.64, 12860.6, 0.40, 1250.74, 1.3, 4.9, 18804.91],[54.13,
    13591.3, 1.00, 1257.12, 2.1, 4.4, 19612.10],[ 71.34, 14104.3, 1.83, 1268.49, 2.4,
    3.9, 20656.52],[64.30, 14818.7, 2.16, 1392.60, 1.8, 3.7, 21521.40],[ 41.96,
    17650.2, 0.38, 1769.64, 1.2, 8.1, 21322.95], [70.86, 20508.6, 0.08, 1798.61, 4.7,
    5.4, 23594.03],
    ])
f = np.array([
    [61.74, 8416.0, 0.16, 972.35, -0.4, 9.3, 14478.07],[ 79.61, 8626.1, 0.18, 1224.53,
    1.6, 9.6, 15048.97],[111.26, 9256.0, 0.10, 1571.52, 3.2, 8.9, 15599.73],[ 111.63,
    10050.0, 0.14, 1668.98, 2.1, 8.1, 16253.97], [108.56, 10727.3, 0.11, 1411.23, 1.5,
    7.4, 16880.68],[ 98.97, 11389.3, 0.09, 1266.4, 1.6, 6.2, 17608.14],[52.32, 12045.8,
    0.13, 1160.06, 0.1, 5.3, 18295.02],[ 43.64, 12860.6, 0.40, 1250.74, 1.3, 4.9,
    18804.91],[54.13, 13591.3, 1.00, 1257.12, 2.1, 4.4, 19612.10],[ 71.34, 14104.3,
    1.83, 1268.49, 2.4, 3.9, 20656.52],[64.30, 14818.7, 2.16, 1392.60, 1.8, 3.7,
    21521.40],[ 41.96, 17650.2, 0.38, 1769.64, 1.2, 8.1, 21322.95], [70.86, 20508.6,
    0.08, 1798.61, 4.7, 5.4, 23594.03],[100.93, 21578.8, 1.68, 1800.09, 8.0, 3.6,
    25744.11],
    ])
model = keras.Sequential()
model.add(LSTM(10, input_shape=(7,1)))
model.add(Dense(units=7, input_shape=(7,),activation='linear'))
model.add(Dense(units=7, input_shape=(7,),activation='linear'))
model.compile(loss='mean_squared_error', optimizer=keras.optimizers.Adam(0.01))
history = model.fit(c, f, epochs=50000, verbose=False)
plt.plot(history.history['loss'])
plt.grid(True)
plt.show
sit1 = np.array([[82.49, 20841.6, 5.02, 1943.08, 4.1, 3.6, 27360.93]])
print('sit1=',np.around(model.predict(sit1)))

```

```

predictions = model.predict(c, verbose=0)
print(f[:,0])
plt.figure()
#
plt.subplot(7, 1, 1)
plt.plot(f[:,0], color='blue', label='Факт')
plt.plot(predictions[:,0], color='red', label='Прогноз')
plt.title('Цена 1 барреля марки Brent', y=0.5, loc='right')
plt.legend()
#
plt.subplot(7, 1, 2)
plt.plot(f[:,1], color='blue', label='Факт')
plt.plot(predictions[:,1], color='red', label='Прогноз')
plt.title('Агрегат M2', y=0.5, loc='right')
plt.legend()
#
plt.subplot(7, 1, 3)
plt.plot(f[:,2], color='blue', label='Факт')
plt.plot(predictions[:,2], color='red', label='Прогноз')
plt.title('Процентная ставка ФРС', y=0.5, loc='right')
plt.legend()
#
plt.subplot(7, 1, 4)
plt.plot(f[:,3], color='blue', label='Факт')
plt.plot(predictions[:,3], color='red', label='Прогноз')
plt.title('Золото ($ за унцию)', y=0.5, loc='right')
plt.legend()
#
plt.subplot(7, 1, 5)
plt.plot(f[:,4], color='blue', label='Факт')
plt.plot(predictions[:,4], color='red', label='Прогноз')
plt.title('Инфляция в США', y=0.5, loc='right')
plt.legend()
#
plt.subplot(7, 1, 6)
plt.plot(f[:,5], color='blue', label='Факт')
plt.plot(predictions[:,5], color='red', label='Прогноз')
plt.title('Уровень безработицы в США', y=0.5, loc='right')
plt.legend()
#
plt.subplot(7, 1, 7)
plt.plot(f[:,6], color='blue', label='Факт')
plt.plot(predictions[:,6], color='red', label='Прогноз')
plt.title('ВВП США (млрд долларов)', y=0.5, loc='right')

```

