

СОДЕРЖАНИЕ

Благодарности	6
Вступление	7
О чем эта книга?	9
Введение	11

ЧАСТЬ 1

ТЕХНОЛОГИИ И ДАННЫЕ — «ТОПЛИВО» СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

Научные исследования и публикации	27
Изобретения и патенты	36
Венчурное финансирование	65
Наука и данные	79
Технологические платформы — новая реальность	93
Сетевой инструментарий	93
Изменение экономической модели. Экономика доступа	99
Платформы и экосистемы	102
Информационная безопасность — важнейшая уязвимость технологий работы с данными и искусственного интеллекта	121
Хакерские атаки	124
Инструменты информационной безопасности	132
Фейки и управление данными	138
Данные: основа экономики и технологий будущего	146
Другая экономика Amazon	146
Данные — базис принятия решений	149
Развитие технологий работы с данными	158
Квантовые технологии — новая цифровая реальность	166
Квантовые вычисления	166
Квантовые вычисления и технологии искусственного интеллекта	170
Исследования и технологические лидеры	173
Квантовые сенсоры и коммуникации	178

ЧАСТЬ 2**ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

Человеческий мозг — технологическая вершина эволюции	189
Погружение в искусственный интеллект	210
Машинное обучение	212
Глубокое обучение	218
Архитектура глубоких сетей	222
Эволюция нейронных сетей	222
Фундаментальные основы теории глубокого обучения	225
Рекуррентные сети и сети с памятью	229
Память и внимание нейронных сетей	232
Сверточные сети	236
Вероятностные нейросети	240
Генеративные модели	248
Искусственный интеллект — основа следующей технологической революции	253
Данные для обучения	253
Трансформеры	260
Миграция обученных моделей	264
Искусственный интеллект уже здесь	274

ЧАСТЬ 3**ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА РАЗВИТИЕ ИНДУСТРИЙ**

Фармацевтика	293
Здравоохранение	306
Платформенные решения «Индивидуальный помощник»	319
Информационные технологии	336
Телекоммуникации	360
Финансы	369
Транспорт	382
Логистика	396
Розничная торговля	404
Недвижимость	421
Образование и занятость	427
Промышленность	441
Заключение	447

Воображение важнее знаний. Знания ограничены.

Воображение охватывает весь мир.

Альберт Эйнштейн

БЛАГОДАРНОСТИ

В работе над книгой мне помогало множество людей, и хотелось бы отметить тех, кто внес наибольший вклад в результат, который вы держите в руках.

Прежде всего, это Сергей Кузнецов, сделавший развернутые комментарии по некоторым сложным математическим представлениям основ искусственного интеллекта. Я имел удовольствие обсуждать с ним все возникавшие у меня вопросы, и наши дискуссии зачастую превращались в увлекательные интеллектуальные сражения.

Наша совместная научная работа над созданием новых больших языковых моделей в области квантовых нейронных сетей во многом стала основой для более глубокого понимания современных направлений развития нейронных сетей, что, по мнению автора, станет следующим впечатляющим шагом к формированию сверхразумного искусственного интеллекта (ASI).

Роман Васильев – один из самых компетентных специалистов в вопросах информационной безопасности. Его предположения и примеры зачастую ставили меня в тупик и требовали глубокого погружения в тонкости этого важнейшего предмета. Благодаря Роману появился целый раздел, написанный простым языком о невероятно сложных технологиях.

Особую благодарность хотелось бы выразить всем авторам произведений и научных публикаций, которые я использовал в книге, а также тем, кто сформировал мое представление о различных областях и исследованиях, посвященных искусственному интеллекту.

ВСТУПЛЕНИЕ

Каждая эпоха существования человечества — это уникальное сосредоточение событий природного характера и усилий человеческой цивилизации, направленных на формирование безопасной и комфортной жизни людей на нашей планете. История человечества должна была бы многому нас научить: сделать объективные выводы и быть гораздо более предусмотрительными, планируя свое будущее, избегая при этом любых разрушительных последствий от этих решений как для Земли, так и для будущего нашей цивилизации и каждого его представителя.

Именно сейчас, в информационную эпоху, которая предваряет следующую страницу нашей цивилизации, которая впоследствии может стать эпохой сверхразумного интеллекта, чрезвычайно важно осознавать основополагающие для будущего развития человечества цели и роль научно-технического прогресса.

Локомотивом развития человечества является наука и она многие десятилетия формирует современный мир, незаметно предоставляя нам различные товары и услуги, существенной составляющей которых стали научные открытия, сделанные ранее. Учитывая, что интенсивность научно-технического прогресса возрастает, а цифровизация ускоряется с созданием новых интеллектуальных алгоритмических моделей, способных к автономности и самообучению, можно не сомневаться, что эти алгоритмы, называемые искусственным интеллектом, в не самой отдаленной перспективе приведут нас к моменту времени, в котором функция принимает бесконечное значение.

Именно об этом рассказывает книга, которую вы держите в руках, — о роли науки в жизни современного общества, о том, что такое квантовые технологии и искусственный интеллект (который многие называют «новым электричеством») и как их синергия изменит нашу жизнь в самое ближайшее время.

К сожалению, в российской литературе довольно мало посвящено полноценному и в то же время понятному описанию того, что же такое искусственный интеллект и почему такое внимание ему уделяется во всем мире на самом разном уровне, и почему по-прежнему актуальны слова Стивена Хокинга о том, что «Искусственный интеллект может стать последним технологическим достижением человечества, если мы не научимся контролировать риски».

Одно из основных направлений деятельности компании «Дата Инструментс» – создание программных продуктов, позволяющих нашим заказчикам становиться все более эффективными. Основой большинства современных решений стали технологии управления данными и алгоритмы их использования. В последние годы наиболее прогрессивными инструментами работы с данными стали различные решения искусственного интеллекта, и именно по этой причине мы уделяем этому направлению большое внимание. Помимо решений для коммерческих продуктов компания «Дата Инструментс» развивает научно-исследовательскую деятельность, проводя изыскания в расчетах наиболее эффективных математических моделей на основе квантовых нейронных сетей, создавая и экспериментируя с новыми большими языковыми моделями. Одним из составляющих нашей научной направленности стало участие в издании этой книги.

Желаем вам приятного чтения и захватывающего погружения в технологическое будущее на основе искусственного интеллекта.

ООО «Дата Инструментс»

www.Datainstruments.ru

О ЧЕМ ЭТА КНИГА?

Задумываясь над написанием этой книги, автор прежде всего ставил перед собой цель описать довольно простым языком то, с чем приходится сейчас повсеместно сталкиваться, работая над различными инновационными решениями, а именно необходимость каждый раз учиться и постигать что-то новое. Зачастую для реализации очередного нового проекта нам не хватает знаний и опыта. Сегодня, в век ускоряющейся цифровизации и проникновения технологий искусственного интеллекта буквально во все сферы нашей жизни, практически каждое инновационное решение требует обучения, получения новых знаний.

Название книги «Ценность ваших решений» в трех словах описывает важность решений, принимаемых нами сегодня. Мы живем в эпоху невероятных научных достижений, рождения новых индустрий, стремления к инновациям, необходимости постоянного обогащения себя новыми знаниями и навыками, поскольку мир вокруг нас меняется с беспрецедентной скоростью. Все это требует принятия быстрых и выверенных решений в работе, где нас уже окружают многочисленные помощники, способные сформировать необходимую для этого информацию, а в некоторых случаях и принять эти решения на основе искусственного интеллекта, который становится все привычнее. Это актуально не только в операционной деятельности, но и при принятии решений о направлениях развития бизнеса и инвестирования. Нам приходится делать это и в жизни, где необходимо понять устремления родных и близких, спланировать вместе с ними важнейшие вещи, как то: в каком направлении обучать детей, кем мы хотим их видеть, когда они вырастут, чему обучаться, чтобы иметь востребованную и интересную профессию, какое будущее мы для себя видим, готовы ли мы принимать изменяющийся, все более технологичный мир, открыты ли мы к новым знаниям.

