

Наименование министерства (ведомства) или другого структурного образования, в систему которого входит организация-исполнитель
ПОЛНОЕ НАИМЕНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ - ИСПОЛНИТЕЛЯ НИР
(СОКРАЩЁННОЕ НАИМЕНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ)

УДК: индекс УДК

Рег. №: регистрационный номер НИР

Рег. № ИКРБС: регистрационный номер отчета

СОГЛАСОВАНО

Должность, наимен. орг.

Фамилия И.О.

« _____ » _____ 2017 г.

УТВЕРЖДАЮ

Должность, наимен. орг.

Фамилия И.О.

« _____ » _____ 2025 г.

ОТЧЁТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ
Наименование НИР
по теме:
НАИМЕНОВАНИЕ ОТЧЁТА
(вид отчёта, этап 1)

Книга 2
Наименование федеральной программы

Руководитель НИР,

Должность

Фамилия И.О.

подпись, дата

Город 2025

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| Введение | 3 |
| 1 Будущее как философская и прогностическая категория | 4 |
| 1.1 Детерминизм и индетерминизм, как взгляд на будущее | 4 |
| 1.2 От религиозного предопределения к научному прогнозированию. | 5 |
| 2 Ускорение прогресса: новая реальность для прогнозирования | 6 |
| 2.1 Закон Мура и его аналоги | 6 |
| 2.2 Качественные изменения | 7 |
| 3 Пределы предвидения: почему будущее ускользает от нас? | 9 |
| 3.1 Концепция «Чёрного лебедя» Нассима Талеба | 9 |
| 3.2 Проблема технологической сингулярности | 10 |
| 3.3 Человеческий фактор: этика, политика, культура | 11 |
| 4 Новые инструменты и стратегии предвидения в XXI веке | 12 |
| 4.1 Большие данные, машинное обучение и сценарное моделирование | 12 |
| 4.2 Форсайт и горизонт планирования | 13 |
| Заключение | 15 |
| Список использованных источников | 16 |

ВВЕДЕНИЕ

Человечество всегда стремилось заглянуть в будущее. От древних оракулов, толковавших полёт птиц, до современных аналитиков больших данных, строящих сложные прогностические модели - это стремление остаётся одной из фундаментальных черт человеческого разума. Однако в XXI веке этот древний вопрос приобретает новую актуальность и неотложность.

Мы живём в эпоху, которую некоторые учёные называют сингулярностью - моментом беспрецедентного ускорения технологического развития. Искусственный интеллект переходит от узкоспециализированных систем к системам общего назначения. Биотехнология позволяет редактировать геном человека. Интернет вещей подключает миллиарды устройств в глобальную сеть. Информационные потоки, вычислительная мощь и скорость коммуникаций растут экспоненциально. В этом контексте вопрос о возможности предвидения будущего становится не просто интеллектуальным упражнением, а практической необходимостью для принятия решений в области технологии, экономики, политики и безопасности.

1 Будущее как философская и прогностическая категория

1.1 Детерминизм и индетерминизм, как взгляд на будущее

Вопрос о том, предопределено ли будущее или оно открыто, является одним из древнейших философских вопросов. От того, как мы ответим на него, зависит не только наша теория о природе реальности, но и наше понимание смысла прогнозирования и планирования.

В начале XIX века французский математик и астроном Пьер-Симон Лаплас сформулировал одну из самых влиятельных версий детерминизма. Его идея была проста и логична: если известны все параметры системы в конкретный момент времени (положения и скорости всех частиц во Вселенной) и все законы, управляющие их взаимодействием, то в принципе можно вычислить весь ход истории - прошлое и будущее [1]. Лаплас писал о гипотетическом интеллекте (позже названном «демоном Лапласа»), который, имея полную информацию о Вселенной, может идеально предсказать всё, что когда-либо произойдёт .

Эта идея была революционной, так как давала научное обоснование уверенности в предсказуемости мира. Она согласовывалась с успехами классической механики Ньютона, которая демонстрировала способность науки предсказывать движение планет, полёты снарядов и поведение механических систем с поразительной точностью. В этой парадигме будущее уже полностью определено текущим состоянием мира - мы просто не знаем его, потому что не располагаем достаточной информацией и вычислительной мощью.