```
plt.legend()  
plt.show()
```

x0	x4	x2	x1	x3
0	0	0	1	0
0	0	0	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	0
1	1	1	1	1

Приложение 9

Год	Динамика курса рубля к доллару США (среднее значение по годам) ¹⁵²	Индекс потребительских цен на товары и услуги по РФ ¹⁵³	ВВП РФ (в текущих ценах, млрд. руб.) ¹⁵⁴	Цена на нефть марки Brent в долларах США ¹⁵⁵	Уровень безработицы в РФ населения в возрасте 15–72 лет ¹⁵⁶	Ключевая ставка Банка России (до 2014 года - Ставка рефинансирования ЦБ РФ) ¹⁵⁷	Государственный внешний долг Российской Федерации на конец года (млн. долл. США) ¹⁵⁹	Широкая денежная масса в РФ на конец года (Денежный агрегат M2X) ¹⁶⁰	Счет текущих операций РФ (млн. долларов США) ¹⁶¹
2010	30,4	108,8	46308,5	79,6	9,4	8,1	39956,9	22146,2	67452,2
2011	29,4	106,1	60114,0	111,3	8,4	8,1	35801,4	26290,4	97273,9
2012	31,1	106,6	68103,4	111,6	7,2	8,3	50769,2	29901,9	71282,2
2013	31,9	106,5	72985,7	108,6	7,2	8,3	55794,2	35139,3	33428,2
2014	38,6	111,4	79030,0	99,0	6,8	8,3	54355,4	40083,9	57512,8
2015	61,3	112,9	83087,4	52,3	7,2	12,5	50002,3	47499,2	67777,3
2016	66,8	105,4	85616,1	43,6	7,0	10,5	51211,8	49854,3	24468,8
2017	58,3	102,5	91843,2	54,1	6,6	9,0	49827,3	52585,5	32178,6
2018	62,9	104,3	103861,7	71,3	6,1	7,4	49156,5	58430,0	115680,0
2019	64,6	103,0	109608,3	64,3	6,5	7,3	54848,3	62732,5	65650,1
2020	72,3	104,9	107658,1	42,0	7,8	4,9	56702,9	72528,3	35372,7
2021	73,7	108,4	134727,5	70,9	6,4	6,0	59702,0	80311,1	124953,0
2022	68,4	111,9	156940,9	100,9	5,2	11,0	57416,8	87797,6	237734,8
2023	85,8	107,4	176413,6	82,5	4,2	10,4	53322,9	106827,8	49439,0
2024	92,7	109,5	201152,1	80,5	3,5	17,8	52109,2	126512,0	62286,7

¹⁵² Динамика курса рубля к доллару США // ЦБ РФ. [Электронный ресурс]. URL:

https://cbr.ru/currency_base/dynamics/?UniDbQuery.Posted=True&UniDbQuery.so=1&UniDbQuery.mode=1&UniDbQuery.date_req1=&UniDbQuery.date_req2=&UniDbQuery.VAL_NM_RQ=R01235&UniDbQuery.From=01.01.2005&UniDbQuery.To=08.05.2025 (дата обращения: 10.05.2025).

¹⁵³ Индекс потребительских цен на товары и услуги по РФ // Росстат. [Электронный ресурс]. URL:

<https://rosstat.gov.ru/statistics/price> (дата обращения: 10.05.2025).

¹⁵⁴ ВВП РФ // Росстат. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/accounts> (дата обращения: 10.05.2025).

¹⁵⁵ Цена на нефть марки Brent // EIA. [Электронный ресурс]. URL:

<https://www.eia.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=PET&s=RBRT&f=A> (дата обращения: 10.05.2025).

¹⁵⁶ Уровень безработицы в РФ населения в возрасте 15–72 лет // Росстат. [Электронный ресурс]. URL:

https://rosstat.gov.ru/labour_force (дата обращения: 10.05.2025).

¹⁵⁷ Ключевая ставка Банка России // ЦБ РФ. [Электронный ресурс]. URL:

https://www.cbr.ru/hd_base/infl/?UniDbQuery.Posted=True&UniDbQuery.From=01.01.2014&UniDbQuery.To=01.01.2025 (дата обращения: 10.05.2025).

¹⁵⁸ Ставка рефинансирования ЦБ РФ // Гарант. [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/10180094/> (дата обращения: 10.05.2025).

¹⁵⁹ Государственный внешний долг Российской Федерации // Минфин России. [Электронный ресурс]. URL:

https://minfin.gov.ru/ru/performance/public_debt/external/structure?id_65=69444-gosudarstvennyi_vneshnii_dolg_rossiiskoi_federatsii_2011-2025_gg. (дата обращения: 10.05.2025).

¹⁶⁰ Широкая денежная масса в РФ на конец года (Денежный агрегат M2X) // ЦБ РФ. [Электронный ресурс]. URL: https://www.cbr.ru/statistics/macro_itm/dkfs/ (дата обращения: 10.05.2025).

¹⁶¹ Счет текущих операций РФ // ЦБ РФ. [Электронный ресурс]. URL:

https://www.cbr.ru/statistics/macro_itm/external_sector/pb/ (дата обращения: 10.05.2025).