Эта книга издается во время бума технологий искусственного интеллекта, систем GPT и выхода четвертой версии ChatGPT, позволяющей обобщать различную информацию (аудио, видео, текст, различные сигналы и данные многочисленных сенсоров), используя мультимодальную модель работы с информацией, свойственную человеку. Сразу оговоримся, что это не еще одна книга про модный ныне искусственный интеллект. Автором была проделана огромная работа по анализу существующих технологических достижений и принят во внимание практический опыт работы с такими технологиями, что добавило «ложку дегтя» к некоторым из них. Также автор хотел донести до читателей базовые научные моменты для лучшего

понимания основ наиболее востребованных новшеств, входящих в нашу жизнь, и дать много полезных ссылок на источники для дальнейшего самостоятельного изучения и анализа. Несмотря на то, что выходит огромное количество статей, подкастов, видео и даже книг по этой тематике, целью этой книги стало изложение на простом и понятном языке трех задач:

- ▶ Во-первых, описать многообразие того, что происходит в условиях технологической революции, и рассмотреть не одну отдельно взятую область, а их взаимосвязь друг с другом. Порой эти области не могут быть разделены, как, например, данные и технологии машинного обучения. Данные являются одним из ценнейших активов, за ними идет охота. Важность вопросов безопасности данных, возрастающая сложность нейросетей, алгоритмов и программ требуют экспоненциального роста вычислительных мощностей, включая квантовые технологии для определенных задач. И все эти технологические направления взаимосвязаны.
- ▶ Во-вторых, представить нашим читателям фундаментальные и теоретические основы тех технологий, которые приходят в нашу жизнь, для лучшего понимания уровней компетенции различных специалистов и компаний, которые на фоне технологического бума и популярности зачастую используют термины в отрыве от основы, на которой базируются эти технологии, соответствующего математического аппарата (будь то операции над большими матрицами, градиентный спуск или же алгоритмы дискретной оптимизации).
- ▶ И, в-третьих, взять примеры достижений и смены экономических парадигм из различных отраслей, которые были бы невозможны без описанных технологий, и рассказать читателям, что же нас ждет буквально завтра из-за надвигающегося вихря технологических изменений.

Основной целью было и остается развитие и поддержание научного потенциала общества. Автор постарался привести достаточно много ссылок на всевозможные научные публикации для читателей, которые заинтересуются той или иной тематикой и захотят изучить ее глубже. Читатели найдут реальную статистику со всеми источниками в подтверждение доводов автора. Это даст возможность еще глубже изучить информацию, частичка которой использована в процессе работы над книгой. Все это делалось для того, чтобы подчеркнуть важность постоянных инвестиций, развития науки и технологий для создания всех тех отраслевых решений, которые заставят нас удивляться, восхищаться и развиваться для того, чтобы лучше понимать наш мир и сделать его еще прекраснее!

ВВЕДЕНИЕ

Современный человек к двадцатым годам XXI в. настолько привык к окружающим технологиям, что они стали совершенно незаметными и обыденными. Все, что нас окружает, чем мы пользуемся дома, на работе, находясь в дороге, в отпуске, — все эти технологии стали доступными человеческой цивилизации в последние сто лет, а товары, которыми мы пользуемся, были произведены вряд ли более пяти лет назад... Это стало возможным в результате беспрецедентных научно-технических достижений человечества, приведших к изменениям в жизни общества и человека, невиданным за предыдущие тысячелетия, и динамика этих изменений будет экспоненциально возрастать.

Создание интернета и его бурное развитие в конце XX в. преобразило жизнь человечества примерно так же, как более ста лет назад изобретение электричества, без которого мы сейчас не представляем свою жизнь. Однако сегодня мы стали свидетелями «кембрийского взрыва» как в технике и ее миниатюризации, так и в используемых технологиях. Новые образцы рождаются каждый день, развиваются с ошеломляющей скоростью, и каждая новая волна порождает следующую. Изобретение компьютера породило невероятное количество новых инструментов — от смартфона до космического корабля и роботизированной хирургии. И наш разум уже не в силах за всем уследить, хотя мы сами создали это новое царство — техникум¹, которое описывает в своей книге популярный современный писатель Дэн Браун².

Один из самых влиятельных ученых XX в. Даниел Белл³ в своей теории экономической цивилизации обозначил три основных общественных уклада развития человечества.

> Доиндустриальное общество — социальный порядок, основанный на неквалифицированном ручном труде, в основном в сырьевых отраслях (лесозаготовка, охота, рыболовство, сельское хозяйство, добыча полезных ископаемых), где деятельность человека практически полностью зависит от погодных явлений. Основной ячейкой общества

¹ Браун Д. Происхождение. — М.: АСТ, 2021. — 576 с. — С. 507.

² Дэниел Герхард (Дэн) Браун (Dan Brown, род. в 1964 г.) — американский писатель, журналист, музыкант.

³ Даниел Белл (Daniel Bell, 1919–2011) — американский социолог и публицист, создатель теории постиндустриального (информационного) общества, профессор Гарвардского университета.

является расширенное домохозяйство, а само общество представляет собой традиционные аграрные структуры, в основу которых положены цикличность и авторитет. Доиндустриальное общество характеризуется низкой продуктивностью, основное влияние исходит от землевладельцев и военных, власть осуществляется силовым контролем и достигается наследованием или военным захватом.

▶ **Индустриальное общество** – в нем на смену добыче ресурсов пришло производство, в котором основное место занимает машина. Это общество, в котором люди, сырье и рынки обеспечивают производство товаров и их распределение. Капитал обеспечивает деятельность промышленного предприятия и преобразует природные ресурсы в изделия технического прогресса. Основа индустриального общества – распределение и использование капитала. Основная экономическая единица – компания во главе с руководителем, порядок основан на механической энергии. Власть осуществляется косвенным влиянием компаний на политику. Организации ориентированы на потребности ролей, а не конкретных личностей. Власть осуществляется на основе баланса собственности, политического авторитета и технических навыков и достигается наследованием, патронажем и образованием⁴.

Остановимся на втором укладе подробнее. В книге «Homo Deus: краткая история будущего» Юваль Харари об этой экономической эпохе пишет: из веры в наивысшую ценность экономического роста капитализм выводит свою первую заповедь – ты обязан вкладывать прибыль в увеличение роста. На протяжении истории почти все монархи и церковные бонзы растрачивали доходы на великолепные дворцы, пышные карнавалы и ненужные войны – или же наполняли золотыми монетами сундуки, которые запечатывали и хранили в подземельях. Сегодня истинные капиталисты тратят прибыль на расширение производства, увеличение штата или разработку новых видов продукции⁵. В индустриальную эпоху компании стремились к увеличению экономической выгоды производства за счет удешевления сырья, повышения производительности за счет наращивания объемов выпускаемой продукции и эффективности использования трудовых ресурсов. Станки и оборудование стали определяющими в формировании экономической ценности компаний. Прибыль была направлена на техническое

⁴ Белл Д. *Грядущее постиндустриальное общество. Опыт социального прогнозирования.* – М.: Academia, 2004. – CLXX, 788 с.

⁵ Харари Ю. Н. *Homo Deus. Краткая история будущего.* – М.: Синдбад, 2020. – 496 с.: ил.

первооружение производств, расширялось количество производственных линий, позволяющих улучшить качество выпускаемой продукции.

В этот период появляются технологии, позволяющие обеспечить автоматизацию промышленности, что приводит к существенному повышению производительности. Промышленное оборудование, станки и механизмы становятся все более сложными, производительными и позволяющими автоматизировать все большее количество операций, что приводит к более эффективным процессам планирования и управления компаниями. Все это позволяет капиталу работать эффективно и обеспечивать экономический рост как в отдельных компаниях, так и в целых индустриях и даже странах. Технологические инновации приносят человеческому обществу процветание, однако они также ведут к замене старого новым, уничтожению экономических привилегий и политического влияния некоторых людей. Для устойчивого экономического роста необходимы технологии, новые способы производства, что неминуемо приводит к процессу созидательного разрушения⁶.