Однако, в конце XIX и начале XX века фундаментальные открытия в физике поколебали уверенность в абсолютном детерминизме. Развитие термодинамики и статистической механики показало, что даже макроскопические системы с огромным числом частиц подчиняются вероятностным законам, а не детерминистическим.

Но самый существенный удар по детерминизму нанесла квантовая механика. В начале XX века физики обнаружили, что на уровне атомов и элементарных частиц мир управляет вероятностными законами, а не детерминистическими. Электрон, например, не имеет определённого положения в пространстве - его положение описывается волновой функцией, которая даёт лишь вероятность обнаружить электрон в определённой области. Когда мы проводим измерение, волновая функция

«коллапсирует» в определённое значение, но этот процесс принципиально случаен - мы не можем предсказать, какое именно значение получится.

Признание случайности и вероятности фундаментальных процессов привело к появлению различных версий индетерминизма - философской позиции, что будущее не полностью определено настоящим. В этом взгляде будущее содержит элемент открытости и неопределенности. Существует множество возможных будущих, и какое из них реализуется, зависит как от детерминированных процессов, так и от случайных событий.

1.2 От религиозного предопределения к научному прогнозированию.

Представления человечества о будущем прошли длинную эволюцию. В архаических обществах будущее воспринималось как область действия сверхъестественных сил: древнегреческий фатум, римская фортуна, христианское провидение Божие. Будущее уже «написано», и задача человека - смиренно принять предначертанное или попытаться его узнать через оракулов, пророков, гадания.

Эпоха Просвещения в XVIII веке ознаменовала переход к линейному прогрессу: будущее стало восприниматься как улучшение настоящего через разум, науку и технологии. Философы вроде Вольтера и Кондорсе видели историю как поступательное движение к совершенству, где человек может влиять на будущее через знания. Этот оптимизм усилился в XIX веке с индустриальной революцией, когда научные методы начали применяться для прогнозирования.

В XX веке появилась новая дисциплина - футурология, посвящённая систематическому изучению возможных будущих. Пионеры этой дисциплины, такие как Алвин Тоффлер и Денис Гabor, попытались создать научный подход к предвидению будущего, признавая при этом его неопределенность и множественность.

Футурология не претендовала на точное предсказание будущего (это было бы невозможно), а скорее на систематическое исследование тенденций, технологических разрывов, социальных изменений и их взаимного влияния. Её цель - помочь людям и организациям лучше подготовиться к будущим, предоставляя им инструменты для осмысления, анализа и планирования.

Современная философия и теория прогнозирования всё больше признают, что будущее не объективно существует до того, как оно наступает. Будущее - это пространство возможностей, и конкретное будущее, которое реализуется, зависит от действий, выборов и событий в настоящем. Более того, наше представление о будущем (какие будущие мы воображаем как возможные или желаемые) само влияет на то, какое будущее мы создаём.

2 Ускорение прогресса: новая реальность для прогнозирования

2.1 Закон Мура и его аналоги

Одной из наиболее влиятельных закономерностей современного мира является так называемый закон Мура, сформулированный Гордоном Муром в 1965 году. Согласно этому наблюдению, количество транзисторов на кристалле микропроцессора удваивается примерно каждые два года, что обуславливает экспоненциальный рост вычислительной мощности [2]. Однако закон Мура - это лишь одна из множества закономерностей экспоненциального развития, пронизывающих современный мир.

Подобные паттерны ускорения можно наблюдать и в других областях. Ёмкость хранилищ данных удваивается с ещё большей скоростью, чем вычислительная мощность. Скорость интернет-соединений растёт экспоненциально, что принципиально изменило возможность передачи и обработки информации в реальном времени. В биотехнологии стоимость секвенирования человеческого генома за последние двадцать лет упала с 3 миллиардов долларов до нескольких сотен долларов - это многотысячекратное снижение стоимости за относительно короткий период. Эти параллельные процессы ускорения создают синергический эффект, усиливая друг друга.

Ключевое следствие этого - технологический системный сдвиг. Если в XX веке технологии развивались достаточно медленно, чтобы общество могло адаптироваться через формирование новых норм и законов, то в XXI веке скорость инноваций часто опережает способность социальных, правовых и этических систем к адаптации. Это создаёт растущий зазор между тем, что мы можем делать технологически, и тем, что мы готовы делать с точки зрения этики и социального консенсуса.