```

import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from tensorflow import keras
from keras.layers import Dense, LSTM
from keras.callbacks import EarlyStopping
from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler

# 1. Подготовка данных
def prepare_data():
    # Исходные данные
    c = np.array([
        [30.3765413654618, 108.78, 46308.5411899181, 79.61, 9.422, 8.125,
        39956.9, 22146.2, 67452.2],
        [29.3948277108434, 106.1, 60114.0008368756, 111.26, 8.405,
        8.08333333333333, 35801.4, 26290.4, 97273.94],
        [31.0741718875502, 106.57, 68103.449627683, 111.63, 7.176, 45870,
        50769.2, 29901.9, 71282.19],
        [31.9063052845528, 106.47, 72985.7011300996, 108.56, 7.243, 45870,
        55794.2, 35139.3, 33428.2],
        [38.6024680161944, 111.35, 79030.0400754322, 98.97, 6.804, 45870,
        54355.4, 40083.9, 57512.8],
        [61.3194348178138, 112.91, 83087.3600554023, 52.32, 7.184,
        12.5416666666667, 50002.3, 47499.2, 67777.27],
        [66.8334717741936, 105.39, 85616.0838147386, 43.64, 6.978,
        10.5416666666667, 51211.8, 49854.3, 24468.77],
        [58.2981846153846, 102.51, 91843.1542413524, 54.13, 6.571,
        9.04166666666667, 49827.3, 52585.5, 32178.61],
        [62.9263894736842, 104.26, 103861.651089246, 71.34, 6.146,
        7.41666666666667, 49156.5, 58430, 115680.01],
        [64.6184321138211, 103.04, 109608.30574101, 64.3, 6.548, 45839, 54848.3,
        62732.5, 65650.11],
        [72.3230020576132, 104.91, 107658.131029572, 41.96, 7.813, 2730280,
        56702.9, 72528.3, 35372.68],
        [73.668539516129, 108.39, 134727.467399567, 70.86, 6.374,
        5.97916666666667, 59702, 80311.1, 124953.03],
        [68.3521659919028, 111.94, 156940.923216135, 100.93, 5.234, 11, 57416.8,
        87797.6, 237734.77],
    ])

    f = np.array([
        [29.3948277108434, 106.1, 60114.0008368756, 111.26, 8.405,
        8.08333333333333, 35801.4, 26290.4, 97273.94],

```

```

[31.0741718875502, 106.57, 68103.449627683, 111.63, 7.176, 45870,
50769.2, 29901.9, 71282.19],
[31.9063052845528, 106.47, 72985.7011300996, 108.56, 7.243, 45870,
55794.2, 35139.3, 33428.2],
[38.6024680161944, 111.35, 79030.0400754322, 98.97, 6.804, 45870,
54355.4, 40083.9, 57512.8],
[61.3194348178138, 112.91, 83087.3600554023, 52.32, 7.184,
12.5416666666667, 50002.3, 47499.2, 67777.27],
[66.8334717741936, 105.39, 85616.0838147386, 43.64, 6.978,
10.5416666666667, 51211.8, 49854.3, 24468.77],
[58.2981846153846, 102.51, 91843.1542413524, 54.13, 6.571,
9.04166666666667, 49827.3, 52585.5, 32178.61],
[62.9263894736842, 104.26, 103861.651089246, 71.34, 6.146,
7.41666666666667, 49156.5, 58430, 115680.01],
[64.6184321138211, 103.04, 109608.30574101, 64.3, 6.548, 45839, 54848.3,
62732.5, 65650.11],
[72.3230020576132, 104.91, 107658.131029572, 41.96, 7.813, 2730280,
56702.9, 72528.3, 35372.68],
[73.668539516129, 108.39, 134727.467399567, 70.86, 6.374,
5.97916666666667, 59702, 80311.1, 124953.03],
[68.3521659919028, 111.94, 156940.923216135, 100.93, 5.234, 11, 57416.8,
87797.6, 237734.77],
[85.8115708502024, 107.42, 176413.587127069, 82.49, 4.209, 10.375,
53322.9, 106827.8, 49439.02],
)

```

Нормализация данных