Именно в индустриальную эпоху научные открытия начинают играть ключевую роль в жизни общества. Научные открытия и изобретения становятся важнейшими составляющими экономической деятельности компаний, жизни общества и формирования его потребностей. Кроме того, второй закон термодинамики гласит, что «все медленно разрушается», и поддержание имеющегося в компаниях оборудования в рабочем состоянии требует дополнительной энергии и усилий, от оптимального использования которых зависит экономический результат производственного процесса. Поэтому для поддержания даже текущего уровня производительности, позволяющего выпускать конкурентную продукцию, требуется внедрять современные технологии, базирующиеся на новейших научных открытиях. Каждый успешный процесс автоматизации стимулирует появление новых производственных подходов, которые мы и представить себе не могли без внедрения этого процесса автоматизации. И этот циклический виток повторяется из раза в раз.

Здесь и далее хотелось бы обратить внимание читателя на то, что научно-технический прогресс имеет множество аналогий с явлениями природы и повторяет достижения эволюции посредством научных открытий и переосмысления в той или иной научной интерпретации. Так, мы с вами знаем, что на протяжении тысячелетий в процессе эволюции различных форм жизни на нашей планете любая неразрешимая проблема рано или

⁶ Аджемоглу Д., Робинсон Дж. *Почему одни страны богатые, а другие бедные.* – М.: АСТ, 2021. – 672 с.

поздно решается самой природой, если за этим стоит большая выгода. Так и в нашем современном, технологическом мире: «Когда новая технология предлагает десятикратный выигрыш в ценности – будь то дешевизна, скорость или лучшее качество, – мало что сможет замедлить ее шествие»⁷. Вместе с тем для изобретений и последующего использования их в промышленности необходимо создать предпосылки, важнейшая из которых – интеллектуальная готовность работников и экономическая обоснованность применения новшеств, а также общее состояние экономики. Технологические прорывы происходят только в богатых странах с высокими зарплатами и ценами. Там, где труд стоит дешево, нет смысла заменять его дорогими машинами. Внедрение новых идей зависело и от охраны интеллектуальной собственности: патенты обещали заработок изобретателям-одиночкам, на которых опирался технический прогресс⁸.

➤ **Постиндустриальное общество** основано на оказании услуг. Общество построено на взаимодействии людей, базисом его является информация, а не мускульная сила или механическая энергия. «Если индустриальное общество определяется через количество товаров, обозначающее уровень жизни, то постиндустриальное общество определяется качеством жизни, измеряемым услугами и удобствами, доступными для каждого: медициной, образованием, отдыхом и культурой». Главный элемент этого общества – профессионал, обладающий навыками, образованием, необходимым в постиндустриальном обществе. Это ведет к зарождению интеллектуальной элиты – работников умственного труда, и здесь все большее значение обретают наука и исследования, а также образовательные программы и учебные заведения.

Можно смело сказать, что в постиндустриальном обществе сила страны определяется ее научным потенциалом, а главным ресурсом является информация, знания и технологии, которые превращаются в деньги. Чем обширнее, точнее и актуальнее сведения, тем больше денег и власти. В центре внимания находятся университеты, а исследователи и ученые, в том числе специалисты в сфере информационных технологий, становятся ключевыми игроками. Классовая структура определяется техническими навыками и уровнем образования. Образование открывает доступ к власти. Знания и информация являются основными ценностями постиндустриальной эпохи.

⁷ Диамандис П., Котлер С. *Будущее быстрее, чем вы думаете. Как технологии меняют бизнес, промышленность и нашу жизнь.* – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2021. – С. 28.

⁸ Эткинд А. Е. *Природа зла. Сырье и государство.* – М.: Новое литературное обозрение, 2020. – С. 241.

Термин «постиндустриальное общество» принадлежит авторству Даниела Белла. Под информацией он подразумевал обработку данных в широком смысле слова. Хранение, сбор и обработка данных становятся источником всех видов обмена, осуществляемого в экономике и обществе. В своих трудах Д. Белл описал зарождающуюся на наших глазах информационную эпоху, которую возглавит новая элита – профессионалы-технократы, время, когда ученые и инженеры заменят состоятельную буржуазию и станут новым господствующим классом.

Пол Ромер, экономист из Нью-Йоркского университета, специализирующийся на теории экономического роста, уверен, что настоящий устойчивый рост происходит благодаря не новым ресурсам, а уже существующим. Они перераспределяются и таким образом повышают свою ценность⁹. По мнению одного из самых уважаемых в мире экспертов в области технологического развития, автора множества инновационных решений Рэя Курцвейла¹⁰, «суть в том, что для создания каждой новой технологии мы всегда используем самую последнюю из существующих технологий. Технологии выстраиваются друг на друге по экспоненциальному закону¹¹, и этот процесс легко оценить»¹². В биологии этот эволюционный процесс описан следующим образом: «Животные, особенно позвоночные, такие сложные существа, что они не могут себе позволить экспериментировать с чем-то настолько маловероятным, как изобретение нового фермента. Их эволюция почти всегда направлена на новые формы и комбинации уже имеющихся молекул и клеток»¹³.

⁹ Romer P. *Economic Growth, Concise Encyclopedia of Economics, Library of Economics and Liberty*, 2008.

¹⁰ Рэймонд Курцвейл (Raymond Kurzweil; род. в 1948 г.) – американский ученый в области информатики, изобретатель, писатель и футуролог. Создатель многочисленных инновационных решений в области распознавания речи, синтеза речи, искусственного интеллекта, а также основатель таких компаний, как Kurzweil Computer Products, Kurzweil Music Systems, Kurzweil Applied Intelligence, Nuance Communications и др. Известен научными технологическими прогнозами, учитывающими появление искусственного интеллекта и средств радикального продления жизни человека. Предложил обоснование технологической сингулярности – феноменально быстрого научно-технического прогресса, основанного на мощном искусственном интеллекте. В 2012 г. занял должность технического директора в области машинного обучения и обработки естественного языка в компании Google. Лауреат Национальной медали за технологии и инновации, лауреат премии Лемельсона – MIT, член Национальной инженерной академии.

¹¹ Экспоненциальный рост – возрастание величины, когда скорость роста пропорциональна значению самой величины.

¹² Курцвейл Р. *Эволюция разума, или Бесконечные возможности человеческого мозга, основанные на распознавании образов.* – М.: Эксмо, 2021. – С. 294.

¹³ Кукушкин Н. *Хлопок одной ладонью: как неживая природа породила человеческий разум.* – М.: Альпина нон-фикшн, 2020.

Необходимо отметить, что научно-технический прогресс, по мнению большинства экспертов и руководителей компаний, является сейчас важнейшим критерием успешности отдельных компаний, целых индустрий и национальных экономик. Как пишут Питер Диамандис и Стивен Котлер: «Перемены – единственное, что постоянно в нашей жизни, и их темпы все ускоряются. Каждое действие опирается на предыдущее и усиливает эффект следующего, а в совокупности они ускоряют наш прогресс, производя за год больше перемен, чем выдвигали на своем веку наши деды»¹⁴. По мнению Юваля Харари¹⁵, «на самом деле видов ресурсов три: сырье, энергия и знания. Сырье и энергия – невозобновляемы, чем больше вы их используете, тем меньше у вас остается. Знание, напротив, накапливаемый ресурс, чем больше вы его используете, тем больше его у вас становится. Кроме того, увеличение объема знаний может обеспечить больше сырья и энергии. Если я вложу \$100 млн в поиски нефти на Аляске и найду ее, тогда у меня будет больше нефти, зато у внуков ее станет меньше. Если же я вложу эти \$100 млн в изучение солнечной энергии и открою новый и более эффективный способ управлять ею, тогда энергии будет больше и у меня, и у моих внуков. Каждому следующему поколению наука помогала открывать незнакомые ранее источники энергии, новые виды сырья, лучшие механизмы и более эффективные методы производства»¹⁶. Будет уместно также упомянуть и сформулированный английским экономистом Уильямом Стэнли Джевансом (William Stanley Jevons) в 1865 г. «парадокс Джеванса», который говорит о том, что при повышении эффективности использования того или иного ресурса объем потребления данного ресурса увеличивается (а не уменьшается), что характерно при применении достижений научно-технического прогресса. Можно сказать, что это верно и в наши дни для большинства сфер экономики, а не только применительно к углю, о котором писал Джеванс.