2.2 Качественные изменения

Однако экспоненциальный рост мощности - это не просто количественное увеличение масштаба. На определённом этапе качественный прогресс приводит к качественному скачку в природе самих систем, которые мы пытаемся прогнозировать.

В классических науках XIX–XX века преобладала парадигма механистического детерминизма. Если система была достаточно простой, то, зная все начальные условия и законы, можно было предсказать будущее с высокой точностью. Эта парадигма была чрезвычайно успешна для изучения и прогнозирования локальных явлений.

Однако в эпоху цифровизации и глобальной интеграции мы имеем дело с системами принципиально иного масштаба и сложности. Глобальная экономика с её миллиардами участников и триллионами транзакций, её международными цепочками поставок и финансовыми деривативами - это система, в которой малейшие изменения в одной точке могут вызвать каскадные последствия. Финансовый кризис 2008 года, вспыхнувший в сегменте ипотечного кредитования в США, парализовал банки по всему миру и вызвал глобальную рецессию. Это наглядно демонстрирует, как сложность и взаимосвязанность современных систем делают их поведение непредсказуемым в деталях.

Социальные сети представляют собой ещё один яркий пример. Динамика распространения информации в социальных сетях определяется неявными алгоритмами рекомендаций, психологией пользователей, случайными флюктуациями в поведении тысяч людей и их взаимным влиянием друг на друга. Попытка предсказать, какой пост станет вирусным, а какой останется незамеченным, обречена на неудачу, несмотря на наличие огромных объёмов исторических данных. Это не просто нехватка данных - это принципиальная непредсказуемость эмерджентного поведения системы.

Эмерджентность - это возникновение новых, не сводимых к сумме компонентов свойств системы. Каждый нейрон в человеческом мозге следует определённым электрохимическим законам, но сознание, мышление, креативность - эти явления не могут быть полностью объяснены через описание отдельного нейрона. Аналогично, поведение толпы не сводится к суммированию действий отдельных индивидов.

В контексте современных технологий эмерджентность проявляется ярче, чем когда-либо. Глубокие нейронные сети (особенно большие языковые модели) демонстрируют способности, которые не закладывались явно их разработчиками. Модель GPT-4, обученная предсказывать следующее слово в последовательности, неожиданно показала способность решать сложные математические задачи, писать код и даже имитировать рассуждение. Эти «эмерджентные способности» сложно предвидеть заранее, и каждое увеличение масштаба модели может привести к внезапному появлению новых функциональности.

В сложных системах малые изменения входных параметров могут привести к совершенно различным исходам - это явление называется чувствительностью к начальным условиям, или, в популярном обозначении, эффектом бабочки. Погода, эпидемиология, финансовые рынки - все эти системы демонстрируют такую чувствительность. Невозможно предсказать погоду более чем на две недели вперёд, не потому что нам не хватает мощности компьютеров, а потому что начальные условия можно измерить лишь с конечной точностью.

Ещё один аспект современной эпохи - это взаимное усиление различных процессов ускорения. Быстрые вычисления позволяют проводить миллионы численных экспериментов, что ускоряет научное открытие. Открытия в машинном обучении ускоряют развитие других технологий. Растущий объём данных позволяет обучить более мощные модели, что в свою очередь позволяет анализировать более сложные системы. Таким образом, ускорение технологического развития само начинает ускоряться, создавая петлю положительной обратной связи.

Это означает, что простое экстраполирование текущих темпов прогресса - уже не адекватный метод прогнозирования. Скорость изменений может неожиданно скачкообразно возрасти, и предположение о примерном сохранении текущего темпа часто будет ошибочным.

Параллельное действие экспоненциального развития технологических возможностей и качественного усложнения прогнозируемых систем создаёт парадоксальную ситуацию: чем мощнее наши инструменты для анализа и моделирования, тем менее предсказуемым становится мир в целом. Это не следствие недостатка данных или вычислительной мощи, а фундаментальное свойство сложных, нелинейных, эмерджентных систем, в условиях которых существует современное человечество.

3 Пределы предвидения: почему будущее ускользает от нас?

3.1 Концепция «Чёрного лебедя» Нассима Талеба

Нассим Талеб в своей книге «Чёрный лебедь» (2007) определяет это событие как явление с тремя ключевыми характеристиками [3]: оно находится вне диапазона обычных ожиданий, имеет экстремальное воздействие, и после его наступления люди пытаются объяснить его рационально. Исторические примеры - падение Советского Союза, теракты 11 сентября, пандемия COVID-19 - иллюстрируют, как такие события переоценивают представления экспертов о будущем.