```

scaler_c = MinMaxScaler()
scaler_f = MinMaxScaler()
c_scaled = scaler_c.fit_transform(c)
f_scaled = scaler_f.fit_transform(f)

```

Преобразование в 3D формат для LSTM (samples, timesteps, features)

```

c_scaled = c_scaled.reshape((c_scaled.shape[0], c_scaled.shape[1], 1))

```

```

return c_scaled, f_scaled, scaler_c, scaler_f

```

2. Создание и обучение модели

```

def create_and_train_model(X, y):
    model = keras.Sequential([
        LSTM(64, input_shape=(X.shape[1], X.shape[2]), return_sequences=True),
        LSTM(32),
        Dense(32, activation='relu'),
        Dense(y.shape[1], activation='linear')
    ])

```

```

    ])

    model.compile(
        loss='mean_squared_error',
        optimizer=keras.optimizers.Adam(learning_rate=0.001),
        metrics=['mae']
    )

    early_stopping = EarlyStopping(monitor='loss', patience=50,
                                    restore_best_weights=True)

    history = model.fit(
        X, y,
        epochs=50000,
        batch_size=4,
        verbose=1,
        callbacks=[early_stopping]
    )

    return model, history

```

3. Визуализация результатов

```

def plot_results(history, model, X, y, scaler):
    # Потери при обучении
    plt.figure(figsize=(12, 4))
    plt.plot(history.history['loss'], label='Training Loss')
    plt.title('Model Loss')
    plt.ylabel('Loss')
    plt.xlabel('Epoch')
    plt.legend()
    plt.grid(True)
    plt.show()

    # Прогнозы
    predictions_scaled = model.predict(X)
    predictions = scaler.inverse_transform(predictions_scaled)
    y_true = scaler.inverse_transform(y)

    feature_names = [
        'Курс рубля к доллару США',
        'Индекс потребительских цен',
        'ВВП РФ',
        'Цена на нефть марки Brent',
        'Уровень безработицы в РФ',

```

```

'Ключевая ставка Банка РФ',
'Государственный внешний долг РФ',
'Денежный агрегат M2X',
'Счет текущих операций РФ'
]

```

```

plt.figure(figsize=(15, 20))
for i in range(9):
    plt.subplot(5, 2, i+1)
    plt.plot(y_true[:, i], color='blue', label='Факт')
    plt.plot(predictions[:, i], color='red', label='Прогноз')
    plt.title(feature_names[i], y=0.9, loc='left')
    plt.grid(True)
    plt.legend()
plt.tight_layout()
plt.show()

```

```

return predictions

```

4. Основной блок

```

def main():
    # Подготовка данных
    X, y, scaler_c, scaler_f = prepare_data()

    # Создание и обучение модели
    model, history = create_and_train_model(X, y)

    # Визуализация результатов
    predictions = plot_results(history, model, X, y, scaler_f)

    # Прогноз для нового значения
    sit1 = np.array([[92.6567306451612, 109.52, 201152.092157688, 80.52, 3.495,
                    17.8333333333333, 52109.2, 126511.988, 62286.68]])

    sit1_scaled = scaler_c.transform(sit1)
    sit1_scaled = sit1_scaled.reshape((1, sit1_scaled.shape[1], 1))
    prediction_scaled = model.predict(sit1_scaled)
    prediction = scaler_f.inverse_transform(prediction_scaled)

    print("\nПрогноз для нового значения:")
    print(np.around(prediction, 2))

if __name__ == "__main__":
    main()

```