При этом каждая новая волна автоматизации и цифровизации приводит к появлению целого пласта совершенно новых специальностей, и эта эволюция профессий предъявляет все более высокие образовательные требования к уровню знаний в области технологий и взаимодействию со все более сложным их окружением. По оценкам ученых, в конце XXI в. до 80% современных профессий будут автоматизированы либо исчезнут. Даже если

¹⁴ Диамандис П., Котлер С. *Будущее быстрее, чем вы думаете. Как технологии меняют бизнес, промышленность и нашу жизнь.* – С. 97.

¹⁵ Юваль Ной Харари (Yuval Noah Harari, род. в 1976 г.) – израильский историк, писатель, профессор исторического факультета Еврейского университета в Иерусалиме. Автор научно-популярных бестселлеров: *Sapiens: A Brief History of Humankind* (2014), *Homo Deus: A Brief History of Tomorrow* (2016) и *21 Lessons for the 21st Century* (2018).

¹⁶ Харари Ю. Н. *Номо Деус. Краткая история будущего.* – М.: Синдбад, 2020. – С. 250–251.

мы верим, что многие области нашей жизни далеки от вмешательства в них технологий, по всей видимости, мы очень сильно заблуждаемся.

В начале XX в. святитель Лука Войно-Ясенецкий дал довольно точное определение научной деятельности: «Наука есть система достигнутых знаний о наблюдаемых нами явлениях действительности. Другими словами, наука – это система, не случайный набор знаний, но стройное, упорядоченное сочетание. Оно достигается классификацией, то есть распределением однородных данных по группам и обобщениям – иначе говоря, установлением тех общих формул и законов, которым подчиняется природа. Наука включает достигнутые знания, то есть еще не все, а только те, которые пока достигнуты. Научная деятельность движется, она есть процесс «созидания истины путем опыта и умозрения». Этот процесс в науке есть нечто динамическое, становящееся: оно проходит через вопросы, искания, сомнения, предположения, которые потом могут оказаться и ложными. И только знания, то есть подлинные отражения действительности, – составляют установленное, статическое содержание науки, знания, то есть доказанные, общеобязательные, общепризнанные, объективные суждения, оправданные и логически, и эмпирически, и умозрением, и опытом. Это знания о явлениях, то есть проявлениях жизни, природы, но не о ее сущностях (феноменах, а не ноуменах), о мире, как мы его видим, созерцаем, но не о мире, как он есть сам по себе, по существу»¹⁷. А за 400 лет до этого представитель другого направления христианства Жан Кальвин, известный как один из основателей кальвинизма, считал техническую изобретательность, умение логически мыслить и открывать законы природы талантом и особой благодатью Бога, призывал своих последователей изучать науку и утверждал, что наука помогает увидеть всемогущество Бога¹⁸. Здесь хотелось привести слова Альберта Эйнштейна, выгравированные на камине в гостиной Принстонского университета: «Господь Бог изощрен, но не злонамерен», которые он впоследствии объяснил следующим образом: «Природа скрывает свои секреты из-за присущего ей величия, а не путем уловок»¹⁹.

При этом понятие Бога имеет основополагающее значение, когда мы говорим о сознании, поскольку во многом сознание определяет наши духовные устремления. Британский психолог и писатель Стюарт Сазерленд в международном словаре по психологии пишет следующее: «Сознание – удивительный, но неуловимый феномен; невозможно сказать, что это такое, в чем

¹⁷ Лука (Войно-Ясенецкий В. Ф.; архиеп. Симферопольский и Крымский). *Избранные творения*. – М.: Сибирская благовонница, 2010. – С. 665–746.

¹⁸ Кальвин Ж. *Наставление в христианской вере*. – М.: РГГУ, 1997. – Т. 1. – С. 270–271.

¹⁹ Айзексон У. *Альберт Эйнштейн: его жизнь и его вселенная*. – М.: АСТ: CORPUS, 2015. – С. 379.

его функция или почему оно появилось»²⁰. «Но на самом деле само слово «дух» часто используют в качестве эквивалента слова «сознание». Таким образом, эволюцию можно рассматривать как духовный процесс, в том смысле что она создает духовность, то есть носителей сознания. Кроме того, эволюция ведет к усложнению, к накоплению знаний, к усилению разума, красоты, творчества и к способности выражать трансцендентные эмоции, такие как любовь. Заметим, что все эти определения люди используют для описания Бога»²¹. Современный мир, такой, каким мы его знаем, беспрецедентно зависит от научных открытий и изобретений, подобной зависимости не было за всю историю человеческой цивилизации, и эта зависимость становится все сильнее. Человечество все больше зависит от изделий, которые используются в повседневной жизни, и с каждым годом необходимость в инновациях требует новых и все более смелых инновационных идей, все более технологичных товаров...

Здесь хотелось бы вновь процитировать Юваля Харари: «В начале XXI века поезд прогресса снова отправляется в путь. По вероятности, это последний поезд, отъезжающий от станции под названием Homo Sapiens. Тем, кто опоздает, второго шанса не представится. Чтобы занять место в этом поезде, нужно понимать возможности технологий XXI века – в частности, компьютерных алгоритмов и биотехнологий. Эти возможности несравнимо больше, чем у пара и телеграфа, и будут использованы не только в производстве еды, текстиля, автомобилей и вооружений. Главными продуктами экономики XXI века станут тела, мозги и интеллект, и пропасть между теми, кто научится создавать тела, мозги и умы, и теми, кто не научится, будет шире, чем пропасть между Британией Диккенса и Суданом Махди. И даже шире, чем пропасть между сапиенсами и неандертальцами. В XXI веке те, кто успел занять места в поезде прогресса, обретут божественные способности созидания и разрушения, а те, кто остался на станции, будут обречены на вымирание»²².

Отставание в науке и инновациях сегодня повлечет невозможность компенсировать это отставание завтра, и упущенный момент в конце концов приведет к технологической деградации и существенному снижению экономических показателей, к зависимости и невозможности проведения самостоятельной политики в различных областях деятельности. Для инноваций необходимы научные исследования и открытия. Научные исследования позволяют нам достичь самого важного в современном мире – обрести

²⁰ Sutherland S. *Consciousness*. – Macmillan Dictionary of Psychology. – Macmillan, 1990.

²¹ Курцвейл Р. *Эволюция разума, или Бесконечные возможности человеческого мозга, основанные на распознавании образов*. – М.: Эксмо, 2021. – С. 255.

²² Харари, Ю. Н. *Homo Deus. Краткая история будущего*. – М.: Синдбад, 2020. – С. 321.

способность заглянуть в будущее, в завтрашний день, обеспечить независимость и адаптивность, позволяющие своевременно приспосабливаться к грядущим переменам.

Вместе с тем основным стимулом для научных исследований, разработки новых технологий и их последующего широкого внедрения всегда становились кризисы. Первая мировая война положила начало фабричным процессам, широкому применению конвейера и других нововведений для развития промышленного производства, которые существуют и широко распространены до сих пор. Вторая мировая и последовавшая за ней холодная война привели к осознанию важности научных достижений, результатом чего стало множество научных открытий и инновационных решений на их основе, например таких, как сети передачи данных перспективных исследовательских центров (Arpanet, прообраз интернета) и электронные вычислительные машины (впоследствии компьютеры, серверы, системы хранения данных и т. п.), а также интенсификация многочисленных исследований в других направлениях. Также в XX в. было сделано невероятное количество открытий в области математики, что позволило удостовериться в невероятной ее силе: с помощью математического аппарата возможно не только описывать окружающий нас мир, но и открывать неизвестные его стороны, определять законы его существования.