Парадокс заключается в том, что наш мозг устроен для объяснения прошлого, а не для предсказания будущего. Талеб назвал это «иллюзией понимания» - уверенность, что мы разбираемся в явлениях лучше, чем на самом деле. Аналитики, основываясь на исторических данных, строят линейные прогнозы, которые систематически недооценивают возможность скачкообразных изменений.

Почему в эпоху больших данных чёрные лебеди становятся более вероятными? На первый взгляд, это может показаться контринтуитивным. Наличие больших объёмов данных и мощных алгоритмов машинного обучения должно улучшать прогнозы. Однако есть несколько механизмов, делающих чёрные лебеди в эпоху больших данных более вероятными, а не менее.

Во-первых, исторические данные отражают условия прошлого, и при появлении принципиально новых технологий исторические закономерности теряют силу. Алгоритмы машинного обучения, обученные на исторических данных, могут усилить иллюзию предсказуемости высокими коэффициентами корреляции, которые обрушаются при событиях вне спектра обучения.

Во-вторых, взаимная связанность современного мира означает, что локальные события могут вызвать глобальные последствия. Сбой в ключевом узле финансовой системы, интернета или цепочек поставок может каскадно распространяться по всей системе. Алгоритм рекомендаций социальной сети может спровоцировать инфо-демию, влияющую на политику и экономику.

В-третьих, при достаточно большом датасете можно найти корреляцию практически для любого утверждения, создавая ложное чувство

уверенности в прогнозах, которые отражают лишь шум или артефакты выборки.

3.2 Проблема технологической сингулярности

Если концепция чёрного лебедя описывает непредвиденные события в принципе, то гипотеза о технологической сингулярности указывает на конкретный, вероятностный момент в будущем, за которым прогнозирование становится теоретически невозможным.

Определение и история концепции. Технологическая сингулярность - это гипотетический момент в истории человечества, когда искусственный интеллект превзойдёт человеческий интеллект и сможет улучшать сам себя, создавая экспоненциальную цепь самосовершенствования. Этот момент означал бы принципиальный разрыв в истории: всё, что происходило до этого момента, было бы эпохой доминирования человеческого интеллекта, а всё после - эпохой доминирования сверхинтеллектуальных машин.

Концепция восходит к Вернору Винджу [4] и была популяризована Рэем Курцвейлом [5], утверждавшим, что сингулярность наступит в течение нескольких десятилетий, основываясь на экстраполяции закона Мура.

Если сингулярность произойдёт, она будет пределом человеческого предвидения: наша способность рассуждать ограничена возможностями нашего мозга. Мы не можем предсказать поведение систем, превосходящих нас в интеллекте. Кроме того, скорость изменения в условиях быстрого самосовершенствования ИИ сделает адаптацию человечества невозможной - события, происходящие в дни или даже часы, могут фундаментально изменить условия существования.

Однако следует отметить, что гипотеза о технологической сингулярности является спорной и далеко не общепринятой в научном сообществе. Многие исследователи ИИ скептичны, указывая, что прогресс в ИИ происходит неравномерно, масштабирование имеет физические ограничения, и самосовершенствование требует глубокого понимания собственной архитектуры.

Независимо от того, произойдёт ли сингулярность в буквальном смысле, саму идею можно рассматривать как метафору для обозначения момента, за которым наши текущие инструменты прогнозирования становятся неадекватными. Это может быть результатом комбинации факторов: ускорение технологического развития, растущая сложность

взаимосвязанных систем, и фундаментальные пределы предсказуемости в нелинейных системах.

3.3 Человеческий фактор: этика, политика, культура

Даже при идеальном понимании физики технологических систем остаётся неопределённость в том, как они будут использоваться, кем и почему.

Этические и социальные дебаты всегда отстают от технологии. Атомная энергия была развита в конце 1940-х, а вопросы о ядерных отходах обсуждались десятилетия спустя. Интернет создавался как открытая сеть, а вопросы конфиденциальности и контроля контента стали актуальны лишь после подключения миллиардов людей. Аналогично, системы ИИ развиваются за месяцы, а общественный диалог об их применении только начинается. Регуляторные органы в разных странах применяют противоположные подходы, создавая международную фрагментацию.