В качестве примера можно привести самую известную из всех формул: $E = mc^2$. Это равенство, сформулированное Альбертом Эйнштейном²³, соотносит массу и энергию физических объектов. Но только задумайтесь: принцип функционирования нашей Вселенной, который до сих пор остается одним из самых захватывающих и невообразимых, выражается математической формулой, состоящей всего из пяти символов. Как говорил Эйнштейн: «Самое непостижимое в этом мире – это то, что он постижим». И устроен он по законам, открытие которых принадлежит этому величайшему ученому: теория относительности является определяющей на макроуровне, а квантовая механика на микроуровне. Остается домыслить, что постичь его можно с помощью математики. В 1960 г. физик Юджин Вигнер²⁴ сформулировал это

²³ Альберт Эйнштейн (Albert Einstein, 1879–1955) – немецкий физик-теоретик, широко признанный одним из величайших и самых влиятельных физиков всех времен. Наиболее известен разработкой теории относительности, также внес важный вклад в развитие теории квантовой механики, которые являются двумя столпами современной физики. Его формула эквивалентности массы и энергии $E = mc^2$, возникающая из теории относительности, была названа «самым известным в мире уравнением». Лауреат Нобелевской премии по физике 1921 г. «за заслуги в теоретической физике и особенно за открытие закона фотоэлектрического эффекта», что стало одной из важнейших вех в развитии квантовой теории. Персона XX века по версии журнала Time.

²⁴ Юджин Вигнер, или Енё Пал Вигнер (Eugene Paul Wigner; венг. Wigner Jenő Pál, 1902–1995) – американский физик-теоретик венгерского происхождения, внесший вклад

как «непостижимую эффективность математики». При этом уже не ставится под сомнение, что нынешнее столетие – и, возможно, несколько последующих – будет эпохой доминирования алгоритмов, в которой достижения науки основаны на огромном массиве данных исследований, гигантских объемах научных работ и открытий прошлого, проверке многочисленных гипотез, их реализации и последующей коммерциализации.

«Жизнь любой научной теории имеет свои фазы; так, все начинается с гипотезы, сомнений, ошибок, прогресса и предположений. Затем наступает время доказывания, проведения опытов, в результате чего гипотеза или подтверждается, или окончательно отвергается. И тогда наступает самый желанный момент, когда теория имеет достаточно оснований, чтобы с ее помощью делать выводы об окружающем мире, без эмпирического подтверждения. Момент, когда уравнения могут предшествовать полученному опыту и даже предсказывать не наблюдавшиеся ранее явления, которые могут оказаться совершенно неожиданными. Прежде чем получить признание, все великие научные открытия делаются с помощью математики, алгебраических уравнений и геометрических построений. Математика продемонстрировала свою невероятную силу, и сегодня ни одна серьезная теория физики не осмелится говорить на другом языке»²⁵.

Здесь будет уместно привести слова Рэя Курцвейла: «Эволюционный процесс имеет тенденцию ускоряться (за счет усложнения абстракций), и его результаты по сложности и возможностям изменяются экспоненциально. Я называю этот феномен законом ускорения отдачи (ЗУО), и он имеет отношение как к биологической, так и к технологической эволюции. Самый яркий пример действия закона заключается в предсказуемом экспоненциальном росте объема памяти и производительности информационных технологий. Эволюция технологий привела к созданию компьютера, который, в свою очередь, позволил в значительной степени расширить наши знания и связать между собой информацию из разных областей знания. Интернет также является подходящим и выразительным примером способности иерархической системы охватывать большой объем информации, сохраняя при этом свою структуру. Сам мир устроен по принципу иерархии: деревья имеют

в математическую физику. Теорема Вигнера считается основой математической формулировки квантовой механики. Лауреат Нобелевской премии по физике 1963 г. «за вклад в теорию атомного ядра и элементарных частиц, в частности за открытие и применение фундаментальных принципов симметрии».

²⁵ Лонэ М. Большой роман о математике. – М.: Эксмо, 2018. – С. 219.

ветви, на ветвях растут листья, на листьях есть жилки. Дома имеют этажи, на этажах расположены комнаты, в комнатах есть двери, окна, стены и полы»²⁶.

Более того, большинство процессов в мире так или иначе укладываются в законы природы, и можно провести огромное количество аналогий. Так, например, вся современная жизнь, от бифидобактерий до носорогов, работает по одному и тому же принципу: информация хранится в ДНК и выражается (на языке биологии – экспрессируется) в белках при посредничестве РНК, а рибосому вообще можно считать древнейшим компьютером, работающим по алгоритму генетического кода²⁷, поэтому у человечества, по всей видимости, имеется огромный потенциал для копирования законов мироздания.

Для достижения лидерства в своей индустрии компании вынуждены быть инновационными, то есть не только инвестировать в повышение эффективности производства и взаимоотношения с клиентами, но и проводить научные исследования, делать свои решения технологичнее, внедряя самые современные инновации, обогащать их новыми сервисами и свойствами... Все это требует от лидеров рынка и их конкурентов проведения политики новых научно-технических открытий, защиты интеллектуальной собственности, формируя тем самым круговорот инновационной деятельности (рис. 1).

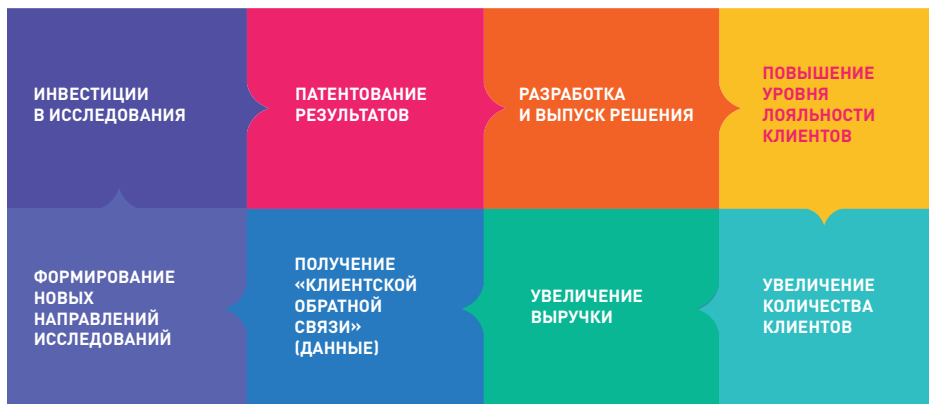


Рис. 1. Круговорот инновационной деятельности

«Хотя наши знания увеличиваются, скорость появления новых вопросов тоже растет. Этот разрыв между вопросами и ответами и есть наше невежество,

²⁶ Курцвейл Р. Эволюция разума, или Бесконечные возможности человеческого мозга, основанные на распознавании образов. – М.: Эксмо, 2021. – С. 9.

²⁷ Кукушкин Н. Хлопок одной ладонью: как неживая природа породила человеческий разум. – М.: Альпина нон-фикшн, 2020.

и оно увеличивается. Другими словами, наука — это метод. Который прежде всего расширяет наше невежество, а не знание. У нас нет причин ожидать, что в будущем ситуация станет обратной; чем революционной технология или инструмент, тем более смелые вопросы она породит. Можно ожидать, что в будущем такие технологии, как искусственный интеллект, генетические манипуляции и квантовые компьютеры (если взять лишь несколько примеров, которые уже маячат на горизонте), обрушат на нас поток новых вопросов, которые мы ни за что бы не стали задавать раньше. Более того, можно с уверенностью утверждать, что самые важные вопросы мы еще не задали»²⁸.

Объемы документов, в которых отражена вся история научно-технического прогресса человечества, потрясают воображение, и наши современники уже много лет переводят их в цифровой вид, чтобы обеспечить удобство работы с этим огромным массивом информации. Конечно, сегодня многие школьники принимают знания, правила, формулы как само собой разумеющееся, но когда-то это были великие открытия, авторы которых посвящали им свою жизнь, а некоторые и расставались с ней, отставив свою точку зрения. Каждое новое поколение ученых все больше использует современные технологии, строя свои открытия на «кирпичиках» результатов исследований своих предшественников. Этот процесс выдающийся немецкий физик, нобелевский лауреат, основоположник квантовой теории Макс Планк описал следующим образом: «Не следует думать, что новые идеи побеждают путем острых дискуссий, в которых создатели нового переубеждают своих оппонентов. Старые идеи уступают новым таким образом, что носители старого умирают, а новое поколение воспитывается в новых идеях, воспринимая их как нечто само собой разумеющееся»²⁹. А Стив Джобс³⁰ в своей знаменитой речи перед выпускниками Стэнфордского университета сказал: «Смерть, наверное, самое лучшее изобретение Жизни. Она — причина перемен. Она очищает старое, чтобы открыть дорогу новому»³¹. Альберт Эйнштейн выразил свое мнение на этот счет так: «Что-либо по-настоящему новое можно выдумать только в юности.

²⁸ Келли К. Неизбежно. 12 технологических трендов, которые определяют наше будущее. — М.: Манн, Иванов и Фербер, 2021. — С. 316.

²⁹ Planck M. *Treatise on Thermodynamics*. 3rd English ed., A. OGG, Trans., Dover, New York, 1944.

³⁰ Стивен Пол Джобс (Steven Paul Jobs, 1955–2011) — американский предприниматель, изобретатель и промышленный дизайнер, получивший широкое признание в качестве пионера эры информационных технологий. Основатель, председатель совета директоров и генеральный директор Apple; основатель, председатель совета директоров и мажоритарный акционер Pixar; акционер и член совета директоров The Walt Disney Company, основатель, председатель совета директоров и генеральный директор NeXT в годы жизни; награжден Национальной технологической медалью и Президентской медалью Свободы (посмертно).

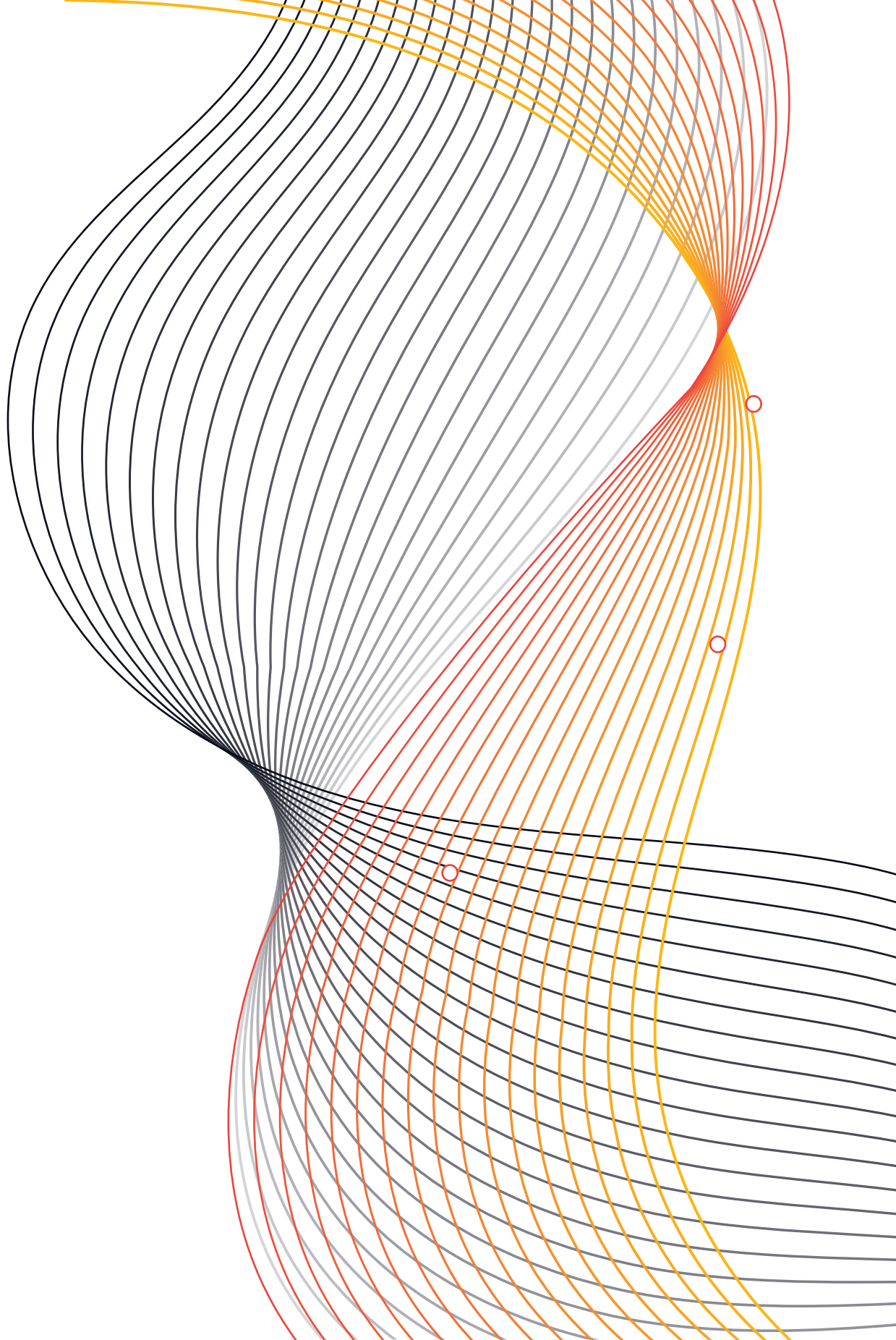
³¹ <https://news.stanford.edu/news/2005/june15/jobs-061505.html>

Дальше человек становится более опытным, более известным – и более тупым»³², а современные психологи формулируют это несколько иначе, они отмечают, что чем выше коэффициент интеллекта, тем больше вероятность следования стереотипам, поскольку в таком случае человек быстро распознает закономерности и цепляется за них. То есть чем человек умнее, тем сложнее ему менять свои убеждения. Проклятье знаний в том, что они перекрывают путь к восприятию непознанного³³.

Стремительное развитие технологий и расширение сфер их применения делают науку поистине вездесущей, основным двигателем развития нашего общества, обогащая одни компании и страны и обрекая на банкротство и нищенское существование другие. Человечество накопило гигантские объемы научных данных, и разобраться в этом, а тем более эффективно использовать эту информацию, формируя на ее основе новые гипотезы, искать их подтверждение, делая эти инновации частью нашей жизни, позволяют всевозможные цифровые технологии. Вместе с тем сейчас практически все стороны жизни человека «опекаются» наукой, и зачастую разобраться, что является технологией завтрашнего дня или дня позавчерашнего, неподготовленному человеку почти невозможно.