Геополитическая конкуренция добавляет неопределенность. Как в ядерной гонке, первая страна или корпорация, достигнувшие лидерства в ИИ, получат огромное преимущество. Это порождает классическую дилемму заключённого: каждый знает о необходимости осторожности, но стимул «прыгнуть вперёд» сильнее. Траектория развития ИИ определяется не рациональным анализом, а стихийной конкурентной борьбой.

Социальное сопротивление и неопределенность культурного сдвига. Также важно учитывать социальное сопротивление технологическому изменению. Исторически, появление любой мощной технологии встречало сопротивление со стороны людей, чьи интересы или ценности были под угрозой. Механизация в XIX веке вызвала движение луддитов. Появление автомобилей встретило критику коневодов и производителей карет. Социальные сети и интернет-торговля изменили розничную экономику, и этот переход был болезненным для традиционного розничного сектора.

С ИИ и автоматизацией ситуация будет ещё более острой, так как речь идёт о рабочих местах, доходах и самооценке значительной части населения. Непредсказуемо, какие движения социального протesta возникнут, какие политические силы будут их использовать в своих целях, и как это будет влиять на политику развития технологий. Возможны сценарии, от полного запрета определённых технологий до их быстрого внедрения под разными видом с минимальной регуляцией.

Культурные и ценностные различия между регионами также добавляют неопределенность. Массовое видеонаблюдение приемлемо в Китае, но неприемлемо в скандинавских странах. Единой траектории развития технологий не существует.

Конечно, многие из этих факторов непредсказуемости связаны с человеческим поведением, а не с физическими или техническими ограничениями. Социология и история более непредсказуемы, чем физика, потому что человеческие системы содержат элементы сознания, морали и свободной воли, которые не подчиняются простым детерминистским законам. Таким образом, даже если бы мы решили все технические проблемы прогнозирования, мы остались бы с фундаментальной неопределенностью, порождаемой человеческим фактором.

4 Новые инструменты и стратегии предвидения в XXI веке

4.1 Большие данные, машинное обучение и сценарное моделирование

Если традиционное прогнозирование находится на грани кризиса, то этот кризис одновременно является порождением новых подходов и инструментов, позволяющих переформатировать нашу стратегию работы с будущим.

Исторически прогнозирование было ориентировано на точечные прогнозы: экономист предсказывал ВВП, метеоролог - температуру, аналитик - цену акции. Однако в сложных системах такие прогнозы имеют крайне низкую точность. Современный подход иной: вместо единственного будущего аналитики строят распределение вероятностей. Например, не «цена будет \$100», а «с вероятностью 70% цена между \$90–\$110, с 20% между \$110–\$130, с 10% ниже \$90». Этот подход честнее отражает неопределенность.

Машинное обучение и большие данные являются ключевыми инструментами для такого рода анализа. Алгоритмы машинного обучения, обученные на огромных исторических датасетах, могут выявлять сложные паттерны и нелинейные зависимости, которые невозможно было бы обнаружить вручную. Например, модель глубокого обучения может проанализировать миллионы исторических цен акций, экономических показателей, новостей и социальных медиа, чтобы выявить скрытые сигналы, предшествующие крупным рыночным движениям.

Однако это не означает, что машинное обучение решает проблему предсказуемости. Как говорилось ранее, алгоритмы, обученные на исторических данных, могут быть совершенно неэффективны в присутствии событий, выходящих за пределы обучающего распределения (чёрные лебеди). Более того, черный ящик сложного алгоритма глубокого обучения часто невозможно интерпретировать - он выдаёт прогноз, но люди не могут понять, на каком основании. Это создаёт опасность чрезмерной уверенности в высокоточных, но потенциально ошибочных прогнозах.

Более перспективный подход - это сценарное моделирование. Вместо того чтобы пытаться предсказать единое будущее или даже распределение вероятностей, аналитики строят несколько контрастирующих сценариев, каждый из которых логически согласован и поддерживается данными, но исходит из различных предположений о ключевых движущих силах.

Например, в климатологии сценарные модели (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) описывают несколько траекторий глобального потепления в зависимости от того, удастся ли человечеству ограничить выбросы парниковых газов, технологии ли декарбонизации разовьются, и прочие факторы. Сценарий SSP1-1.9 предполагает быструю трансформацию к нулевым выбросам; сценарий SSP5-8.5 предполагает отсутствие климатической политики и продолжение роста выбросов [6,7]. Каждый сценарий - это целостная история о будущем мира.