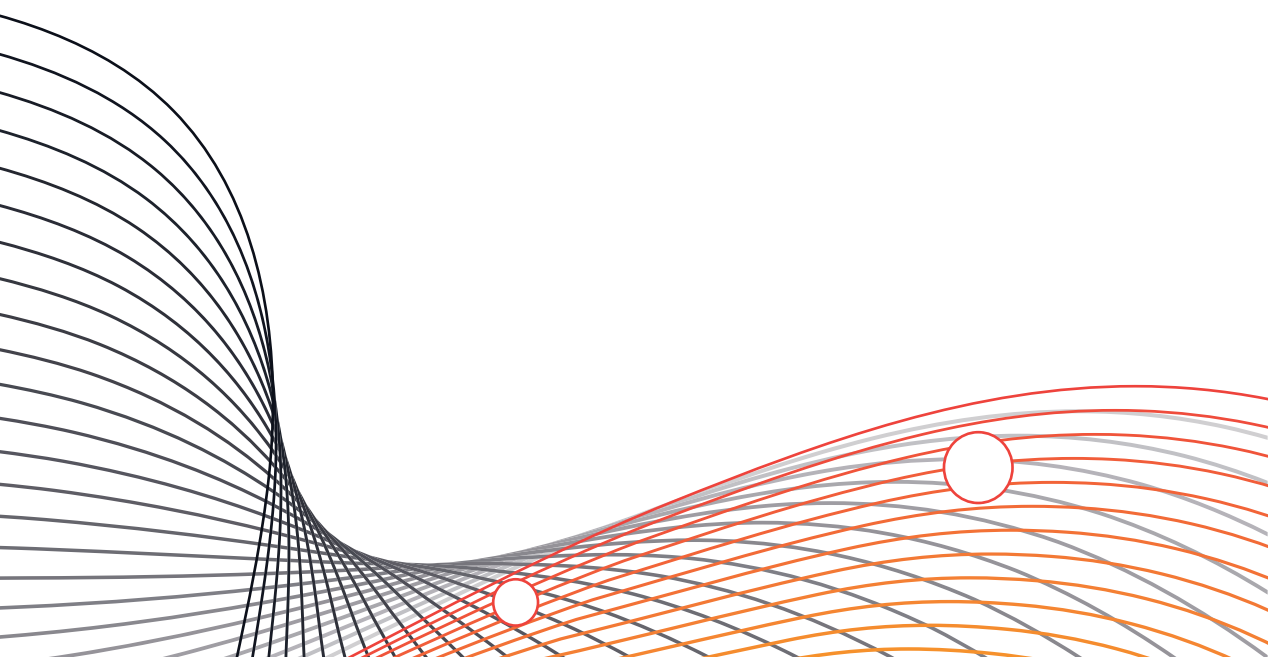
³² Айзексон У. Альберт Эйнштейн: его жизнь и его вселенная. – М.: АСТ: CORPUS, 2015. – С. 401.

³³ Грант А. Подумайте еще раз. Сила знания о незнании. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2021.



Часть 1

ТЕХНОЛОГИИ И ДАННЫЕ — «ТОПЛИВО» СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ



Давайте задумаемся, насколько сложными стали научные наблюдения в наше время, ведь сейчас необходимо учитывать огромное количество исследований и сортировать колоссальные объемы информации. В 2009 г. исследователи из Университета Оттавы отметили, что после 1665 г. было опубликовано более 50 млн научных работ, а в наше время ежегодно публикуется около 7,5 млн.

Существует расхожий миф о том, что глава Патентного ведомства США Чарльз Холланд Дуэлл³⁴ в конце XIX в. заявил: «Все, что можно изобрести, уже изобрели», – и предложил на этом основании закрыть патентное ведомство. На самом деле его высказывание в 1902 г. звучало следующим образом: «По моему мнению, все предыдущие достижения в различных направлениях изобретательства окажутся совершенно незначительными по сравнению с тем, что нас ожидает в нынешнем столетии. Я бы хотел иметь возможность прожить свою жизнь снова, чтобы увидеть чудеса, находящиеся на нашем пороге».

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПУБЛИКАЦИИ

Вселенная научных исследований поистине безгранична, но наука старается измерить даже то, у чего нет границ, погружаясь и открывая шаг за шагом все то, что остается еще скрытым. Это очень напоминает работу нашего мозга, его нейронной природы. Именно необходимостью измерения научного мира обусловлено появление и использование множества метрик, позволяющих это сделать с разной степенью абстрактности, и с этого количественного описания важнейшей области человеческой деятельности, обеспечивающей эволюцию нашего существования, мы и начнем. Прежде чем переходить непосредственно к показателям, представляющим определенный интерес для анализа, следует упомянуть крупнейшие организации и исследовательские центры, собирающие, обобщающие, классифицирующие, анализирующие и публикующие информацию обо всех

³⁴ Чарльз Холланд Дуэлл (*Charles Holland Duell, 1850–1920*) был комиссаром Патентного ведомства Соединенных Штатов (сейчас – Федеральное агентство по патентам и регистрации товарных знаков США, *USPTO – United States Patent And Trade Office*) с 1898 по 1901 г.

значимых научных публикациях и текущем состоянии научно-технического прогресса по всему миру:

- ▶ Clarivate³⁵ является одной из крупнейших в мире компаний, специализирующихся на сборе, классификации, анализе и предоставлении информации для международных и национальных государственных и коммерческих организаций, позволяющей им планировать свое развитие и инновационную деятельность. Clarivate на платной основе предоставляет всю самую значимую информацию на основе собранных гигантских массивов данных по всему миру, а также готовит аналитические отчеты с глубокими экспертными комментариями. Компания является глобальным партнером множества клиентов, в числе которых научные, исследовательские и учебные учреждения, некоммерческие организации, технологические корпорации и многие другие. Компания обеспечивает управление несколькими информационными платформами, включая Платформу формирования индексов Web of Science и связанных с ними продуктов и услуг, функционирование которой обеспечивает Институт научной информации (ISI). Выборочные, структурированные и полные данные в Web of Science предоставляют исчерпывающую информацию о вкладе и ценности самых влиятельных научных и исследовательских журналов и представителей научного сообщества. В Web of Science реализовано взаимодействие с национальными сервисами, такими как Китайская база данных научных цитирований (CSCD – Chinese Science Citation Database)³⁶, Японская база данных цитат (CJP – Citation Database for Japanese Papers)³⁷, Корейский индекс научного цитирования³⁸, Научная электронная библиотека стран Латинской Америки (SciELO – Scientific Electronic Library Online)³⁹, Арабский индекс цитирования (ARCI – Arabic Citation Index)⁴⁰, Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)⁴¹ и соответствующие сервисы других стран.
- ▶ Scopus⁴² считается крупнейшей базой данных, содержащей аннотации и сведения о цитировании рецензируемой литературы, в том числе научных журналов, книг и материалов конференций. На 2022 г.

³⁵ <https://clarivate.com>

³⁶ http://wokinfo.com/products_tools/multidisciplinary/cscd/

³⁷ <https://cir.nii.ac.jp>

³⁸ <https://clarivate.com/cis/solutions/kci-korean-journal-database/>

³⁹ <https://scielo.org>

⁴⁰ <https://clarivate.com/arabic-citation-index/>

⁴¹ https://elibrary.ru/project_risc.asp

⁴² <https://www.scopus.com/home.uri?zone=header&origin=>

насчитывала свыше 84 млн записей и около 10 000 обновляемых статей ежедневно. Scopus предоставляет комплексный обзор результатов международных исследований в области технологий, медицины, социальных наук, искусства и гуманитарных наук. Scopus создана издательством Elsevier⁴³, одним из лидеров в области информации и аналитики в научной сфере. Elsevier активно развивает сервисы, основанные на классификации и обработке научной информации. Один из них – информационная система Digital Commons Data⁴⁴.

- ▶ Сервис Google Scholar⁴⁵ – бесплатная поисковая система по научным публикациям, запущенная компанией Google, с использованием технологий поиска, разработанных инженерами компании. Поисковые роботы индексируют метаданные и осуществляют полнотекстовый поиск по всем видам научной литературы с возможностью классифицировать и ранжировать их. На сегодняшний день Google Scholar считается крупнейшей в мире академической поисковой системой и интегрирована с сервисами Google Patents⁴⁶ и Google Books⁴⁷, совместно с которыми использует единые технологические решения, позволяющие обеспечить богатую функциональность в экосистеме сервисов Google.
- ▶ Сервис публикаций научных статей PeerJ⁴⁸, который фактически является рецензируемым научным журналом. Журнал придерживается политики публикаций работ, имеющих научную значимость, в следующих областях знаний: науки о жизни и окружающей среде; компьютерные науки; физическая химия; органическая химия; неорганическая химия; аналитическая химия и материаловедение. Для публикаций журнал использует интернет-технологии, а также модель, предполагающую оплату публикаций за счет авторов, и предлагает авторам пожизненное членство в издательстве, что дает им возможность публиковать некоторое количество своих статей бесплатно.
- ▶ Платформа для обмена академическими исследованиями Academia⁴⁹, предоставляющая бесплатный доступ и позволяющая знакомиться с результатами исследований, рецензиями, статьями и публикациями, используя многочисленные поисковые и аналитические инструменты,

⁴³ <https://www.elsevier.com>

⁴⁴ <https://elsevier.digitalcommonsdata.com/research-data/>

⁴⁵ <https://scholar.google.com>

⁴⁶ <https://patents.google.com>

⁴⁷ <https://books.google.com>

⁴⁸ <https://peerj.com>

⁴⁹ <https://www.academia.edu>

экспертную оценку надежности и достоверности размещенных материалов. В 2022 г. в рамках проведения раунда D одноименная компания – создатель платформы Academia привлекла \$23 млн. При этом отметим, что раунд возглавил Tencent при участии таких известных фондов, как Khosla Ventures, Spark Capital и True Ventures.