Сценарное моделирование признаёт множественность будущих, позволяет понять логику каждого сценария и подготовиться к спектру результатов.

4.2 Форсайт и горизонт планирования

Форсайт (от англ. foresight - дальновидность) - это более структурированный и социальный подход к предвидению будущего. В отличие от технического прогнозирования (которое опирается на экстраполяцию данных), форсайт - это процесс систематического, участия экспертов, стейкхолдеров и общественности для построения образов желаемого и вероятного будущего. Методы включают Дельфи-метод (консенсус экспертов), сценарные семинары, анализ слабых сигналов и картирование технологических путей. Южная Корея использовала форсайт для приоритизацииnano-, био- и информационных технологий.

Однако в контексте ускоряющегося мира традиционное долгосрочное планирование (на 20-30 лет вперёд) теряет актуальность. Как было показано в главе 2, скорость технологического развития сама становится непредсказуемой. Попытка создать детальный план на 20 лет, исходя из современных представлений о технологии и обществе, почти гарантированно окажется ошибочной.

Вместо этого рациональный подход - это построение стратегий, которые являются устойчивыми к различным возможным будущим и адаптивными в отношении новой информации и изменений. Это означает не столько предсказание точных путей, сколько построение систем и организаций, которые могут быстро реагировать на изменения и переориентировать усилия в соответствии с новыми условиями.

Концепция антихрупкости [8], которую развел Нассим Талеб, расширяет этот взгляд: система не просто выживает при неопределенности, но и улучшается благодаря ей. Примеры: иммунная система укрепляется от контролируемых патогенов; научное сообщество развивается через критику; эволюция адаптирует организмы через мутации и отбор. Антихрупкость означает диверсификацию стратегий, резервные мощности и культуру экспериментирования, где неудачи - источник обучения.

Инструменты предвидения XXI века не стремятся к невозможному - точному предсказанию в деталях. Вместо этого они ориентированы на признание неопределенности как фундамента будущего, построение вероятностных и сценарных описаний, развитие адаптивности и антихрупкости, и использование коллективного разума экспертов и стейкхолдеров.

Таким образом, ответ на вопрос «Можем ли мы предвидеть будущее?» преобразуется из вопроса о точности предсказания в вопрос о способности построить мудрые и гибкие стратегии для навигации по непредсказуемому миру.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вопрос о том, можем ли мы предвидеть будущее в условиях все ускоряющегося информационно-технического развития, требует честного ответа: не можем. Не потому, что нам не хватает информации или вычислительной мощности, а потому, что сама природа сложных, нелинейных систем, особенно тех, которые содержат сознательных агентов, делает точное долгосрочное предсказание фундаментально невозможным.

Однако невозможность предсказания не означает беспомощность перед будущим. История, философия и современная наука предлагают альтернативные способы взаимодействия с неопределенностью: от сценарного планирования до разработки адаптивных систем и культивирования практической мудрости.

Парадокс ускоряющейся истории состоит в том, что чем больше информации и инструментов мы создаем, тем более открытым становится будущее. Это не кризис, а приглашение к большей творческой ответственности. Будущее определяется не только объективными законами природы и технологии, но и нашими выборами, ценностями и действиями. Признание этого факта - первый шаг к мудрому взаимодействию с неопределенным, но открытым будущим, которое мы все вместе создаем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Лаплас П.-С. Философское эссе о вероятностях. 1-е изд. Венсел, 1814.
2. Мур Г. Расчёты всё более компактных компонентов интегральных схем // Electronics. 1965. Т. 38, № 8. Сс. 114–117.
3. Талеб Н.Н. Чёрный лебедь. Под знаком непредсказуемости. 2-е изд. Колибри, 2015. С. 736.
4. Виндж В. Грядущая технологическая сингулярность. NASA, 1993.
5. Курцвейл Р. Сингулярность уже рядом. Когда человечество превзойдёт биологию. Издательство Викинг, 2005.
6. Межправительственная группа экспертов по изменению климата. Изменение климата, 2021: научные основы. 2021.
7. Межправительственная группа экспертов по изменению климата. Сценарии выбросов парниковых газов: technical report IPCC/TP.III. 1992.
8. Талеб Н.Н. Антихрупкость. Как извлечь выгоду из хаоса. Колибри, 2014.