Логично, что одним из косвенных показателей науки как индустрии можно считать отношение к научному миру в обществе, измеряемое огромным количеством метрик, в частности популярностью, международным авторитетом и престижем научных изданий. Познакомим читателя с рейтингом самых престижных научных журналов мира, сформированным на показателях средневзвешенного количества цитирований публикаций в указанных журналах за три предыдущих года. Рейтинг составлен международной рейтинговой организацией Scimago Journal & Country Rank на основе данных Scopus по состоянию на апрель 2023 г., включающих 27 955 изданий (табл. 1).

Одним из важнейших показателей, по которым оценивают состояние науки в той или иной стране, является количество статей в научных изданиях (в том числе указанных выше), индексируемых в Scopus. Далее приведем информацию о числе публикаций с разбиением по странам, к которым принадлежат авторы этих статей, по состоянию на апрель 2023 г. (рис. 2).

Количество статей, индексируемых исключительно Scopus, в одном лишь 2022 г. составляет 5 134 621 научную публикацию. Что же тогда можно сказать обо всем объеме научных данных – структурированных и неструктурированных, каталогизированных, очищенных, сортированных и несортированных, анализируемых и многих других? «Мы живем в цифровом мире, ежедневно генерируя умопомрачительные объемы данных»⁵⁰.

Какие же направления научных исследований наиболее перспективны с точки зрения научно-технического прогресса современного мира, веры в их инновационный потенциал и будущую востребованность? В какие научные исследования верят компании – технологические лидеры современного мира, превращающиеся в главных инвесторов и проводников научно-технического прогресса? Это заслуживает отдельного анализа, именно это привело нас к тому, что «знание, которое связано

⁵⁰ Доэрти П., Уилсон Дж. *Человек + машина. Новые принципы работы в эпоху искусственного интеллекта.* – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2019. – С. 103.




Таблица 1. Рейтинг 50 самых престижных научных журналов мира⁵¹

Наименование журнала	SJR*	Предметная область	Страна
1 Ca-A Cancer Journal for Clinicians	86.091	медицина	
2 Quarterly Journal of Economics	36.730	экономика эконометрика и финансы	
3 Nature Review Molecular Cell Biology	34.201	биохимия генетика и молекулярная биология	
4 Cell	26.494	биохимия генетика и молекулярная биология	
5 New England Journal of Medicine	26.015	медицина	
6 Nature Medicine	24.687	биохимия медицина генетика и молекулярная биология	
7 MMWR Recommendations and Reports	23.962	наука об окружающей среде медицина медицинские профессии социальные науки	
8 Natural Biotechnology	22.781	биохимия химическая инженерия генетика и молекулярная биология иммунология и микробиология инженерия	
9 Nature Reviews Materials	21.927	энергия материаловедение	
10 American Economic Review	21.833	эконометрика и финансы экономика	
11 Nature Reviews Cancer	20.977	генетика и молекулярная биология биохимия медицина	
12 Nature	20.957	междисциплинарный	
13 Journal of Political Economy	20.643	экономика эконометрика и финансы	
14 Reviews of Modern Physics	20.343	физика и астрономия	
15 Nature Energy	19.588	энергия материаловедение	
16 Nature Reviews Genetics	19.454	генетика и молекулярная биология биохимия медицина	
17 Nature Reviews Drug Discovery	19.423	медицина фармакология токсикология и фармацевтика	
18 Chemical Reviews	18.911	химия	
19 Nature Reviews Immunology	18.141	иммунология и микробиология медицина	
20 Morbidity and Mortality Weekly Report	16.786	наука об окружающей среде медицина медицинские профессии социальные науки	
21 Nature Genetics	16.732	биохимия генетика и молекулярная биология	
22 Administrative Science Quarterly	16.555	искусство и гуманитарные науки социальные науки	
23 National Vital Statistics Reports	16.495	социальные науки	
24 Academy of Management Annals	15.633	бизнес менеджмент и бухгалтерский учет	
25 Journal of Finance	15.515	бизнес менеджмент и бухгалтерский учет экономика эконометрика и финансы	

* [SCImago рейтинг журнала]

⁵¹ <https://www.scimagojr.com/journalrank.php?order=sjr&ord=desc>

Окончание табл. 1

	Наименование журнала	SJR*	Предметная область	Страна
26	Annual Review of Immunology	15.262	иммунология и микробиология медицина	
27	MMWR Surveillance Summaries	15.178	экология медицинские профессии медицина социальные науки	
28	Chemical Society Reviews	15.109	химия	
29	Nature Reviews Clinical Oncology	14.809	медицина	
30	Immunity	14.795	иммунология и микробиология медицина	
31	Lancet, The	14.607	медицина	
32	Annual Review of Astronomy and Astrophysics *	14.486	наука о Земле и планетах физика и астрономия	
33	Review of Economic Studies	14.432	экономика эконометрика и финансы	
34	Nature Methods	14.358	биохимия генетика и молекулярная биология	
35	World Psychiatry	14.306	медицина	
36	IEEE Communications Surveys and Tutorials	14.248	инжиниринг	
37	Nature Materials	13.874	химия инженерия материаловедение физика и астрономия	
38	Foundations and Trends in Machine Learning	13.775	информатика	
39	Physiological Reviews	13.693	биохимия генетика и молекулярная биология медицина	
40	MMWR Supplements	13.467	медицина	
41	Science	13.328	искусство и гуманитарные науки междисциплинарный	
42	Nature Catalysis	13.187	биохимия генетика и молекулярная биология химическая инженерия	
43	Nature Nanotechnology	13.141	химическая инженерия инженерия материаловедение физика и астрономия	
44	Econometrica	12.979	экономика эконометрика и финансы	
45	Journal of Economic Literature	12.966	экономика эконометрика и финансы	
46	American Economic Journal: Applied Economics	12.694	экономика эконометрика и финансы	
47	Cancer Cell	12.578	биохимия генетика и молекулярная биология медицина	
48	Energy and Environmental Science	12.306	энергетика экология	
49	Joule	12.282	энергетика	
50	Lancet Oncology, The	12.270	медицина	

* Серия книг

19,67 Китай 🇨🇳 1 009 891

13,69 США 🇺🇸 702 840

5,36 Индия 🇮🇳 275 367

4,60 Великобритания 🇬🇧 236 145

3,96 Германия 🇩🇪 203 406

2,98 Италия 🇮🇹 152 881

2,74 Япония 🇯🇵 140 493

2,55 Канада 🇨🇦 130 678

2,42 Австралия 🇦🇺 124 503

2,41 Франция 🇫🇷 123 837

2,34 Испания 🇪🇸 120 385

2,11 Российская Федерация 🇷🇺 108 464

2,01 Южная Корея 🇰🇷 103 018

1,82 Бразилия 🇧🇷 93 357

1,52 Иран 🇮🇷 78 184

1,42 Нидерланды 🇳🇱 73 102

1,40 Турция 🇹🇷 71 810

1,14 Саудовская Аравия 🇸🇦 58 712

1,14 Польша 🇵🇱 58 516

1,11 Швейцария 🇨🇭 56 909

■ Удельный вес в общемировом количестве статей, %

■ Количество статей, (ед.)

Рис. 2. Статьи в научных изданиях, индексируемых в Scopus в 2022 г.⁵²

⁵² <https://www.scimagojr.com/countryrank.php?year=2022>